

MISKONSEPSI KONSEP KIMIA SMA

Bagian III: Miskonsepsi pada Konsep Kimia Kelas X

MISKONSEPSI



Partikel zat rapat
tanpa ruang

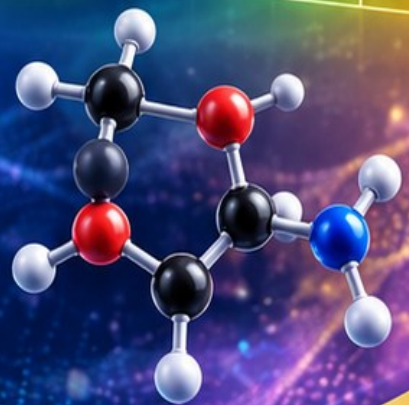
KONSEP YANG BENAR



Partikel memiliki ruang
dan bergerak

nia Kelas X

1 H Hydrogen	2 He Helium						
3 Li Lithium	4 Be Beryllium						
5 B Boron	6 C Carbon	7 N Nitrogen	8 O Oxygen				
9 F Fluorine	10 Ne Neon	11 Na Sodium	12 Mg Magnesium	13 Al Aluminium	14 Si Silicon	15 P Phosphorus	16 S Sulfur
17 Cl Chlorine	18 Ar Argon	19 K Potassium	20 Ca Calcium	21 Sc Scandium	22 Ti Titanium		



KASMUI

MISKONSEPSI KONSEP KIMIA SMA

BAGIAN III MISKONSEPSI PADA KONSEP KIMIA KELAS X

KASMUI

Jaten Press
Semarang, 2026

KETERANGAN PENERBITAN

Judul	Miskonsepsi Konsep Kimia SMA
Bagian	Bagian III: Miskonsepsi pada Konsep Kimia Kelas X
Bab	Bab 8, 9, 10, 11, dan 12
Penulis	KASMUI
Penerbit	Jaten Press, Semarang
Edisi	Cetakan I, Tahun 2026
Ukuran	A4
Format isi	Calibri 12 pt, spasi 1,15; Times New Roman 12 pt, spasi 1
Jumlah halaman	1432

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah Swt. atas limpahan rahmat, taufik, hidayah, dan inayah-Nya sehingga buku *Miskonsepsi Konsep Kimia SMA: Bagian III—Miskonsepsi pada Konsep Kimia Kelas X* dapat diselesaikan. Buku ini merupakan kelanjutan dari pembahasan landasan konseptual, karakteristik miskonsepsi, serta pendekatan diagnosis dan remediasi dalam pembelajaran kimia. Bagian III secara khusus memusatkan perhatian pada konsep-konsep kimia kelas X yang menjadi fondasi bagi pemahaman materi kimia pada jenjang berikutnya. Buku ini mencakup Bab 8 sampai Bab 12, yaitu hakikat materi dan perubahannya, struktur atom, sistem periodik unsur, ikatan kimia dan struktur molekul, serta reaksi kimia dan stoikiometri.

Kimia merupakan ilmu yang mempelajari materi, struktur, komposisi, sifat, perubahan, dan energi yang menyertai perubahan tersebut. Namun, pembelajaran kimia memiliki karakteristik yang berbeda dari sebagian bidang ilmu lainnya karena banyak konsepnya berkaitan dengan entitas yang tidak dapat diamati secara langsung, seperti atom, molekul, ion, elektron, orbital, ikatan, dan interaksi antarmolekul. Peserta didik dituntut untuk menghubungkan fenomena yang dapat diamati pada tingkat makroskopik dengan penjelasan pada tingkat submikroskopik serta mengomunikasikannya melalui simbol, rumus, persamaan, grafik, tabel, dan representasi matematis. Hubungan antara ketiga tingkat representasi tersebut tidak selalu mudah dipahami dan sering menjadi salah satu sumber utama terbentuknya miskonsepsi.

Miskonsepsi bukan sekadar kesalahan menjawab soal atau kekurangan dalam menghafal istilah. Miskonsepsi merupakan struktur pemahaman yang dibangun peserta didik berdasarkan pengalaman, bahasa sehari-hari, intuisi, analogi, gambar, model, penjelasan guru, buku teks, maupun interpretasi yang kurang tepat terhadap fenomena. Pemahaman tersebut dapat terasa logis bagi peserta didik, dipertahankan dengan tingkat keyakinan tinggi, dan tetap digunakan meskipun telah menerima penjelasan ilmiah yang benar. Oleh karena itu, miskonsepsi tidak cukup ditangani melalui pemberian informasi tambahan, pengulangan materi, atau latihan soal secara mekanis. Guru perlu mengidentifikasi pola penalaran yang mendasarinya, menemukan sumber pembentuknya, kemudian merancang pengalaman belajar yang memungkinkan terjadinya restrukturisasi konseptual.

Pada tahap awal pembelajaran kimia di SMA, peserta didik mulai beralih dari cara pandang terhadap benda yang semata-mata berdasarkan pengalaman indrawi menuju cara pandang ilmiah berbasis partikel. Pada tahap ini muncul berbagai pertanyaan mendasar: apakah materi bersifat kontinu atau tersusun atas partikel; apakah partikel suatu zat memiliki sifat yang sama dengan zat makroskopiknya; apakah ruang di antara partikel benar-benar kosong; apakah partikel mengembang ketika dipanaskan; apakah perubahan wujud merupakan perubahan identitas zat; dan apakah zat yang “hilang” dalam suatu proses benar-benar lenyap. Pertanyaan-pertanyaan tersebut memperlihatkan bahwa pemahaman tentang hakikat materi tidak dapat dibangun hanya melalui definisi, tetapi memerlukan koordinasi antara pengamatan, model partikel, bahasa ilmiah, dan penalaran berbasis bukti.

Kesulitan serupa muncul pada konsep struktur atom. Model atom yang digunakan dalam pembelajaran pada hakikatnya merupakan representasi ilmiah yang dikembangkan untuk menjelaskan bukti tertentu, bukan gambar harfiah mengenai bentuk atom. Namun, penggunaan model Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, maupun model mekanika kuantum tanpa penjelasan mengenai fungsi dan keterbatasannya dapat menyebabkan peserta didik mencampuradukkan berbagai model. Elektron kemudian dipahami seperti planet yang bergerak pada lintasan pasti, orbital dianggap sama dengan orbit, kulit dan subkulit

diperlakukan sebagai ruang fisik yang kaku, serta bilangan kuantum hanya dipandang sebagai perangkat hitung tanpa makna konseptual. Buku ini berupaya menempatkan setiap model dalam konteks historis dan epistemologisnya agar peserta didik memahami bahwa model ilmiah bersifat fungsional, terbatas, dan terus berkembang berdasarkan bukti.

Pada konsep sistem periodik unsur, peserta didik tidak cukup hanya menghafal golongan, periode, nomor atom, dan letak unsur. Sistem periodik merupakan representasi keteraturan struktur elektron dan hubungan periodik antara struktur atom dengan sifat unsur. Miskonsepsi sering muncul ketika tren periodik dipahami hanya sebagai arah panah yang harus dihafalkan tanpa penjelasan mengenai muatan inti efektif, efek perisai, jumlah kulit, jarak elektron dari inti, dan konfigurasi elektron. Akibatnya, peserta didik kesulitan menjelaskan anomali, membandingkan unsur yang letaknya berdekatan, atau menerapkan konsep periodisitas pada situasi baru. Pembahasan dalam buku ini diarahkan agar pola periodik dipahami sebagai konsekuensi dari struktur atom, bukan sekadar informasi tabel.

Ikatan kimia dan struktur molekul juga menjadi wilayah konseptual yang kaya akan miskonsepsi. Peserta didik dapat menganggap bahwa ikatan ion semata-mata merupakan perpindahan elektron, ikatan kovalen selalu berbentuk pasangan elektron yang diam, atom selalu “ingin” mencapai oktet, atau molekul terbentuk karena atom memiliki kehendak untuk menjadi stabil. Selain itu, rumus Lewis sering diperlakukan sebagai gambar fisik molekul, sementara geometri molekul, polaritas ikatan, polaritas molekul, gaya antarmolekul, dan sifat zat tidak dihubungkan secara konsisten. Buku ini menekankan pentingnya menjelaskan ikatan kimia sebagai model interaksi elektrostatik dan mekanika kuantum, sekaligus tetap mempertimbangkan tingkat perkembangan kognitif peserta didik SMA.

Pada topik reaksi kimia dan stoikiometri, kesulitan tidak hanya berasal dari operasi matematika, tetapi juga dari lemahnya pemahaman mengenai jumlah partikel, mol, massa, volume, koefisien reaksi, pereaksi pembatas, hasil teoritis, dan hukum kekekalan. Peserta didik dapat menyamakan koefisien dengan indeks, menganggap bahwa koefisien reaksi menunjukkan massa, atau memperlakukan mol sebagai massa tertentu tanpa memahami bahwa mol merupakan satuan jumlah entitas. Kesalahan prosedural yang tampak dalam perhitungan sering kali berakar pada miskonsepsi konseptual. Oleh sebab itu, pembelajaran stoikiometri perlu menghubungkan persamaan reaksi dengan model partikel, data makroskopik, rasio matematis, dan makna fisis setiap besaran.

Buku ini disusun dengan kerangka pembahasan yang sistematis. Setiap konsep dibahas melalui definisi operasional dan batas konsep, kedudukan konseptual, pengetahuan prasyarat, fenomena makroskopik, model submikroskopik, bahasa simbolik dan matematis, koordinasi antarrepresentasi, contoh, noncontoh, serta kasus batas. Selanjutnya diuraikan miskonsepsi inti, variasi pola penalaran alternatif, sumber miskonsepsi, instrumen diagnosis, analisis respons, strategi remediasi, dan evaluasi transfer serta retensi. Kerangka tersebut menunjukkan bahwa penanganan miskonsepsi tidak berhenti pada menemukan jawaban salah, tetapi menuntut pemahaman mengenai proses berpikir peserta didik secara menyeluruh. Struktur pembahasan yang meliputi representasi, pola miskonsepsi, sumber, diagnosis, remediasi, transfer, dan retensi juga menjadi ciri utama buku ini.

Diagnosis miskonsepsi dalam buku ini tidak hanya mengandalkan tes pilihan ganda biasa. Berbagai bentuk asesmen dibahas, seperti pertanyaan terbuka, wawancara, tes bertingkat, indeks keyakinan, tugas menggambar, pemodelan partikel, peta konsep, serta strategi *Predict–Observe–Explain*. Penggunaan beragam instrumen diperlukan karena jawaban yang sama dapat berasal dari alasan yang berbeda. Seorang peserta didik dapat memberikan jawaban benar karena memahami konsep, menebak, menghafal pola, atau mengikuti prosedur tanpa

memahami maknanya. Sebaliknya, jawaban salah dapat berasal dari miskonsepsi, kekurangan pengetahuan, kesalahan membaca, atau kesalahan perhitungan. Diagnosis yang baik harus mampu membedakan kondisi-kondisi tersebut agar tindak lanjut pembelajaran menjadi tepat sasaran.

Strategi remediasi yang dibahas tidak dimaksudkan sebagai resep tunggal yang berlaku untuk semua peserta didik. Remediasi perlu disesuaikan dengan karakter konsep, pola miskonsepsi, pengetahuan awal, bukti diagnostik, serta konteks pembelajaran. Pendekatan yang dapat digunakan mencakup konflik kognitif terarah, representasi majemuk, analogi dengan batas yang jelas, eksperimen, simulasi, diskusi argumentatif, pembelajaran berbasis bukti, pertanyaan Socratic, dan refleksi metakognitif. Remediasi juga harus diikuti dengan evaluasi transfer dan retensi untuk memastikan bahwa perubahan pemahaman tidak hanya terjadi sesaat atau terbatas pada bentuk soal yang telah dilatihkan.

Buku ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh berbagai kalangan. Bagi guru kimia, buku ini dapat menjadi rujukan untuk merancang asesmen diagnostik, memilih representasi, mengantisipasi kesalahan konseptual, dan menyusun kegiatan remediasi. Bagi mahasiswa pendidikan kimia dan calon guru, buku ini dapat memperkuat pengetahuan konten pedagogis, khususnya kemampuan memahami cara peserta didik membangun konsep. Bagi dosen dan peneliti, buku ini dapat menjadi bahan kajian dalam penelitian pendidikan kimia, pengembangan instrumen diagnostik, desain pembelajaran, maupun evaluasi perubahan konseptual. Bagi peserta didik, pembahasan di dalamnya diharapkan membantu membangun kebiasaan memeriksa alasan, membandingkan representasi, serta membedakan antara model, fenomena, dan realitas ilmiah.

Penyusunan buku ini menggunakan berbagai sumber ilmiah dan rujukan yang dapat diverifikasi. Terminologi kimia diupayakan mengikuti sumber resmi dan literatur akademik, antara lain IUPAC, NIST, buku teks terbuka, monograf ilmiah, serta artikel jurnal yang memiliki identitas publikasi jelas. Penyertaan rujukan bukan hanya dimaksudkan untuk memperkuat validitas pembahasan, tetapi juga untuk memberi kesempatan kepada pembaca menelusuri sumber asli, membandingkan penjelasan, dan mengembangkan kajian lebih lanjut. Komitmen terhadap keterlacakan sumber merupakan bagian penting dari penulisan akademik dan pembelajaran sains yang bertanggung jawab.

Penulis menyadari bahwa pembahasan miskonsepsi konsep kimia merupakan bidang yang luas, dinamis, dan terus berkembang. Variasi kurikulum, latar belakang peserta didik, budaya belajar, bahasa pengantar, desain buku teks, serta perkembangan teknologi pembelajaran dapat menghasilkan pola miskonsepsi yang berbeda. Karena itu, buku ini tidak dimaksudkan sebagai daftar final seluruh miskonsepsi, melainkan sebagai kerangka akademik dan pedagogis yang dapat terus diuji, dikritisi, diperbaiki, serta dikembangkan berdasarkan temuan penelitian dan pengalaman pembelajaran.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada para guru, dosen, peneliti, mahasiswa, peserta didik, penulis buku, pengembang sumber belajar, serta berbagai lembaga ilmiah yang karya dan pemikirannya turut memperkaya penyusunan buku ini. Penghargaan juga disampaikan kepada semua pihak yang memberikan koreksi, masukan substansial, dukungan teknis, dan dorongan moral selama proses penyusunan. Semoga setiap kontribusi tersebut menjadi bagian dari ikhtiar bersama dalam meningkatkan kualitas pendidikan kimia.

Penulis sangat mengharapkan kritik, koreksi ilmiah, dan saran pedagogis dari para pembaca. Masukan tersebut sangat penting untuk memperbaiki ketepatan konsep, kejelasan bahasa, konsistensi representasi, relevansi contoh, mutu instrumen diagnosis, dan efektivitas strategi

remediasi yang disajikan. Buku ini sendiri masih memerlukan penyuntingan substansi, telaah sejawat, dan pemeriksaan akhir sebelum penerbitan resmi.

Akhirnya, penulis berharap buku ini dapat memberikan manfaat nyata bagi pembelajaran kimia di sekolah dan perguruan tinggi. Semoga buku ini membantu mengubah pembelajaran kimia dari kegiatan menghafal istilah dan prosedur menjadi proses membangun pengertian, menguji bukti, menghubungkan representasi, serta mengembangkan penalaran ilmiah. Dengan pemahaman konsep yang lebih akurat, mendalam, dan bermakna, peserta didik diharapkan tidak hanya mampu menyelesaikan soal, tetapi juga dapat menggunakan ilmu kimia untuk menjelaskan fenomena, mengambil keputusan, dan menghadapi persoalan kehidupan secara kritis dan bertanggung jawab.

Semoga Allah Swt. meridai ikhtiar ini, memberikan manfaat yang luas, serta menjadikannya sebagai bagian dari amal ilmu yang terus berkembang dan memberi kebaikan.

Semarang, Juli 2026

Penulis,

KASMUI

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	4
DAFTAR ISI.....	8
BAGIAN III MISKONSEPSI PADA KONSEP KIMIA KELAS X.....	58
BAB 8 MISKONSEPSI TENTANG HAKIKAT MATERI DAN PERUBAHANNYA	59
Pengantar Bab.....	59
Peta Konseptual dan Alur Pembahasan.....	60
8.1 Materi, Zat, Benda, dan Partikel	60
8.1.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	61
8.1.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	62
8.1.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	63
8.1.4 Model Submikroskopik	64
8.1.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	65
8.1.6 Koordinasi Antarrepresentasi	66
8.1.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	67
8.1.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	68
8.1.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	68
8.1.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	69
8.1.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	70
8.1.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	71
8.1.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	72
8.1.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	73
8.1.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	74
8.1.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	75
8.1.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	75
8.1.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	76
8.1.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif.....	77
8.1.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	78
8.2 Materi Bersifat Kontinu atau Partikulat.....	79
8.2.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	80
8.2.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	81
8.2.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	82

8.2.4 Model Submikroskopik	82
8.2.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	83
8.2.6 Koordinasi Antarrepresentasi	84
8.2.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	85
8.2.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	86
8.2.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	87
8.2.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	88
8.2.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	88
8.2.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	89
8.2.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	90
8.2.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	91
8.2.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	92
8.2.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	93
8.2.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	93
8.2.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	94
8.2.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif.....	95
8.2.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	96
8.3 Atom dan Molekul sebagai Entitas Mikroskopik	97
8.3.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	98
8.3.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	99
8.3.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	99
8.3.4 Model Submikroskopik	100
8.3.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	101
8.3.6 Koordinasi Antarrepresentasi	102
8.3.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	103
8.3.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	104
8.3.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	105
8.3.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	105
8.3.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	106
8.3.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	107
8.3.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	108
8.3.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	109
8.3.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	110

8.3.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	111
8.3.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	112
8.3.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	112
8.3.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	113
8.3.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	114
8.4 Unsur, Senyawa, dan Campuran	115
8.4.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	116
8.4.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	117
8.4.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	117
8.4.4 Model Submikroskopik	118
8.4.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	119
8.4.6 Koordinasi Antarrepresentasi	120
8.4.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	121
8.4.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	122
8.4.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	123
8.4.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari	124
8.4.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	124
8.4.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	125
8.4.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	126
8.4.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	127
8.4.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	128
8.4.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	129
8.4.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	130
8.4.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	130
8.4.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif	131
8.4.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	132
8.5 Zat Murni dan Campuran	133
8.5.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	134
8.5.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	135
8.5.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	135
8.5.4 Model Submikroskopik	136
8.5.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	137
8.5.6 Koordinasi Antarrepresentasi	138

8.5.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	139
8.5.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	140
8.5.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	141
8.5.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	141
8.5.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	142
8.5.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	143
8.5.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	144
8.5.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	145
8.5.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	146
8.5.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	147
8.5.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	147
8.5.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	148
8.5.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif.....	149
8.5.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	150
8.6 Campuran Homogen dan Heterogen.....	151
8.6.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	152
8.6.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	152
8.6.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	153
8.6.4 Model Submikroskopik	154
8.6.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	155
8.6.6 Koordinasi Antarrepresentasi	156
8.6.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	157
8.6.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	157
8.6.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	158
8.6.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	159
8.6.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	160
8.6.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	161
8.6.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	162
8.6.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	162
8.6.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	163
8.6.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	164
8.6.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	165
8.6.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	166

8.6.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif.....	167
8.6.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	167
8.7 Larutan sebagai Campuran Homogen	168
8.7.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	169
8.7.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	170
8.7.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	171
8.7.4 Model Submikroskopik	172
8.7.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	172
8.7.6 Koordinasi Antarrepresentasi	173
8.7.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	174
8.7.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	175
8.7.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	176
8.7.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	177
8.7.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	177
8.7.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	178
8.7.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	179
8.7.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	180
8.7.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	181
8.7.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	182
8.7.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	182
8.7.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	183
8.7.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif.....	184
8.7.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	185
8.8 Perubahan Fisika dan Perubahan Kimia	186
8.8.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	187
8.8.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	187
8.8.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	188
8.8.4 Model Submikroskopik	189
8.8.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	190
8.8.6 Koordinasi Antarrepresentasi	191
8.8.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	192
8.8.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	193
8.8.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	193

8.8.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	194
8.8.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	195
8.8.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	196
8.8.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	197
8.8.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	198
8.8.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	198
8.8.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	199
8.8.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	200
8.8.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	201
8.8.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif.....	202
8.8.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	203
8.9 Indikator Terjadinya Reaksi Kimia.....	203
8.9.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	204
8.9.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	205
8.9.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	206
8.9.4 Model Submikroskopik	207
8.9.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	208
8.9.6 Koordinasi Antarrepresentasi	209
8.9.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	209
8.9.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	210
8.9.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	211
8.9.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	212
8.9.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	213
8.9.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	214
8.9.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	214
8.9.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	215
8.9.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	216
8.9.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	217
8.9.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	218
8.9.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	219
8.9.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif.....	220
8.9.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	220
8.10 Massa dalam Perubahan Materi.....	221

8.10.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	222
8.10.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	223
8.10.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	224
8.10.4 Model Submikroskopik	225
8.10.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	226
8.10.6 Koordinasi Antarrepresentasi	226
8.10.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	227
8.10.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	228
8.10.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	229
8.10.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	230
8.10.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	231
8.10.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	231
8.10.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	232
8.10.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	233
8.10.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	234
8.10.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	235
8.10.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	236
8.10.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	236
8.10.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif.....	237
8.10.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	238
8.11 Wujud Zat dan Gerak Partikel	239
8.11.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	240
8.11.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	241
8.11.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	241
8.11.4 Model Submikroskopik	242
8.11.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	243
8.11.6 Koordinasi Antarrepresentasi	244
8.11.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	245
8.11.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	246
8.11.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	246
8.11.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	247
8.11.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	248
8.11.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	249

8.11.13	Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	250
8.11.14	Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	251
8.11.15	Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	251
8.11.16	Analisis Respons dan Peta Bukti	252
8.11.17	Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	253
8.11.18	Remediasi dengan Representasi Majemuk	254
8.11.19	Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif.....	255
8.11.20	Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	256
8.12	Pelelehan, Pembekuan, Penguapan, dan Pengembunan.....	256
8.12.1	Definisi Operasional dan Batas Konsep	257
8.12.2	Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	258
8.12.3	Fenomena Makroskopik yang Relevan	259
8.12.4	Model Submikroskopik	260
8.12.5	Bahasa Simbolik dan Matematis.....	261
8.12.6	Koordinasi Antarrepresentasi	262
8.12.7	Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	262
8.12.8	Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	263
8.12.9	Variasi Pola Penalaran Alternatif	264
8.12.10	Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	265
8.12.11	Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	266
8.12.12	Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	267
8.12.13	Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	267
8.12.14	Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	268
8.12.15	Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	269
8.12.16	Analisis Respons dan Peta Bukti	270
8.12.17	Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	271
8.12.18	Remediasi dengan Representasi Majemuk	272
8.12.19	Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif.....	273
8.12.20	Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	273
8.13	Pelarutan dan Pelelehan.....	274
8.13.1	Definisi Operasional dan Batas Konsep	275
8.13.2	Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	276
8.13.3	Fenomena Makroskopik yang Relevan	277

8.13.4 Model Submikroskopik	277
8.13.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	278
8.13.6 Koordinasi Antarrepresentasi	279
8.13.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	280
8.13.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	281
8.13.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	282
8.13.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	283
8.13.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	283
8.13.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	284
8.13.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	285
8.13.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	286
8.13.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	287
8.13.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	288
8.13.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	288
8.13.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	289
8.13.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif.....	290
8.13.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	291
8.14 Pemisahan Campuran	292
8.14.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	292
8.14.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	293
8.14.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	294
8.14.4 Model Submikroskopik	295
8.14.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	296
8.14.6 Koordinasi Antarrepresentasi	297
8.14.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	297
8.14.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	298
8.14.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	299
8.14.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	300
8.14.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	301
8.14.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	302
8.14.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	302
8.14.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	303
8.14.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	304

8.14.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	305
8.14.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	306
8.14.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	306
8.14.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif.....	307
8.14.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	308
8.15 Strategi Diagnosis dan Remediasi	309
8.15.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	310
8.15.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	311
8.15.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	311
8.15.4 Model Submikroskopik	312
8.15.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	313
8.15.6 Koordinasi Antarrepresentasi	314
8.15.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	315
8.15.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	316
8.15.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	316
8.15.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	317
8.15.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	318
8.15.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	319
8.15.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	320
8.15.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	321
8.15.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	321
8.15.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	322
8.15.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	323
8.15.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	324
8.15.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif.....	325
8.15.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	326
8.16 Sintesis Bab	326
Daftar Pustaka Bab 8.....	327
BAB 9 MISKONSEPSI TENTANG STRUKTUR ATOM.....	330
Pengantar Bab.....	330
Peta Konseptual dan Alur Pembahasan.....	330
9.1 Perkembangan Model Atom.....	331
9.1.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	332

9.1.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	333
9.1.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	334
9.1.4 Model Submikroskopik	334
9.1.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	335
9.1.6 Koordinasi Antarrepresentasi	336
9.1.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	337
9.1.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	338
9.1.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	339
9.1.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	340
9.1.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	340
9.1.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	341
9.1.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	342
9.1.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	343
9.1.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	344
9.1.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	345
9.1.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	345
9.2 Model Atom sebagai Representasi Ilmiah	346
9.2.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	347
9.2.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	348
9.2.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	349
9.2.4 Model Submikroskopik	350
9.2.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	350
9.2.6 Koordinasi Antarrepresentasi	351
9.2.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	352
9.2.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	353
9.2.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	354
9.2.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	355
9.2.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	355
9.2.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	356
9.2.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	357
9.2.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	358
9.2.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	359
9.2.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	360

9.2.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	360
9.3 Atom sebagai Bola Pejal.....	361
9.3.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	362
9.3.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	363
9.3.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	364
9.3.4 Model Submikroskopik	364
9.3.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	365
9.3.6 Koordinasi Antarrepresentasi	366
9.3.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	367
9.3.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	368
9.3.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	369
9.3.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	369
9.3.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	370
9.3.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	371
9.3.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	372
9.3.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	373
9.3.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	374
9.3.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	374
9.3.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	375
9.4 Inti Atom dan Ruang Kosong	376
9.4.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	377
9.4.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	378
9.4.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	379
9.4.4 Model Submikroskopik	379
9.4.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	380
9.4.6 Koordinasi Antarrepresentasi	381
9.4.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	382
9.4.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	383
9.4.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	384
9.4.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	385
9.4.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	385
9.4.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	386
9.4.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	387

9.4.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	388
9.4.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	389
9.4.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	390
9.4.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	390
9.5 Proton, Neutron, dan Elektron	391
9.5.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	392
9.5.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	393
9.5.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	394
9.5.4 Model Submikroskopik	394
9.5.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	395
9.5.6 Koordinasi Antarrepresentasi	396
9.5.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	397
9.5.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	398
9.5.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	399
9.5.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	399
9.5.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	400
9.5.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	401
9.5.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	402
9.5.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	403
9.5.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	404
9.5.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	404
9.5.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	405
9.6 Nomor Atom dan Nomor Massa	406
9.6.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	407
9.6.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	408
9.6.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	408
9.6.4 Model Submikroskopik	409
9.6.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	410
9.6.6 Koordinasi Antarrepresentasi	411
9.6.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	412
9.6.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	413
9.6.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	413
9.6.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	414

9.6.11	Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	415
9.6.12	Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	416
9.6.13	Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	417
9.6.14	Analisis Respons dan Peta Bukti	418
9.6.15	Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	418
9.6.16	Remediasi dengan Representasi Majemuk	419
9.6.17	Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	420
9.7	Atom Netral dan Ion	421
9.7.1	Definisi Operasional dan Batas Konsep	422
9.7.2	Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	422
9.7.3	Fenomena Makroskopik yang Relevan	423
9.7.4	Model Submikroskopik	424
9.7.5	Bahasa Simbolik dan Matematis.....	425
9.7.6	Koordinasi Antarrepresentasi	426
9.7.7	Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	427
9.7.8	Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	427
9.7.9	Variasi Pola Penalaran Alternatif	428
9.7.10	Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	429
9.7.11	Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	430
9.7.12	Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	431
9.7.13	Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	432
9.7.14	Analisis Respons dan Peta Bukti	432
9.7.15	Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	433
9.7.16	Remediasi dengan Representasi Majemuk	434
9.7.17	Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	435
9.8	Isotop, Isobar, dan Isoton	436
9.8.1	Definisi Operasional dan Batas Konsep	436
9.8.2	Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	437
9.8.3	Fenomena Makroskopik yang Relevan	438
9.8.4	Model Submikroskopik	439
9.8.5	Bahasa Simbolik dan Matematis.....	440
9.8.6	Koordinasi Antarrepresentasi	440
9.8.7	Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	441

9.8.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	442
9.8.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	443
9.8.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	444
9.8.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	445
9.8.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	445
9.8.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	446
9.8.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	447
9.8.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	448
9.8.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	449
9.8.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	449
9.9 Massa Atom Relatif	450
9.9.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	451
9.9.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	452
9.9.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	453
9.9.4 Model Submikroskopik	453
9.9.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	454
9.9.6 Koordinasi Antarrepresentasi	455
9.9.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	456
9.9.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	457
9.9.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	458
9.9.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	458
9.9.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	459
9.9.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	460
9.9.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	461
9.9.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	462
9.9.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	462
9.9.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	463
9.9.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	464
9.10 Kulit, Subkulit, dan Orbital	465
9.10.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	466
9.10.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	466
9.10.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	467
9.10.4 Model Submikroskopik	468

9.10.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	469
9.10.6 Koordinasi Antarrepresentasi	470
9.10.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	471
9.10.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	471
9.10.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	472
9.10.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	473
9.10.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	474
9.10.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	475
9.10.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	476
9.10.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	476
9.10.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	477
9.10.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	478
9.10.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	479
9.11 Orbit dan Orbital.....	480
9.11.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	480
9.11.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	481
9.11.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	482
9.11.4 Model Submikroskopik	483
9.11.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	484
9.11.6 Koordinasi Antarrepresentasi	485
9.11.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	485
9.11.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	486
9.11.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	487
9.11.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	488
9.11.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	489
9.11.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	490
9.11.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	490
9.11.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	491
9.11.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	492
9.11.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	493
9.11.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	494
9.12 Bilangan Kuantum.....	494
9.12.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	495

9.12.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	496
9.12.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	497
9.12.4 Model Submikroskopik	498
9.12.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	499
9.12.6 Koordinasi Antarrepresentasi	499
9.12.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	500
9.12.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	501
9.12.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	502
9.12.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	503
9.12.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	504
9.12.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	504
9.12.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	505
9.12.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	506
9.12.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	507
9.12.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	508
9.12.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	509
9.13 Konfigurasi Elektron.....	509
9.13.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	510
9.13.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	511
9.13.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	512
9.13.4 Model Submikroskopik	513
9.13.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	513
9.13.6 Koordinasi Antarrepresentasi	514
9.13.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	515
9.13.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	516
9.13.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	517
9.13.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	518
9.13.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	518
9.13.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	519
9.13.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	520
9.13.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	521
9.13.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	522
9.13.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	522

9.13.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	523
9.14 Prinsip Aufbau, Larangan Pauli, dan Kaidah Hund	524
9.14.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	525
9.14.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	526
9.14.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	527
9.14.4 Model Submikroskopik	528
9.14.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	528
9.14.6 Koordinasi Antarrepresentasi	529
9.14.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	530
9.14.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	531
9.14.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	532
9.14.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	533
9.14.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	534
9.14.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	534
9.14.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	535
9.14.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	536
9.14.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	537
9.14.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	538
9.14.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	539
9.15 Elektron Valensi	539
9.15.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	540
9.15.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	541
9.15.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	542
9.15.4 Model Submikroskopik	543
9.15.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	544
9.15.6 Koordinasi Antarrepresentasi	545
9.15.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	545
9.15.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	546
9.15.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	547
9.15.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	548
9.15.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	549
9.15.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	550
9.15.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	550

9.15.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	551
9.15.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	552
9.15.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	553
9.15.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	554
9.16 Stabilitas Elektron	555
9.16.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	555
9.16.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	556
9.16.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	557
9.16.4 Model Submikroskopik	558
9.16.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	559
9.16.6 Koordinasi Antarrepresentasi	560
9.16.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	560
9.16.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	561
9.16.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	562
9.16.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	563
9.16.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	564
9.16.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	564
9.16.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	565
9.16.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	566
9.16.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	567
9.16.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	568
9.16.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	569
9.17 Keterbatasan Model Bohr	569
9.17.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	570
9.17.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	571
9.17.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	572
9.17.4 Model Submikroskopik	573
9.17.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	574
9.17.6 Koordinasi Antarrepresentasi	574
9.17.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	575
9.17.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	576
9.17.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	577
9.17.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	578

9.17.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	579
9.17.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	579
9.17.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	580
9.17.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	581
9.17.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	582
9.17.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	583
9.17.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	584
9.18 Strategi Diagnosis dan Remediasi	584
9.18.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	585
9.18.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	586
9.18.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	587
9.18.4 Model Submikroskopik	588
9.18.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	589
9.18.6 Koordinasi Antarrepresentasi	589
9.18.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	590
9.18.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	591
9.18.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	592
9.18.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	593
9.18.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	594
9.18.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	594
9.18.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	595
9.18.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	596
9.18.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	597
9.18.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	598
9.18.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	599
9.19 Sintesis Bab	599
Daftar Pustaka Bab 9.....	600
BAB 10 MISKONSEPSI TENTANG SISTEM PERIODIK UNSUR	602
Pengantar Bab.....	602
Peta Konseptual dan Alur Pembahasan.....	602
10.1 Dasar Pengelompokan Unsur	603
10.1.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	604
10.1.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	605

10.1.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	606
10.1.4 Model Submikroskopik	606
10.1.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	607
10.1.6 Koordinasi Antarrepresentasi	608
10.1.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	609
10.1.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	610
10.1.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	610
10.1.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	611
10.1.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	612
10.1.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	613
10.1.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	614
10.1.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	614
10.1.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	615
10.1.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	616
10.1.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	617
10.1.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	618
10.1.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif.....	619
10.1.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	619
10.2 Perkembangan Sistem Periodik	620
10.2.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	621
10.2.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	622
10.2.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	623
10.2.4 Model Submikroskopik	623
10.2.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	624
10.2.6 Koordinasi Antarrepresentasi	625
10.2.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	626
10.2.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	627
10.2.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	628
10.2.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	628
10.2.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	629
10.2.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	630
10.2.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	631
10.2.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	632

10.2.15	Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	633
10.2.16	Analisis Respons dan Peta Bukti	633
10.2.17	Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	634
10.2.18	Remediasi dengan Representasi Majemuk	635
10.2.19	Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif.....	636
10.2.20	Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	637
10.3	Nomor Atom sebagai Dasar Periodisitas	638
10.3.1	Definisi Operasional dan Batas Konsep	638
10.3.2	Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	639
10.3.3	Fenomena Makroskopik yang Relevan	640
10.3.4	Model Submikroskopik	641
10.3.5	Bahasa Simbolik dan Matematis.....	642
10.3.6	Koordinasi Antarrepresentasi	643
10.3.7	Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	643
10.3.8	Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	644
10.3.9	Variasi Pola Penalaran Alternatif	645
10.3.10	Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	646
10.3.11	Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	647
10.3.12	Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	647
10.3.13	Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	648
10.3.14	Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	649
10.3.15	Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	650
10.3.16	Analisis Respons dan Peta Bukti	651
10.3.17	Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	652
10.3.18	Remediasi dengan Representasi Majemuk	652
10.3.19	Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif.....	653
10.3.20	Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	654
10.4	Golongan dan Periode	655
10.4.1	Definisi Operasional dan Batas Konsep	656
10.4.2	Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	656
10.4.3	Fenomena Makroskopik yang Relevan	657
10.4.4	Model Submikroskopik	658
10.4.5	Bahasa Simbolik dan Matematis.....	659

10.4.6 Koordinasi Antarrepresentasi	660
10.4.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	661
10.4.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	661
10.4.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	662
10.4.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	663
10.4.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	664
10.4.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	665
10.4.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	665
10.4.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	666
10.4.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	667
10.4.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	668
10.4.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	669
10.4.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	670
10.4.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif.....	670
10.4.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	671
10.5 Hubungan Konfigurasi Elektron dengan Posisi Unsur	672
10.5.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	673
10.5.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	674
10.5.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	674
10.5.4 Model Submikroskopik	675
10.5.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	676
10.5.6 Koordinasi Antarrepresentasi	677
10.5.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	678
10.5.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	679
10.5.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	679
10.5.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	680
10.5.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	681
10.5.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	682
10.5.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	683
10.5.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	683
10.5.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	684
10.5.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	685
10.5.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	686

10.5.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	687
10.5.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif.....	688
10.5.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	688
10.6 Unsur Utama dan Unsur Transisi	689
10.6.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	690
10.6.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	691
10.6.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	692
10.6.4 Model Submikroskopik	692
10.6.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	693
10.6.6 Koordinasi Antarrepresentasi	694
10.6.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	695
10.6.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	696
10.6.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	697
10.6.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	697
10.6.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	698
10.6.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	699
10.6.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	700
10.6.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	701
10.6.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	702
10.6.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	702
10.6.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	703
10.6.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	704
10.6.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif.....	705
10.6.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	706
10.7 Jari-jari Atom dan Ion.....	707
10.7.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	707
10.7.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	708
10.7.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	709
10.7.4 Model Submikroskopik	710
10.7.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	711
10.7.6 Koordinasi Antarrepresentasi	712
10.7.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	713
10.7.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	713

10.7.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	714
10.7.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	715
10.7.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	716
10.7.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	717
10.7.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	718
10.7.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	718
10.7.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	719
10.7.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	720
10.7.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	721
10.7.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	722
10.7.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif.....	723
10.7.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	724
10.8 Energi Ionisasi	724
10.8.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	725
10.8.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	726
10.8.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	727
10.8.4 Model Submikroskopik	728
10.8.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	729
10.8.6 Koordinasi Antarrepresentasi	729
10.8.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	730
10.8.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	731
10.8.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	732
10.8.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	733
10.8.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	733
10.8.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	734
10.8.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	735
10.8.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	736
10.8.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	737
10.8.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	738
10.8.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	738
10.8.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	739
10.8.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif.....	740
10.8.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	741

10.9 Afinitas Elektron.....	742
10.9.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	742
10.9.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	743
10.9.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	744
10.9.4 Model Submikroskopik	745
10.9.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	746
10.9.6 Koordinasi Antarrepresentasi	747
10.9.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	747
10.9.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	748
10.9.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	749
10.9.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari.....	750
10.9.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	751
10.9.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	751
10.9.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	752
10.9.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	753
10.9.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	754
10.9.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	755
10.9.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	756
10.9.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	756
10.9.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif.....	757
10.9.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	758
10.10 Keelektronegatifan	759
10.10.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	760
10.10.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	760
10.10.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	761
10.10.4 Model Submikroskopik	762
10.10.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	763
10.10.6 Koordinasi Antarrepresentasi	764
10.10.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	765
10.10.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	765
10.10.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	766
10.10.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari	767
10.10.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	768

10.10.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	769
10.10.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	769
10.10.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	770
10.10.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	771
10.10.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	772
10.10.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	773
10.10.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	773
10.10.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif.....	774
10.10.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	775
10.11 Sifat Logam dan Nonlogam	776
10.11.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	777
10.11.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	778
10.11.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	778
10.11.4 Model Submikroskopik	779
10.11.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	780
10.11.6 Koordinasi Antarrepresentasi	781
10.11.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	782
10.11.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	783
10.11.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	783
10.11.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari	784
10.11.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	785
10.11.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	786
10.11.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	787
10.11.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	787
10.11.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	788
10.11.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	789
10.11.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	790
10.11.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	791
10.11.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif.....	791
10.11.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	792
10.12 Kereaktifan Unsur	793
10.12.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	794
10.12.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	795

10.12.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	795
10.12.4 Model Submikroskopik	796
10.12.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	797
10.12.6 Koordinasi Antarrepresentasi	798
10.12.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	799
10.12.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	800
10.12.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	800
10.12.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari	801
10.12.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	802
10.12.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	803
10.12.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	804
10.12.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	804
10.12.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	805
10.12.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	806
10.12.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	807
10.12.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	808
10.12.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif.....	808
10.12.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	809
10.13 Tren Periodik dan Penyebab Mikroskopiknya	810
10.13.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	811
10.13.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	812
10.13.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	812
10.13.4 Model Submikroskopik	813
10.13.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	814
10.13.6 Koordinasi Antarrepresentasi	815
10.13.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	816
10.13.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	817
10.13.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	817
10.13.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari	818
10.13.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	819
10.13.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	820
10.13.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	821
10.13.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	822

10.13.15	Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	822
10.13.16	Analisis Respons dan Peta Bukti	823
10.13.17	Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	824
10.13.18	Remediasi dengan Representasi Majemuk	825
10.13.19	Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif.....	826
10.13.20	Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	827
10.14	Pengecualian dalam Tren Periodik	827
10.14.1	Definisi Operasional dan Batas Konsep	828
10.14.2	Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	829
10.14.3	Fenomena Makroskopik yang Relevan	830
10.14.4	Model Submikroskopik	831
10.14.5	Bahasa Simbolik dan Matematis.....	832
10.14.6	Koordinasi Antarrepresentasi	832
10.14.7	Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	833
10.14.8	Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	834
10.14.9	Variasi Pola Penalaran Alternatif	835
10.14.10	Sumber dari Bahasa Sehari-hari	836
10.14.11	Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	836
10.14.12	Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	837
10.14.13	Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	838
10.14.14	Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	839
10.14.15	Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	840
10.14.16	Analisis Respons dan Peta Bukti	841
10.14.17	Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	841
10.14.18	Remediasi dengan Representasi Majemuk	842
10.14.19	Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif.....	843
10.14.20	Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	844
10.15	Strategi Diagnosis dan Remediasi	845
10.15.1	Definisi Operasional dan Batas Konsep	845
10.15.2	Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	846
10.15.3	Fenomena Makroskopik yang Relevan	847
10.15.4	Model Submikroskopik	848
10.15.5	Bahasa Simbolik dan Matematis.....	849

10.15.6 Koordinasi Antarrepresentasi	850
10.15.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	850
10.15.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	851
10.15.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	852
10.15.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari	853
10.15.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	854
10.15.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran	855
10.15.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	855
10.15.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	856
10.15.15 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	857
10.15.16 Analisis Respons dan Peta Bukti	858
10.15.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	859
10.15.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk	860
10.15.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif.....	860
10.15.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	861
10.16 Sintesis Bab	862
Daftar Pustaka Bab 10.....	863
BAB 11 MISKONSEPSI TENTANG IKATAN KIMIA DAN STRUKTUR MOLEKUL.....	865
Pengantar Bab.....	865
Peta Konseptual dan Alur Pembahasan.....	865
11.1 Mengapa Atom Berikatan	866
11.1.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	867
11.1.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	868
11.1.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	869
11.1.4 Model Submikroskopik	870
11.1.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	870
11.1.6 Koordinasi Antarrepresentasi	871
11.1.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	872
11.1.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	873
11.1.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	874
11.1.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	875
11.1.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	875
11.1.12 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	876

11.1.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	877
11.1.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk	878
11.1.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	879
11.2 Kestabilan dan Aturan Oktet.....	880
11.2.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	880
11.2.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	881
11.2.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	882
11.2.4 Model Submikroskopik	883
11.2.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	884
11.2.6 Koordinasi Antarrepresentasi	884
11.2.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	885
11.2.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	886
11.2.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	887
11.2.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	888
11.2.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	888
11.2.12 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	889
11.2.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	890
11.2.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk	891
11.2.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	892
11.3 Keterbatasan Aturan Oktet.....	892
11.3.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	893
11.3.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	894
11.3.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan.....	895
11.3.4 Model Submikroskopik	896
11.3.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	897
11.3.6 Koordinasi Antarrepresentasi	897
11.3.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	898
11.3.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	899
11.3.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	900
11.3.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	901
11.3.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	901
11.3.12 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	902
11.3.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	903

11.3.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk	904
11.3.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	905
11.4 Ikatan Ion	906
11.4.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	906
11.4.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	907
11.4.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	908
11.4.4 Model Submikroskopik	909
11.4.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	910
11.4.6 Koordinasi Antarrepresentasi	910
11.4.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	911
11.4.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	912
11.4.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	913
11.4.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	914
11.4.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	915
11.4.12 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	915
11.4.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	916
11.4.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk	917
11.4.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	918
11.5 Pembentukan Ion dan Senyawa Ion	919
11.5.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	919
11.5.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	920
11.5.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	921
11.5.4 Model Submikroskopik	922
11.5.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	923
11.5.6 Koordinasi Antarrepresentasi	924
11.5.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	924
11.5.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	925
11.5.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	926
11.5.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	927
11.5.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	928
11.5.12 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	928
11.5.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	929
11.5.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk	930

11.5.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	931
11.6 Struktur Kisi Kristal Ionik	932
11.6.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	932
11.6.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	933
11.6.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	934
11.6.4 Model Submikroskopik	935
11.6.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	936
11.6.6 Koordinasi Antarrepresentasi	937
11.6.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	937
11.6.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	938
11.6.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	939
11.6.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	940
11.6.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	941
11.6.12 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	941
11.6.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	942
11.6.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk	943
11.6.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	944
11.7 Ikatan Kovalen	945
11.7.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	945
11.7.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	946
11.7.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	947
11.7.4 Model Submikroskopik	948
11.7.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	949
11.7.6 Koordinasi Antarrepresentasi	949
11.7.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	950
11.7.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	951
11.7.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	952
11.7.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	953
11.7.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	953
11.7.12 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	954
11.7.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	955
11.7.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk	956
11.7.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	957

11.8 Pasangan Elektron Ikatan.....	958
11.8.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	958
11.8.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	959
11.8.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	960
11.8.4 Model Submikroskopik	961
11.8.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	962
11.8.6 Koordinasi Antarrepresentasi	963
11.8.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	963
11.8.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	964
11.8.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	965
11.8.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	966
11.8.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	967
11.8.12 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	967
11.8.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	968
11.8.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk	969
11.8.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	970
11.9 Ikatan Kovalen Koordinasi	971
11.9.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	971
11.9.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	972
11.9.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	973
11.9.4 Model Submikroskopik	974
11.9.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	975
11.9.6 Koordinasi Antarrepresentasi	976
11.9.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	976
11.9.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	977
11.9.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	978
11.9.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	979
11.9.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	980
11.9.12 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	981
11.9.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	981
11.9.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk	982
11.9.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	983
11.10 Ikatan Logam.....	984

11.10.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	985
11.10.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	985
11.10.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	986
11.10.4 Model Submikroskopik	987
11.10.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	988
11.10.6 Koordinasi Antarrepresentasi	989
11.10.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	989
11.10.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	990
11.10.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	991
11.10.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	992
11.10.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	993
11.10.12 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	993
11.10.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	994
11.10.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk	995
11.10.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	996
11.11 Struktur Lewis	997
11.11.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	997
11.11.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	998
11.11.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	999
11.11.4 Model Submikroskopik	1000
11.11.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	1001
11.11.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1002
11.11.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1002
11.11.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1003
11.11.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1004
11.11.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1005
11.11.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1006
11.11.12 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1006
11.11.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	1007
11.11.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1008
11.11.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1009
11.12 Muatan Formal	1010
11.12.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1010

11.12.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1011
11.12.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1012
11.12.4 Model Submikroskopik	1013
11.12.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	1014
11.12.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1014
11.12.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1015
11.12.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1016
11.12.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1017
11.12.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1018
11.12.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1019
11.12.12 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1019
11.12.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	1020
11.12.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1021
11.12.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1022
11.13 Resonansi.....	1023
11.13.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1023
11.13.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1024
11.13.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan.....	1025
11.13.4 Model Submikroskopik	1026
11.13.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	1027
11.13.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1028
11.13.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1028
11.13.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1029
11.13.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1030
11.13.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1031
11.13.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1032
11.13.12 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1032
11.13.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	1033
11.13.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1034
11.13.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1035
11.14 Bentuk Molekul.....	1036
11.14.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1036
11.14.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1037

11.14.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1038
11.14.4 Model Submikroskopik	1039
11.14.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	1040
11.14.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1040
11.14.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1041
11.14.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1042
11.14.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1043
11.14.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1044
11.14.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1044
11.14.12 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1045
11.14.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	1046
11.14.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1047
11.14.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1048
11.15 Teori VSEPR.....	1049
11.15.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1049
11.15.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1050
11.15.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1051
11.15.4 Model Submikroskopik	1052
11.15.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	1053
11.15.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1053
11.15.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1054
11.15.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1055
11.15.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1056
11.15.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1057
11.15.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1058
11.15.12 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1058
11.15.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	1059
11.15.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1060
11.15.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1061
11.16 Kepolaran Ikatan	1062
11.16.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1062
11.16.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1063
11.16.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1064

11.16.4 Model Submikroskopik	1065
11.16.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	1066
11.16.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1066
11.16.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1067
11.16.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1068
11.16.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1069
11.16.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1070
11.16.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1071
11.16.12 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1071
11.16.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	1072
11.16.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1073
11.16.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1074
11.17 Kepolaran Molekul.....	1075
11.17.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1075
11.17.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1076
11.17.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1077
11.17.4 Model Submikroskopik	1078
11.17.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	1079
11.17.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1079
11.17.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1080
11.17.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1081
11.17.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1082
11.17.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1083
11.17.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1083
11.17.12 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1084
11.17.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	1085
11.17.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1086
11.17.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1087
11.18 Gaya Antarmolekul	1088
11.18.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1088
11.18.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1089
11.18.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1090
11.18.4 Model Submikroskopik	1091

11.18.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	1092
11.18.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1092
11.18.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1093
11.18.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1094
11.18.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1095
11.18.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1096
11.18.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1097
11.18.12 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1097
11.18.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	1098
11.18.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1099
11.18.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1100
11.19 Ikatan Hidrogen	1101
11.19.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1101
11.19.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1102
11.19.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1103
11.19.4 Model Submikroskopik	1104
11.19.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	1105
11.19.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1106
11.19.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1106
11.19.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1107
11.19.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1108
11.19.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1109
11.19.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1110
11.19.12 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1111
11.19.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	1111
11.19.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1112
11.19.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1113
11.20 Hubungan Struktur dan Sifat Zat	1114
11.20.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1115
11.20.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1115
11.20.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1116
11.20.4 Model Submikroskopik	1117
11.20.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	1118

11.20.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1119
11.20.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1120
11.20.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1120
11.20.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1121
11.20.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1122
11.20.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1123
11.20.12 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1124
11.20.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	1125
11.20.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1125
11.20.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1126
11.21 Strategi Diagnosis dan Remediasi.....	1127
11.21.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1128
11.21.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1129
11.21.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1129
11.21.4 Model Submikroskopik	1130
11.21.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	1131
11.21.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1132
11.21.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1133
11.21.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1134
11.21.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1134
11.21.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1135
11.21.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1136
11.21.12 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1137
11.21.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	1138
11.21.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1139
11.21.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1139
11.22 Sintesis Bab	1140
Daftar Pustaka Bab 11.....	1141
BAB 12 MISKONSEPSI TENTANG REAKSI KIMIA DAN STOIKIOMETRI	1144
Pengantar Bab.....	1144
Peta Konseptual dan Alur Pembahasan.....	1145
12.1 Makna Persamaan Reaksi	1145
12.1.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1146

12.1.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1147
12.1.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1148
12.1.4 Model Submikroskopik	1149
12.1.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	1149
12.1.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1150
12.1.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1151
12.1.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1152
12.1.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1153
12.1.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1154
12.1.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1154
12.1.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1155
12.1.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1156
12.1.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	1157
12.1.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	1158
12.1.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1159
12.1.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1159
12.2 Koefisien dan Indeks dalam Rumus Kimia	1160
12.2.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1161
12.2.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1162
12.2.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1163
12.2.4 Model Submikroskopik	1164
12.2.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	1164
12.2.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1165
12.2.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1166
12.2.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1167
12.2.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1168
12.2.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1169
12.2.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1169
12.2.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1170
12.2.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1171
12.2.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	1172
12.2.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	1173
12.2.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1174

12.2.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1174
12.3 Penyetaraan Persamaan Reaksi.....	1175
12.3.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1176
12.3.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1177
12.3.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1178
12.3.4 Model Submikroskopik	1179
12.3.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	1179
12.3.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1180
12.3.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1181
12.3.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1182
12.3.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1183
12.3.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1184
12.3.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1185
12.3.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1185
12.3.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1186
12.3.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	1187
12.3.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	1188
12.3.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1189
12.3.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1190
12.4 Hukum Kekekalan Massa	1190
12.4.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1191
12.4.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1192
12.4.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1193
12.4.4 Model Submikroskopik	1194
12.4.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	1194
12.4.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1195
12.4.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1196
12.4.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1197
12.4.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1198
12.4.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1199
12.4.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1199
12.4.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1200
12.4.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1201

12.4.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	1202
12.4.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1203
12.4.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1203
12.4.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1204
12.5 Ar dan Mr	1205
12.5.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1206
12.5.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1207
12.5.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1207
12.5.4 Model Submikroskopik	1208
12.5.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1209
12.5.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1210
12.5.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1211
12.5.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1212
12.5.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1212
12.5.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1213
12.5.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1214
12.5.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1215
12.5.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1216
12.5.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	1217
12.5.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah	1217
12.5.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1218
12.5.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1219
12.6 Konsep Mol	1220
12.6.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1221
12.6.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1221
12.6.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1222
12.6.4 Model Submikroskopik	1223
12.6.5 Bahasa Simbolik dan Matematis	1224
12.6.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1225
12.6.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1226
12.6.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1226
12.6.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1227
12.6.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1228

12.6.11	Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1229
12.6.12	Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1230
12.6.13	Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1230
12.6.14	Analisis Respons dan Peta Bukti	1231
12.6.15	Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	1232
12.6.16	Remediasi dengan Representasi Majemuk	1233
12.6.17	Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1234
12.7	Bilangan Avogadro	1235
12.7.1	Definisi Operasional dan Batas Konsep	1235
12.7.2	Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1236
12.7.3	Fenomena Makroskopik yang Relevan	1237
12.7.4	Model Submikroskopik	1238
12.7.5	Bahasa Simbolik dan Matematis.....	1239
12.7.6	Koordinasi Antarrepresentasi	1239
12.7.7	Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1240
12.7.8	Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1241
12.7.9	Variasi Pola Penalaran Alternatif	1242
12.7.10	Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1243
12.7.11	Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1244
12.7.12	Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1244
12.7.13	Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1245
12.7.14	Analisis Respons dan Peta Bukti	1246
12.7.15	Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	1247
12.7.16	Remediasi dengan Representasi Majemuk	1248
12.7.17	Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1249
12.8	Massa Molar	1249
12.8.1	Definisi Operasional dan Batas Konsep	1250
12.8.2	Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1251
12.8.3	Fenomena Makroskopik yang Relevan	1252
12.8.4	Model Submikroskopik	1253
12.8.5	Bahasa Simbolik dan Matematis.....	1253
12.8.6	Koordinasi Antarrepresentasi	1254
12.8.7	Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1255

12.8.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1256
12.8.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1257
12.8.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1257
12.8.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1258
12.8.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1259
12.8.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1260
12.8.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	1261
12.8.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	1262
12.8.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1262
12.8.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1263
12.9 Volume Molar Gas	1264
12.9.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1265
12.9.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1266
12.9.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1266
12.9.4 Model Submikroskopik	1267
12.9.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	1268
12.9.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1269
12.9.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1270
12.9.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1271
12.9.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1271
12.9.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1272
12.9.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1273
12.9.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1274
12.9.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1275
12.9.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	1276
12.9.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	1276
12.9.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1277
12.9.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1278
12.10 Hubungan Mol, Massa, Partikel, dan Volume	1279
12.10.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1280
12.10.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1281
12.10.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1281
12.10.4 Model Submikroskopik	1282

12.10.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	1283
12.10.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1284
12.10.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1285
12.10.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1286
12.10.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1287
12.10.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1287
12.10.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1288
12.10.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1289
12.10.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1290
12.10.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	1291
12.10.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	1292
12.10.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1292
12.10.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1293
12.11 Perbandingan Stoikiometri	1294
12.11.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1295
12.11.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1296
12.11.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1297
12.11.4 Model Submikroskopik	1297
12.11.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	1298
12.11.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1299
12.11.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1300
12.11.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1301
12.11.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1302
12.11.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1303
12.11.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1303
12.11.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1304
12.11.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1305
12.11.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	1306
12.11.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	1307
12.11.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1308
12.11.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1308
12.12 Pereaksi Pembatas.....	1309
12.12.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1310

12.12.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1311
12.12.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1312
12.12.4 Model Submikroskopik	1313
12.12.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	1313
12.12.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1314
12.12.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1315
12.12.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1316
12.12.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1317
12.12.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1318
12.12.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1319
12.12.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1319
12.12.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1320
12.12.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	1321
12.12.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	1322
12.12.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1323
12.12.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1324
12.13 Pereaksi Berlebih	1324
12.13.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1325
12.13.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1326
12.13.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan.....	1327
12.13.4 Model Submikroskopik	1328
12.13.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	1328
12.13.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1329
12.13.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1330
12.13.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1331
12.13.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1332
12.13.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1333
12.13.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1333
12.13.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1334
12.13.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1335
12.13.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	1336
12.13.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	1337
12.13.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1337

12.13.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1338
12.14 Persen Hasil.....	1339
12.14.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1340
12.14.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1341
12.14.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1342
12.14.4 Model Submikroskopik	1342
12.14.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	1343
12.14.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1344
12.14.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1345
12.14.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1346
12.14.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1347
12.14.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1348
12.14.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1348
12.14.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1349
12.14.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1350
12.14.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	1351
12.14.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	1352
12.14.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1353
12.14.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1353
12.15 Rumus Empiris dan Rumus Molekul	1354
12.15.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1355
12.15.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1356
12.15.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1357
12.15.4 Model Submikroskopik	1357
12.15.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	1358
12.15.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1359
12.15.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1360
12.15.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1361
12.15.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1362
12.15.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1362
12.15.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1363
12.15.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1364
12.15.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1365

12.15.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	1366
12.15.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	1367
12.15.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1367
12.15.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1368
12.16 Stoikiometri Larutan	1369
12.16.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1370
12.16.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1371
12.16.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1371
12.16.4 Model Submikroskopik	1372
12.16.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	1373
12.16.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1374
12.16.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1375
12.16.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1375
12.16.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1376
12.16.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1377
12.16.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1378
12.16.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1379
12.16.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1379
12.16.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	1380
12.16.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	1381
12.16.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1382
12.16.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1383
12.17 Algoritma tanpa Pemahaman Konseptual.....	1383
12.17.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1384
12.17.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1385
12.17.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1386
12.17.4 Model Submikroskopik	1387
12.17.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	1388
12.17.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1388
12.17.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1389
12.17.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1390
12.17.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1391
12.17.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1392

12.17.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1393
12.17.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1393
12.17.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1394
12.17.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	1395
12.17.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	1396
12.17.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1397
12.17.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1398
12.18 Strategi Diagnosis dan Remediasi.....	1398
12.18.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep	1399
12.18.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat	1400
12.18.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan	1401
12.18.4 Model Submikroskopik	1402
12.18.5 Bahasa Simbolik dan Matematis.....	1403
12.18.6 Koordinasi Antarrepresentasi	1403
12.18.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas	1404
12.18.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul	1405
12.18.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif	1406
12.18.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi	1407
12.18.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka	1408
12.18.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan	1408
12.18.13 Diagnosis dengan Gambar, Model, atau Predict-Observe-Explain	1409
12.18.14 Analisis Respons dan Peta Bukti	1410
12.18.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah.....	1411
12.18.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk	1412
12.18.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut	1413
12.19 Sintesis Bab	1413
Daftar Pustaka Bab 12.....	1414
GLOSARIUM	1417

BAGIAN III
MISKONSEPSI PADA KONSEP KIMIA KELAS X

BAB 8

MISKONSEPSI TENTANG HAKIKAT MATERI DAN PERUBAHANNYA

Pengantar Bab

Konsep materi dan perubahannya merupakan fondasi bagi pembelajaran kimia karena menjadi jembatan antara pengalaman sehari-hari, model partikel, dan bahasa simbolik. Kesalahan pada fondasi ini mudah merambat ke struktur atom, ikatan kimia, stoikiometri, termokimia, kesetimbangan, dan kimia larutan.

Bab ini mengkaji konsepsi alternatif peserta didik tentang materi, zat, benda, partikel, klasifikasi materi, perubahan fisika dan kimia, kekekalan massa, perubahan wujud, pelarutan, serta pemisahan campuran. Setiap subbab menautkan analisis konsep dengan pola miskonsepsi, sumber kemunculan, bukti diagnosis, dan rancangan remediasi.

Pembahasan disusun dengan kerangka makroskopik-submikroskopik-simbolik. Setiap konsep dianalisis dari definisi, hubungan antarkonsep, pola miskonsepsi, sumber konsepsi alternatif, instrumen diagnosis, strategi perubahan konseptual, dan evaluasi transfer. Kerangka ini mengikuti pandangan bahwa pemahaman kimia menuntut koordinasi berbagai representasi, bukan penguasaan satu bentuk representasi secara terpisah.

Istilah miskonsepsi dalam buku ini digunakan sebagai kategori analitis terhadap pola respons yang relatif konsisten dan diyakini, bukan sebagai identitas peserta didik. Jawaban salah dapat berasal dari ketidaktahuan, kelalaian, masalah bahasa, kesalahan hitung, atau beban kognitif. Oleh sebab itu, klaim diagnostik harus ditopang oleh beberapa bukti dan selalu diarahkan pada tindakan pedagogis yang konstruktif.

Referensi ilmiah pada bab ini dipilih dari terminologi resmi, buku terbuka yang dapat diakses, monograf pendidikan kimia, dan artikel jurnal yang mempunyai DOI aktif. Daftar pustaka bab memuat tautan stabil sehingga pembaca dapat memeriksa sumber asli dan memperbarui kajian secara bertanggung jawab.

Ringkasan Diagnostik

Orientasi analisis: konsep ilmiah, miskonsepsi, sumber, diagnosis, dan remediasi.

Tingkat representasi: makroskopik, submikroskopik, simbolik, dan kuantitatif.

Prinsip bukti: satu jawaban tidak cukup untuk menetapkan miskonsepsi.

Prinsip etika: hasil diagnosis digunakan untuk dukungan belajar, bukan stigmatisasi.

Peta Konseptual dan Alur Pembahasan

Bab dimulai dari penetapan batas konsep. Definisi dioperasionalkan melalui contoh, noncontoh, dan kasus batas agar peserta didik tidak hanya mengulang kalimat buku teks. Selanjutnya, konsep ditempatkan dalam jaringan prasyarat dan konsep lanjutan sehingga guru dapat mengenali miskonsepsi yang bersifat akar maupun turunan.

Tahap berikutnya membandingkan bukti makroskopik dengan model submikroskopik dan notasi simbolik. Translasi antarrepresentasi diperlakukan sebagai kompetensi tersendiri. Kesalahan translasi sering menjadi sumber jawaban semu-benar: hasil hitung tepat, tetapi makna partikel atau besaran tidak dipahami.

Setelah pola miskonsepsi dan sumbernya dipetakan, pembahasan beralih ke diagnosis. Pertanyaan terbuka, tes bertingkat, gambar, Predict-Observe-Explain, dan wawancara digunakan secara komplementer. Interpretasi mempertimbangkan keyakinan, konsistensi, konteks, dan kemungkinan penjelasan alternatif.

Remediasi dirancang sebagai siklus elisitasi, konfrontasi berbasis bukti, konstruksi model pengganti, aplikasi, refleksi, dan rediagnosis. Keberhasilan tidak hanya dilihat dari skor segera, tetapi juga dari retensi dan transfer pada konteks yang berbeda.

Tahap	Pertanyaan Kunci	Bukti yang Dicari	Keputusan Pedagogis
Elisitasi	Apa yang dipikirkan peserta didik?	Jawaban, alasan, gambar, keyakinan	Menentukan konsepsi awal
Analisis	Mengapa respons itu muncul?	Konsistensi dan sumber penalaran	Membedakan salah biasa dan miskonsepsi
Remediasi	Model apa yang perlu dibangun?	Respons terhadap bukti dan representasi	Memilih scaffolding
Rediagnosis	Apakah perubahan bertahan?	Transfer dan retensi	Menentukan tindak lanjut

8.1 Materi, Zat, Benda, dan Partikel

Subbab ini membahas materi, zat, benda, dan partikel sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Materi adalah segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang; zat adalah jenis materi dengan komposisi serta sifat tertentu; benda adalah objek makroskopik yang tersusun dari satu atau lebih zat; partikel merupakan istilah model untuk entitas mikroskopik penyusun zat.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup klasifikasi materi, model partikel, bahasa ilmiah dan bahasa sehari-hari. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa materi disamakan dengan benda yang dapat dipegang dan bahwa zat dianggap hanya berupa cairan. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks gelas sebagai benda dan kaca sebagai zat, air di dalam botol sebagai zat yang menempati wadah, dan model partikel oksigen di dalam ruang tertutup dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan tabel contoh-noncontoh, memisahkan tingkat makroskopik dan submikroskopik secara eksplisit, dan menggunakan benda sehari-hari yang tersusun oleh beberapa zat. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengkoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Materi adalah segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang; zat adalah jenis materi dengan komposisi serta sifat tertentu; benda adalah objek makroskopik yang tersusun dari satu atau lebih zat; partikel merupakan istilah model untuk entitas mikroskopik penyusun zat.

Pertanyaan diagnosis utama: meminta peserta didik mengelompokkan nama objek dan nama zat disertai alasan.

Remediasi awal: menggunakan tabel contoh-noncontoh.

8.1.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks materi, zat, benda, dan partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi adalah segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang; zat adalah jenis materi dengan komposisi serta sifat tertentu; benda adalah objek makroskopik yang tersusun dari satu atau lebih zat; partikel merupakan istilah model untuk entitas mikroskopik penyusun zat.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh gelas sebagai benda dan kaca sebagai zat dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan air di dalam botol sebagai zat yang menempati wadah. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan klasifikasi materi serta model partikel perlu dibuat eksplisit.

Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa gelas sebagai benda dan kaca sebagai zat termasuk contoh yang relevan, mengapa air di dalam botol sebagai zat yang menempati wadah perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep klasifikasi materi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik mengelompokkan nama objek dan nama zat disertai alasan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel contoh-noncontoh. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: materi disamakan dengan benda yang dapat dipegang. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik mengelompokkan nama objek dan nama zat disertai alasan.

8.1.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebutkan definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks materi, zat, benda, dan partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi adalah segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang; zat adalah jenis materi dengan komposisi serta sifat tertentu; benda adalah objek makroskopik yang tersusun dari satu atau lebih zat; partikel merupakan istilah model untuk entitas mikroskopik penyusun zat.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh air di dalam botol sebagai zat yang menempati wadah dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan model partikel oksigen di dalam ruang tertutup. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan model partikel serta bahasa ilmiah dan bahasa sehari-hari perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa air di dalam botol sebagai zat yang menempati wadah termasuk contoh yang relevan, mengapa model partikel oksigen di dalam ruang tertutup perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model partikel secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta gambar tingkat partikel untuk sebuah benda majemuk, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memisahkan tingkat makroskopik dan submikroskopik secara eksplisit. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: zat dianggap hanya berupa cairan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta gambar tingkat partikel untuk sebuah benda majemuk.

8.1.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks materi, zat, benda, dan partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi adalah segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang; zat adalah jenis materi dengan komposisi serta sifat tertentu; benda adalah objek makroskopik yang tersusun dari satu atau lebih zat; partikel merupakan istilah model untuk entitas mikroskopik penyusun zat.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh model partikel oksigen di dalam ruang tertutup dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan gelas sebagai benda dan kaca sebagai zat. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan bahasa ilmiah dan bahasa sehari-hari serta klasifikasi materi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada model partikel oksigen di dalam ruang tertutup. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi

yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menelusuri arti istilah partikel dalam jawaban verbal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan benda sehari-hari yang tersusun oleh beberapa zat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel dipahami sebagai serpihan sangat kecil yang masih memiliki sifat makroskopik bahan. Bukti dapat diperoleh dengan menelusuri arti istilah partikel dalam jawaban verbal.

8.1.4 Model Submikroskopik

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks materi, zat, benda, dan partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi adalah segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang; zat adalah jenis materi dengan komposisi serta sifat tertentu; benda adalah objek makroskopik yang tersusun dari satu atau lebih zat; partikel merupakan istilah model untuk entitas mikroskopik penyusun zat.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Contoh gelas sebagai benda dan kaca sebagai zat dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan air di dalam botol sebagai zat yang menempati wadah. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan klasifikasi materi serta model partikel perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada gelas sebagai benda dan kaca sebagai zat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik mengelompokkan nama objek dan nama zat disertai alasan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel contoh-noncontoh. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua benda dianggap tersusun oleh satu jenis zat. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik mengelompokkan nama objek dan nama zat disertai alasan.

8.1.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks materi, zat, benda, dan partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi adalah segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang; zat adalah jenis materi dengan komposisi serta sifat tertentu; benda adalah objek makroskopik yang tersusun dari satu atau lebih zat; partikel merupakan istilah model untuk entitas mikroskopik penyusun zat.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh air di dalam botol sebagai zat yang menempati wadah dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan model partikel oksigen di dalam ruang tertutup. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan model partikel serta bahasa ilmiah dan bahasa sehari-hari perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada air di dalam botol sebagai zat yang menempati wadah. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta gambar tingkat partikel untuk sebuah benda majemuk, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memisahkan tingkat makroskopik dan submikroskopik secara eksplisit. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh

latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: materi disamakan dengan benda yang dapat dipegang. Bukti dapat diperoleh dengan meminta gambar tingkat partikel untuk sebuah benda majemuk.

8.1.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks materi, zat, benda, dan partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi adalah segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang; zat adalah jenis materi dengan komposisi serta sifat tertentu; benda adalah objek makroskopik yang tersusun dari satu atau lebih zat; partikel merupakan istilah model untuk entitas mikroskopik penyusun zat.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh model partikel oksigen di dalam ruang tertutup dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan gelas sebagai benda dan kaca sebagai zat. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan bahasa ilmiah dan bahasa sehari-hari serta klasifikasi materi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada model partikel oksigen di dalam ruang tertutup. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menelusuri arti istilah partikel dalam jawaban verbal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan benda sehari-hari yang tersusun oleh beberapa zat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: zat dianggap hanya berupa cairan. Bukti dapat diperoleh dengan menelusuri arti istilah partikel dalam jawaban verbal.

8.1.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebutkan definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks materi, zat, benda, dan partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi adalah segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang; zat adalah jenis materi dengan komposisi serta sifat tertentu; benda adalah objek makroskopik yang tersusun dari satu atau lebih zat; partikel merupakan istilah model untuk entitas mikroskopik penyusun zat.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh gelas sebagai benda dan kaca sebagai zat dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan air di dalam botol sebagai zat yang menempati wadah. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan klasifikasi materi serta model partikel perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada gelas sebagai benda dan kaca sebagai zat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik mengelompokkan nama objek dan nama zat disertai alasan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel contoh-noncontoh. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel dipahami sebagai serpihan sangat kecil yang masih memiliki sifat makroskopik bahan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik mengelompokkan nama objek dan nama zat disertai alasan.

8.1.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks materi, zat, benda, dan partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi adalah segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang; zat adalah jenis materi dengan komposisi serta sifat tertentu; benda adalah objek makroskopik yang tersusun dari satu atau lebih zat; partikel merupakan istilah model untuk entitas mikroskopik penyusun zat.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa semua benda dianggap tersusun oleh satu jenis zat. Variasi lain menyatakan bahwa materi disamakan dengan benda yang dapat dipegang. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa air di dalam botol sebagai zat yang menempati wadah termasuk contoh yang relevan, mengapa model partikel oksigen di dalam ruang tertutup perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model partikel secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta gambar tingkat partikel untuk sebuah benda majemuk, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memisahkan tingkat makroskopik dan submikroskopik secara eksplisit. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua benda dianggap tersusun oleh satu jenis zat. Bukti dapat diperoleh dengan meminta gambar tingkat partikel untuk sebuah benda majemuk.

8.1.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks materi, zat, benda, dan partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi adalah segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang; zat adalah jenis materi dengan komposisi serta sifat tertentu;

benda adalah objek makroskopik yang tersusun dari satu atau lebih zat; partikel merupakan istilah model untuk entitas mikroskopik penyusun zat.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa materi disamakan dengan benda yang dapat dipegang. Variasi lain menyatakan bahwa zat dianggap hanya berupa cairan. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa model partikel oksigen di dalam ruang tertutup termasuk contoh yang relevan, mengapa gelas sebagai benda dan kaca sebagai zat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep bahasa ilmiah dan bahasa sehari-hari secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menelusuri arti istilah partikel dalam jawaban verbal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan benda sehari-hari yang tersusun oleh beberapa zat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: materi disamakan dengan benda yang dapat dipegang. Bukti dapat diperoleh dengan menelusuri arti istilah partikel dalam jawaban verbal.

8.1.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks materi, zat, benda, dan partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi adalah segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang; zat adalah jenis materi dengan komposisi serta sifat tertentu; benda adalah objek makroskopik yang tersusun dari satu atau lebih zat; partikel merupakan istilah model untuk entitas mikroskopik penyusun zat.. Fokus sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa zat dianggap hanya berupa cairan. Variasi lain menyatakan bahwa partikel dipahami sebagai serpihan sangat kecil yang masih memiliki sifat makroskopik bahan. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa gelas sebagai benda dan kaca sebagai zat termasuk contoh yang relevan, mengapa air di dalam botol sebagai zat yang menempati wadah perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep klasifikasi materi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik mengelompokkan nama objek dan nama zat disertai alasan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel contoh-noncontoh. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: zat dianggap hanya berupa cairan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik mengelompokkan nama objek dan nama zat disertai alasan.

8.1.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks materi, zat, benda, dan partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi adalah segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang; zat adalah jenis materi dengan komposisi serta sifat tertentu; benda adalah objek makroskopik yang tersusun dari satu atau lebih zat; partikel merupakan istilah model untuk entitas mikroskopik penyusun zat.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa partikel dipahami sebagai serpihan sangat kecil yang masih memiliki sifat makroskopik bahan. Variasi lain menyatakan bahwa semua benda dianggap tersusun oleh satu jenis zat. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada air di dalam botol sebagai zat yang menempati wadah. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta gambar tingkat partikel untuk sebuah benda majemuk, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memisahkan tingkat makroskopik dan submikroskopik secara eksplisit. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel dipahami sebagai serpihan sangat kecil yang masih memiliki sifat makroskopik bahan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta gambar tingkat partikel untuk sebuah benda majemuk.

8.1.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks materi, zat, benda, dan partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi adalah segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang; zat adalah jenis materi dengan komposisi serta sifat tertentu; benda adalah objek makroskopik yang tersusun dari satu atau lebih zat; partikel merupakan istilah model untuk entitas mikroskopik penyusun zat.. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa semua benda dianggap tersusun oleh satu jenis zat. Variasi lain menyatakan bahwa materi disamakan dengan benda yang dapat dipegang. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa model partikel oksigen di dalam ruang tertutup termasuk contoh yang relevan, mengapa gelas sebagai benda dan kaca sebagai zat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep bahasa ilmiah dan bahasa sehari-hari secara konsisten dan tidak

menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menelusuri arti istilah partikel dalam jawaban verbal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan benda sehari-hari yang tersusun oleh beberapa zat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua benda dianggap tersusun oleh satu jenis zat. Bukti dapat diperoleh dengan menelusuri arti istilah partikel dalam jawaban verbal.

8.1.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks materi, zat, benda, dan partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi adalah segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang; zat adalah jenis materi dengan komposisi serta sifat tertentu; benda adalah objek makroskopik yang tersusun dari satu atau lebih zat; partikel merupakan istilah model untuk entitas mikroskopik penyusun zat.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta peserta didik mengelompokkan nama objek dan nama zat disertai alasan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa materi disamakan dengan benda yang dapat dipegang tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa gelas sebagai benda dan kaca sebagai zat termasuk contoh yang relevan, mengapa air di dalam botol sebagai zat yang menempati wadah perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep klasifikasi materi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik mengelompokkan nama objek dan nama zat disertai alasan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel contoh-noncontoh. Setelah pembelajaran, rediagnosis

perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: materi disamakan dengan benda yang dapat dipegang. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik mengelompokkan nama objek dan nama zat disertai alasan.

8.1.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks materi, zat, benda, dan partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi adalah segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang; zat adalah jenis materi dengan komposisi serta sifat tertentu; benda adalah objek makroskopik yang tersusun dari satu atau lebih zat; partikel merupakan istilah model untuk entitas mikroskopik penyusun zat.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta gambar tingkat partikel untuk sebuah benda majemuk. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa zat dianggap hanya berupa cairan tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa air di dalam botol sebagai zat yang menempati wadah termasuk contoh yang relevan, mengapa model partikel oksigen di dalam ruang tertutup perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model partikel secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta gambar tingkat partikel untuk sebuah benda majemuk, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memisahkan tingkat makroskopik dan submikroskopik secara eksplisit. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti

hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: zat dianggap hanya berupa cairan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta gambar tingkat partikel untuk sebuah benda majemuk.

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

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks materi, zat, benda, dan partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi adalah segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang; zat adalah jenis materi dengan komposisi serta sifat tertentu; benda adalah objek makroskopik yang tersusun dari satu atau lebih zat; partikel merupakan istilah model untuk entitas mikroskopik penyusun zat.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menelusuri arti istilah partikel dalam jawaban verbal. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa partikel dipahami sebagai serpihan sangat kecil yang masih memiliki sifat makroskopik bahan tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada model partikel oksigen di dalam ruang tertutup. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menelusuri arti istilah partikel dalam jawaban verbal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan benda sehari-hari yang tersusun oleh beberapa zat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel dipahami sebagai serpihan sangat kecil yang masih memiliki sifat makroskopik bahan. Bukti dapat diperoleh dengan menelusuri arti istilah partikel dalam jawaban verbal.

8.1.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks materi, zat, benda, dan partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi adalah segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang; zat adalah jenis materi dengan komposisi serta sifat tertentu; benda adalah objek makroskopik yang tersusun dari satu atau lebih zat; partikel merupakan istilah model untuk entitas mikroskopik penyusun zat.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta peserta didik mengelompokkan nama objek dan nama zat disertai alasan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa semua benda dianggap tersusun oleh satu jenis zat tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa gelas sebagai benda dan kaca sebagai zat termasuk contoh yang relevan, mengapa air di dalam botol sebagai zat yang menempati wadah perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep klasifikasi materi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik mengelompokkan nama objek dan nama zat disertai alasan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel contoh-noncontoh. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua benda dianggap tersusun oleh satu jenis zat. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik mengelompokkan nama objek dan nama zat disertai alasan.

8.1.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks materi, zat, benda, dan partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi

adalah segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang; zat adalah jenis materi dengan komposisi serta sifat tertentu; benda adalah objek makroskopik yang tersusun dari satu atau lebih zat; partikel merupakan istilah model untuk entitas mikroskopik penyusun zat.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Remediasi dapat dirancang dengan cara memisahkan tingkat makroskopik dan submikroskopik secara eksplisit. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa air di dalam botol sebagai zat yang menempati wadah termasuk contoh yang relevan, mengapa model partikel oksigen di dalam ruang tertutup perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model partikel secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta gambar tingkat partikel untuk sebuah benda majemuk, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memisahkan tingkat makroskopik dan submikroskopik secara eksplisit. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: materi disamakan dengan benda yang dapat dipegang. Bukti dapat diperoleh dengan meminta gambar tingkat partikel untuk sebuah benda majemuk.

8.1.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks materi, zat, benda, dan partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi adalah segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang; zat adalah jenis materi dengan komposisi serta sifat tertentu; benda adalah objek makroskopik yang tersusun dari satu atau lebih zat; partikel merupakan istilah model untuk entitas mikroskopik penyusun zat.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala

pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan benda sehari-hari yang tersusun oleh beberapa zat. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada model partikel oksigen di dalam ruang tertutup. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menelusuri arti istilah partikel dalam jawaban verbal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan benda sehari-hari yang tersusun oleh beberapa zat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: zat dianggap hanya berupa cairan. Bukti dapat diperoleh dengan menelusuri arti istilah partikel dalam jawaban verbal.

8.1.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks materi, zat, benda, dan partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi adalah segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang; zat adalah jenis materi dengan komposisi serta sifat tertentu; benda adalah objek makroskopik yang tersusun dari satu atau lebih zat; partikel merupakan istilah model untuk entitas mikroskopik penyusun zat.. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan untuk menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan tabel contoh-noncontoh. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada

demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada gelas sebagai benda dan kaca sebagai zat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik mengelompokkan nama objek dan nama zat disertai alasan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel contoh-noncontoh. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel dipahami sebagai serpihan sangat kecil yang masih memiliki sifat makroskopik bahan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik mengelompokkan nama objek dan nama zat disertai alasan.

8.1.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks materi, zat, benda, dan partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi adalah segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang; zat adalah jenis materi dengan komposisi serta sifat tertentu; benda adalah objek makroskopik yang tersusun dari satu atau lebih zat; partikel merupakan istilah model untuk entitas mikroskopik penyusun zat.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Remediasi dapat dirancang dengan cara memisahkan tingkat makroskopik dan submikroskopik secara eksplisit. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa air di dalam botol sebagai zat yang menempati wadah termasuk contoh yang

relevan, mengapa model partikel oksigen di dalam ruang tertutup perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model partikel secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta gambar tingkat partikel untuk sebuah benda majemuk, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memisahkan tingkat makroskopik dan submikroskopik secara eksplisit. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua benda dianggap tersusun oleh satu jenis zat. Bukti dapat diperoleh dengan meminta gambar tingkat partikel untuk sebuah benda majemuk.

8.2 Materi Bersifat Kontinu atau Partikulat

Subbab ini membahas materi bersifat kontinu atau partikulat sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Materi tampak kontinu pada skala inderawi, tetapi model ilmiah menjelaskan bahwa materi tersusun atas partikel diskret dengan ruang antarpartikel dan interaksi tertentu.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup teori kinetik partikel, wujud zat, perubahan fisika. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa zat dianggap memenuhi ruang tanpa celah sama sekali dan bahwa ruang antarpartikel dianggap berisi udara. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks kompresi gas dalam suntikan tertutup, difusi bau di ruangan, dan pemuatan logam tanpa perubahan ukuran atom secara bermakna dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan animasi PNM yang dikaitkan dengan observasi, mengoreksi gambar partikel bersama kelas, dan menggunakan analogi dengan menyatakan batas analogi. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Materi tampak kontinu pada skala inderawi, tetapi model ilmiah menjelaskan bahwa materi tersusun atas partikel diskret dengan ruang antarpartikel dan interaksi tertentu.

Pertanyaan diagnosis utama: meminta gambar sebelum dan sesudah kompresi atau pemanasan.

Remediasi awal: menggunakan animasi PNM yang dikaitkan dengan observasi.

8.2.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks materi bersifat kontinu atau partikulat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi tampak kontinu pada skala inderawi, tetapi model ilmiah menjelaskan bahwa materi tersusun atas partikel diskret dengan ruang antarpartikel dan interaksi tertentu.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh pemuatan logam tanpa perubahan ukuran atom secara bermakna dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan kompresi gas dalam suntikan tertutup. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan perubahan fisika serta teori kinetik partikel perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pemuatan logam tanpa perubahan ukuran atom secara bermakna termasuk contoh yang relevan, mengapa kompresi gas dalam suntikan tertutup perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep perubahan fisika secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan penjelasan kontinu dan partikulat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan analogi dengan menyatakan batas analogi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya

digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: zat dianggap memenuhi ruang tanpa celah sama sekali. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan penjelasan kontinu dan partikulat.

8.2.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks materi bersifat kontinu atau partikulat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi tampak kontinu pada skala inderawi, tetapi model ilmiah menjelaskan bahwa materi tersusun atas partikel diskret dengan ruang antarpartikel dan interaksi tertentu.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh kompresi gas dalam suntikan tertutup dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan difusi bau di ruangan. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan teori kinetik partikel serta wujud zat perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kompresi gas dalam suntikan tertutup termasuk contoh yang relevan, mengapa difusi bau di ruangan perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep teori kinetik partikel secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta gambar sebelum dan sesudah kompresi atau pemanasan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan animasi PNM yang dikaitkan dengan observasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ruang antarpartikel dianggap berisi udara. Bukti dapat diperoleh dengan meminta gambar sebelum dan sesudah kompresi atau pemanasan.

8.2.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks materi bersifat kontinu atau partikulat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi tampak kontinu pada skala inderawi, tetapi model ilmiah menjelaskan bahwa materi tersusun atas partikel diskret dengan ruang antarpartikel dan interaksi tertentu.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh difusi bau di ruangan dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pemuaian logam tanpa perubahan ukuran atom secara bermakna. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan wujud zat serta perubahan fisika perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada difusi bau di ruangan. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan isi ruang di antara partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengoreksi gambar partikel bersama kelas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel zat padat dianggap tidak bergerak. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan isi ruang di antara partikel.

8.2.4 Model Submikroskopik

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks materi bersifat kontinu atau partikulat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi tampak kontinu pada skala inderawi, tetapi model ilmiah menjelaskan bahwa materi tersusun atas partikel diskret dengan ruang antarpartikel dan interaksi tertentu.. Fokus model submikroskopik diarahkan

untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Contoh pemuaian logam tanpa perubahan ukuran atom secara bermakna dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan kompresi gas dalam suntikan tertutup. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan perubahan fisika serta teori kinetik partikel perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pemuaian logam tanpa perubahan ukuran atom secara bermakna. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan penjelasan kontinu dan partikulat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan analogi dengan menyatakan batas analogi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel membesar ketika zat memuai. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan penjelasan kontinu dan partikulat.

8.2.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks materi bersifat kontinu atau partikulat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi tampak kontinu pada skala inderawi, tetapi model ilmiah menjelaskan bahwa materi tersusun atas partikel diskret dengan ruang antarpartikel dan interaksi tertentu.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh kompresi gas dalam suntikan tertutup dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan difusi bau di ruangan. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan teori kinetik partikel serta wujud zat perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada kompresi gas dalam suntikan tertutup. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta gambar sebelum dan sesudah kompresi atau pemanasan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan animasi PNM yang dikaitkan dengan observasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: zat dianggap memenuhi ruang tanpa celah sama sekali. Bukti dapat diperoleh dengan meminta gambar sebelum dan sesudah kompresi atau pemanasan.

8.2.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks materi bersifat kontinu atau partikulat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi tampak kontinu pada skala inderawi, tetapi model ilmiah menjelaskan bahwa materi tersusun atas partikel diskret dengan ruang antarpartikel dan interaksi tertentu.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh difusi bau di ruangan dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pemuatan logam tanpa perubahan ukuran atom secara bermakna. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan wujud zat serta perubahan fisika perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada difusi bau di ruangan. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan isi ruang di antara partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengoreksi gambar partikel bersama kelas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ruang antarpartikel dianggap berisi udara. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan isi ruang di antara partikel.

8.2.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks materi bersifat kontinu atau partikulat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi tampak kontinu pada skala inderawi, tetapi model ilmiah menjelaskan bahwa materi tersusun atas partikel diskret dengan ruang antarpartikel dan interaksi tertentu.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh pemuatan logam tanpa perubahan ukuran atom secara bermakna dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan kompresi gas dalam suntikan tertutup. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan perubahan fisika serta teori kinetik partikel perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pemuatan logam tanpa perubahan ukuran atom secara bermakna. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna

literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan penjelasan kontinu dan partikulat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan analogi dengan menyatakan batas analogi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel zat padat dianggap tidak bergerak. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan penjelasan kontinu dan partikulat.

8.2.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks materi bersifat kontinu atau partikulat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi tampak kontinu pada skala inderawi, tetapi model ilmiah menjelaskan bahwa materi tersusun atas partikel diskret dengan ruang antarpartikel dan interaksi tertentu.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa partikel membesar ketika zat memuai. Variasi lain menyatakan bahwa zat dianggap memenuhi ruang tanpa celah sama sekali. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kompresi gas dalam suntikan tertutup termasuk contoh yang relevan, mengapa difusi bau di ruangan perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep teori kinetik partikel secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta gambar sebelum dan sesudah kompresi atau pemanasan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan animasi PNM yang dikaitkan dengan observasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan.

Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel membesar ketika zat memuai. Bukti dapat diperoleh dengan meminta gambar sebelum dan sesudah kompresi atau pemanasan.

8.2.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks materi bersifat kontinu atau partikulat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi tampak kontinu pada skala inderawi, tetapi model ilmiah menjelaskan bahwa materi tersusun atas partikel diskret dengan ruang antarpartikel dan interaksi tertentu. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa zat dianggap memenuhi ruang tanpa celah sama sekali. Variasi lain menyatakan bahwa ruang antarpartikel dianggap berisi udara. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa difusi bau di ruangan termasuk contoh yang relevan, mengapa pemuaian logam tanpa perubahan ukuran atom secara bermakna perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep wujud zat secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan isi ruang di antara partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengoreksi gambar partikel bersama kelas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: zat dianggap memenuhi ruang tanpa celah sama sekali. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan isi ruang di antara partikel.

8.2.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks materi bersifat kontinu atau partikulat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi tampak kontinu pada skala inderawi, tetapi model ilmiah menjelaskan bahwa materi tersusun atas partikel diskret dengan ruang antarpartikel dan interaksi tertentu.. Fokus sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa ruang antarpartikel dianggap berisi udara. Variasi lain menyatakan bahwa partikel zat padat dianggap tidak bergerak. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pemuaian logam tanpa perubahan ukuran atom secara bermakna termasuk contoh yang relevan, mengapa kompresi gas dalam suntikan tertutup perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep perubahan fisika secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan penjelasan kontinu dan partikulat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan analogi dengan menyatakan batas analogi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ruang antarpartikel dianggap berisi udara. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan penjelasan kontinu dan partikulat.

8.2.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pembahasan ini perlu dimulai dari pembedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks materi bersifat kontinu atau partikulat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi tampak kontinu pada skala inderawi, tetapi model ilmiah menjelaskan bahwa materi tersusun atas partikel diskret dengan ruang antarpartikel dan interaksi tertentu.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat

direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa partikel zat padat dianggap tidak bergerak. Variasi lain menyatakan bahwa partikel membesar ketika zat memuai. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada kompresi gas dalam suntikan tertutup. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta gambar sebelum dan sesudah kompresi atau pemanasan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan animasi PNM yang dikaitkan dengan observasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel zat padat dianggap tidak bergerak. Bukti dapat diperoleh dengan meminta gambar sebelum dan sesudah kompresi atau pemanasan.

8.2.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks materi bersifat kontinu atau partikulat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi tampak kontinu pada skala inderawi, tetapi model ilmiah menjelaskan bahwa materi tersusun atas partikel diskret dengan ruang antarpartikel dan interaksi tertentu.. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa partikel membesar ketika zat memuai. Variasi lain menyatakan bahwa zat dianggap memenuhi ruang tanpa celah sama sekali. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar

domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa difusi bau di ruangan termasuk contoh yang relevan, mengapa pemuatan logam tanpa perubahan ukuran atom secara bermakna perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep wujud zat secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan isi ruang di antara partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengoreksi gambar partikel bersama kelas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel membesar ketika zat memuai. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan isi ruang di antara partikel.

8.2.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks materi bersifat kontinu atau partikulat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi tampak kontinu pada skala inderawi, tetapi model ilmiah menjelaskan bahwa materi tersusun atas partikel diskret dengan ruang antarpartikel dan interaksi tertentu.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan penjelasan kontinu dan partikulat. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa zat dianggap memenuhi ruang tanpa celah sama sekali tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pemuatan logam tanpa perubahan ukuran atom secara bermakna termasuk contoh yang relevan, mengapa kompresi gas dalam suntikan tertutup perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya

menggunakan konsep perubahan fisika secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan penjelasan kontinu dan partikulat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan analogi dengan menyatakan batas analogi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: zat dianggap memenuhi ruang tanpa celah sama sekali. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan penjelasan kontinu dan partikulat.

8.2.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks materi bersifat kontinu atau partikulat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi tampak kontinu pada skala inderawi, tetapi model ilmiah menjelaskan bahwa materi tersusun atas partikel diskret dengan ruang antarpartikel dan interaksi tertentu.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta gambar sebelum dan sesudah kompresi atau pemanasan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa ruang antarpartikel dianggap berisi udara tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kompresi gas dalam suntikan tertutup termasuk contoh yang relevan, mengapa difusi bau di ruangan perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep teori kinetik partikel secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta gambar sebelum dan sesudah kompresi atau pemanasan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi

menggunakan animasi PNM yang dikaitkan dengan observasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ruang antarpartikel dianggap berisi udara. Bukti dapat diperoleh dengan meminta gambar sebelum dan sesudah kompresi atau pemanasan.

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

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks materi bersifat kontinu atau partikulat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi tampak kontinu pada skala inderawi, tetapi model ilmiah menjelaskan bahwa materi tersusun atas partikel diskret dengan ruang antarpartikel dan interaksi tertentu.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menanyakan isi ruang di antara partikel. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa partikel zat padat dianggap tidak bergerak tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada difusi bau di ruangan. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan isi ruang di antara partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengoreksi gambar partikel bersama kelas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel zat padat dianggap tidak bergerak. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan isi ruang di antara partikel.

8.2.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks materi bersifat kontinu atau partikulat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi tampak kontinu pada skala inderawi, tetapi model ilmiah menjelaskan bahwa materi tersusun atas partikel diskret dengan ruang antarpartikel dan interaksi tertentu.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan penjelasan kontinu dan partikulat. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa partikel membesar ketika zat memuai tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pemuaian logam tanpa perubahan ukuran atom secara bermakna termasuk contoh yang relevan, mengapa kompresi gas dalam suntikan tertutup perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep perubahan fisika secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan penjelasan kontinu dan partikulat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan analogi dengan menyatakan batas analogi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel membesar ketika zat memuai. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan penjelasan kontinu dan partikulat.

8.2.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks materi bersifat kontinu atau partikulat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa

materi tampak kontinu pada skala inderawi, tetapi model ilmiah menjelaskan bahwa materi tersusun atas partikel diskret dengan ruang antarpartikel dan interaksi tertentu.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan animasi PNM yang dikaitkan dengan observasi. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kompresi gas dalam suntikan tertutup termasuk contoh yang relevan, mengapa difusi bau di ruangan perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep teori kinetik partikel secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta gambar sebelum dan sesudah kompresi atau pemanasan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan animasi PNM yang dikaitkan dengan observasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: zat dianggap memenuhi ruang tanpa celah sama sekali. Bukti dapat diperoleh dengan meminta gambar sebelum dan sesudah kompresi atau pemanasan.

8.2.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks materi bersifat kontinu atau partikulat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi tampak kontinu pada skala inderawi, tetapi model ilmiah menjelaskan bahwa materi tersusun atas partikel diskret dengan ruang antarpartikel dan interaksi tertentu.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara mengoreksi gambar partikel bersama kelas. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada difusi bau di ruangan. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan isi ruang di antara partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengoreksi gambar partikel bersama kelas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ruang antarpartikel dianggap berisi udara. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan isi ruang di antara partikel.

8.2.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks materi bersifat kontinu atau partikulat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi tampak kontinu pada skala inderawi, tetapi model ilmiah menjelaskan bahwa materi tersusun atas partikel diskret dengan ruang antarpartikel dan interaksi tertentu.. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan untuk menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan analogi dengan menyatakan batas analogi. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pemuatan logam tanpa perubahan ukuran atom secara bermakna. Pada tingkat

submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan penjelasan kontinu dan partikulat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan analogi dengan menyatakan batas analogi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel zat padat dianggap tidak bergerak. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan penjelasan kontinu dan partikulat.

8.2.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks materi bersifat kontinu atau partikulat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa materi tampak kontinu pada skala inderawi, tetapi model ilmiah menjelaskan bahwa materi tersusun atas partikel diskret dengan ruang antarpartikel dan interaksi tertentu.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan animasi PNM yang dikaitkan dengan observasi. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kompresi gas dalam suntikan tertutup termasuk contoh yang relevan, mengapa difusi bau di ruangan perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep teori kinetik partikel secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta gambar sebelum dan sesudah kompresi atau pemanasan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan animasi PNM yang dikaitkan dengan observasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel membesar ketika zat memuai. Bukti dapat diperoleh dengan meminta gambar sebelum dan sesudah kompresi atau pemanasan.

8.3 Atom dan Molekul sebagai Entitas Mikroskopik

Subbab ini membahas atom dan molekul sebagai entitas mikroskopik sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Atom dan molekul adalah entitas submikroskopik yang digunakan untuk menjelaskan komposisi serta perubahan materi; gambar bola dan tongkat hanyalah representasi, bukan foto literal.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup struktur atom, ikatan kimia, representasi kimia. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa atom dianggap dapat dilihat dengan mikroskop sekolah dan bahwa molekul dianggap selalu terdiri atas atom berbeda. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks molekul O_2 dan H_2O , atom He sebagai partikel monoatomik, dan model bola-tongkat dan model pengisi ruang dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi membandingkan beberapa model molekul, menyertakan legenda dan skala yang tidak proporsional, dan melatih translasi nama-rumus-model. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Atom dan molekul adalah entitas submikroskopik yang digunakan untuk menjelaskan komposisi serta perubahan materi; gambar bola dan tongkat hanyalah representasi, bukan foto literal.

Pertanyaan diagnosis utama: meminta peserta didik menjelaskan apa yang nyata dan apa

yang bersifat konvensi dalam model.

Remediasi awal: membandingkan beberapa model molekul.

8.3.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks atom dan molekul sebagai entitas mikroskopik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom dan molekul adalah entitas submikroskopik yang digunakan untuk menjelaskan komposisi serta perubahan materi; gambar bola dan tongkat hanyalah representasi, bukan foto literal.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh atom He sebagai partikel monoatomik dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan model bola-tongkat dan model pengisi ruang. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ikatan kimia serta representasi kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa atom He sebagai partikel monoatomik termasuk contoh yang relevan, mengapa model bola-tongkat dan model pengisi ruang perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan atom, molekul unsur, dan molekul senyawa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyertakan legenda dan skala yang tidak proporsional. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom dianggap dapat dilihat dengan mikroskop sekolah. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan atom, molekul unsur, dan molekul senyawa.

8.3.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks atom dan molekul sebagai entitas mikroskopik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom dan molekul adalah entitas submikroskopik yang digunakan untuk menjelaskan komposisi serta perubahan materi; gambar bola dan tongkat hanyalah representasi, bukan foto literal.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh model bola-tongkat dan model pengisi ruang dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan molekul O_2 dan H_2O . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan representasi kimia serta struktur atom perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa model bola-tongkat dan model pengisi ruang termasuk contoh yang relevan, mengapa molekul O_2 dan H_2O perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep representasi kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan gambar partikel tanpa legenda, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi melatih translasi nama-rumus-model. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: molekul dianggap selalu terdiri atas atom berbeda. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan gambar partikel tanpa legenda.

8.3.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks atom dan molekul sebagai entitas mikroskopik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom dan molekul adalah entitas submikroskopik yang digunakan untuk menjelaskan komposisi serta perubahan materi; gambar bola dan tongkat hanyalah representasi, bukan

foto literal.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh molekul O_2 dan H_2O dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan atom He sebagai partikel monoatomik. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur atom serta ikatan kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada molekul O_2 dan H_2O . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik menjelaskan apa yang nyata dan apa yang bersifat konvensi dalam model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan beberapa model molekul. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom dipandang memiliki warna seperti model. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik menjelaskan apa yang nyata dan apa yang bersifat konvensi dalam model.

8.3.4 Model Submikroskopik

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks atom dan molekul sebagai entitas mikroskopik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom dan molekul adalah entitas submikroskopik yang digunakan untuk menjelaskan komposisi serta perubahan materi; gambar bola dan tongkat hanyalah representasi, bukan foto literal.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Contoh atom He sebagai partikel monoatomik dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan model bola-tongkat dan model pengisi ruang. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ikatan kimia serta representasi kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada atom He sebagai partikel monoatomik. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan atom, molekul unsur, dan molekul senyawa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyertakan legenda dan skala yang tidak proporsional. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu molekul dianggap memiliki sifat makroskopik zat curah. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan atom, molekul unsur, dan molekul senyawa.

8.3.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks atom dan molekul sebagai entitas mikroskopik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom dan molekul adalah entitas submikroskopik yang digunakan untuk menjelaskan komposisi serta perubahan materi; gambar bola dan tongkat hanyalah representasi, bukan foto literal.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh model bola-tongkat dan model pengisi ruang dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan molekul O_2 dan H_2O . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan representasi kimia serta struktur atom perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke

gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada model bola-tongkat dan model pengisi ruang. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan gambar partikel tanpa legenda, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi melatih translasi nama-rumus-model. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom dianggap dapat dilihat dengan mikroskop sekolah. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan gambar partikel tanpa legenda.

8.3.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pembahasan ini perlu dimulai dari pembedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks atom dan molekul sebagai entitas mikroskopik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom dan molekul adalah entitas submikroskopik yang digunakan untuk menjelaskan komposisi serta perubahan materi; gambar bola dan tongkat hanyalah representasi, bukan foto literal.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh molekul O_2 dan H_2O dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan atom He sebagai partikel monoatomik. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur atom serta ikatan kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada molekul O_2 dan H_2O . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat

itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik menjelaskan apa yang nyata dan apa yang bersifat konvensi dalam model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan beberapa model molekul. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: molekul dianggap selalu terdiri atas atom berbeda. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik menjelaskan apa yang nyata dan apa yang bersifat konvensi dalam model.

8.3.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks atom dan molekul sebagai entitas mikroskopik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom dan molekul adalah entitas submikroskopik yang digunakan untuk menjelaskan komposisi serta perubahan materi; gambar bola dan tongkat hanyalah representasi, bukan foto literal. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh atom He sebagai partikel monoatomik dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan model bola-tongkat dan model pengisi ruang. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ikatan kimia serta representasi kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada atom He sebagai partikel monoatomik. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan atom, molekul unsur, dan molekul senyawa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyertakan legenda dan skala yang tidak proporsional. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom dipandang memiliki warna seperti model. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan atom, molekul unsur, dan molekul senyawa.

8.3.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks atom dan molekul sebagai entitas mikroskopik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom dan molekul adalah entitas submikroskopik yang digunakan untuk menjelaskan komposisi serta perubahan materi; gambar bola dan tongkat hanyalah representasi, bukan foto literal. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa satu molekul dianggap memiliki sifat makroskopik zat curah. Variasi lain menyatakan bahwa atom dianggap dapat dilihat dengan mikroskop sekolah. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa model bola-tongkat dan model pengisi ruang termasuk contoh yang relevan, mengapa molekul O_2 dan H_2O perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep representasi kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan gambar partikel tanpa legenda, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi melatih translasi nama-rumus-model. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu molekul dianggap memiliki sifat makroskopik zat curah. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan gambar partikel tanpa legenda.

8.3.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks atom dan molekul sebagai entitas mikroskopik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom dan molekul adalah entitas submikroskopik yang digunakan untuk menjelaskan komposisi serta perubahan materi; gambar bola dan tongkat hanyalah representasi, bukan foto literal.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa atom dianggap dapat dilihat dengan mikroskop sekolah. Variasi lain menyatakan bahwa molekul dianggap selalu terdiri atas atom berbeda. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa molekul O_2 dan H_2O termasuk contoh yang relevan, mengapa atom He sebagai partikel monoatomik perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik menjelaskan apa yang nyata dan apa yang bersifat konvensional dalam model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan beberapa model molekul. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom dianggap dapat dilihat dengan mikroskop sekolah. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik menjelaskan apa yang nyata dan apa yang bersifat konvensional dalam model.

8.3.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks atom dan molekul

sebagai entitas mikroskopik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom dan molekul adalah entitas submikroskopik yang digunakan untuk menjelaskan komposisi serta perubahan materi; gambar bola dan tongkat hanyalah representasi, bukan foto literal.. Fokus sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa molekul dianggap selalu terdiri atas atom berbeda. Variasi lain menyatakan bahwa atom dipandang memiliki warna seperti model. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa atom He sebagai partikel monoatomik termasuk contoh yang relevan, mengapa model bola-tongkat dan model pengisi ruang perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan atom, molekul unsur, dan molekul senyawa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyertakan legenda dan skala yang tidak proporsional. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: molekul dianggap selalu terdiri atas atom berbeda. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan atom, molekul unsur, dan molekul senyawa.

8.3.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks atom dan molekul sebagai entitas mikroskopik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom dan molekul adalah entitas submikroskopik yang digunakan untuk menjelaskan komposisi serta perubahan materi; gambar bola dan tongkat hanyalah representasi, bukan foto literal.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa atom dipandang memiliki warna seperti model. Variasi lain menyatakan bahwa satu molekul dianggap memiliki sifat makroskopik zat curah. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada model bola-tongkat dan model pengisi ruang. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan gambar partikel tanpa legenda, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi melatih translasi nama-rumus-model. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom dipandang memiliki warna seperti model. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan gambar partikel tanpa legenda.

8.3.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks atom dan molekul sebagai entitas mikroskopik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom dan molekul adalah entitas submikroskopik yang digunakan untuk menjelaskan komposisi serta perubahan materi; gambar bola dan tongkat hanyalah representasi, bukan foto literal.. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa satu molekul dianggap memiliki sifat makroskopik zat curah. Variasi lain menyatakan bahwa atom dianggap dapat dilihat dengan mikroskop sekolah. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa molekul O_2 dan H_2O termasuk contoh yang relevan, mengapa atom He sebagai partikel monoatomik perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik menjelaskan apa yang nyata dan apa yang bersifat konvensional dalam model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan beberapa model molekul. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu molekul dianggap memiliki sifat makroskopik zat curah. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik menjelaskan apa yang nyata dan apa yang bersifat konvensional dalam model.

8.3.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks atom dan molekul sebagai entitas mikroskopik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom dan molekul adalah entitas submikroskopik yang digunakan untuk menjelaskan komposisi serta perubahan materi; gambar bola dan tongkat hanyalah representasi, bukan foto literal. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan atom, molekul unsur, dan molekul senyawa. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa atom dianggap dapat dilihat dengan mikroskop sekolah tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa atom He sebagai partikel monoatomik termasuk contoh yang relevan, mengapa model bola-tongkat dan model pengisi ruang perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini

menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan atom, molekul unsur, dan molekul senyawa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyertakan legenda dan skala yang tidak proporsional. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom dianggap dapat dilihat dengan mikroskop sekolah. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan atom, molekul unsur, dan molekul senyawa.

8.3.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks atom dan molekul sebagai entitas mikroskopik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom dan molekul adalah entitas submikroskopik yang digunakan untuk menjelaskan komposisi serta perubahan materi; gambar bola dan tongkat hanyalah representasi, bukan foto literal.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menafsirkan gambar partikel tanpa legenda. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa molekul dianggap selalu terdiri atas atom berbeda tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa model bola-tongkat dan model pengisi ruang termasuk contoh yang relevan, mengapa molekul O_2 dan H_2O perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep representasi kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan gambar partikel tanpa legenda, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi melatih translasi nama-rumus-model. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak

identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: molekul dianggap selalu terdiri atas atom berbeda. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan gambar partikel tanpa legenda.

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

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks atom dan molekul sebagai entitas mikroskopik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom dan molekul adalah entitas submikroskopik yang digunakan untuk menjelaskan komposisi serta perubahan materi; gambar bola dan tongkat hanyalah representasi, bukan foto literal.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta peserta didik menjelaskan apa yang nyata dan apa yang bersifat konvensi dalam model. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa atom dipandang memiliki warna seperti model tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada molekul O_2 dan H_2O . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik menjelaskan apa yang nyata dan apa yang bersifat konvensi dalam model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan beberapa model molekul. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom dipandang memiliki warna seperti model. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik menjelaskan apa yang nyata dan apa yang bersifat konvensional dalam model.

8.3.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks atom dan molekul sebagai entitas mikroskopik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom dan molekul adalah entitas submikroskopik yang digunakan untuk menjelaskan komposisi serta perubahan materi; gambar bola dan tongkat hanyalah representasi, bukan foto literal. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan atom, molekul unsur, dan molekul senyawa. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa satu molekul dianggap memiliki sifat makroskopik zat curah tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa atom He sebagai partikel monoatomik termasuk contoh yang relevan, mengapa model bola-tongkat dan model pengisi ruang perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan atom, molekul unsur, dan molekul senyawa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyertakan legenda dan skala yang tidak proporsional. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu molekul dianggap memiliki sifat makroskopik zat curah. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan atom, molekul unsur, dan molekul senyawa.

8.3.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks atom dan molekul sebagai entitas mikroskopik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom dan molekul adalah entitas submikroskopik yang digunakan untuk menjelaskan komposisi serta perubahan materi; gambar bola dan tongkat hanyalah representasi, bukan foto literal.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Remediasi dapat dirancang dengan cara melatih translasi nama-rumus-model. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa model bola-tongkat dan model pengisi ruang termasuk contoh yang relevan, mengapa molekul O_2 dan H_2O perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep representasi kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan gambar partikel tanpa legenda, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi melatih translasi nama-rumus-model. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom dianggap dapat dilihat dengan mikroskop sekolah. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan gambar partikel tanpa legenda.

8.3.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks atom dan molekul sebagai entitas mikroskopik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom dan molekul adalah entitas submikroskopik yang digunakan untuk menjelaskan komposisi serta perubahan materi; gambar bola dan tongkat hanyalah representasi, bukan foto literal.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun

kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membandingkan beberapa model molekul. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada molekul O_2 dan H_2O . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik menjelaskan apa yang nyata dan apa yang bersifat konvensional dalam model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan beberapa model molekul. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: molekul dianggap selalu terdiri atas atom berbeda. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik menjelaskan apa yang nyata dan apa yang bersifat konvensional dalam model.

8.3.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks atom dan molekul sebagai entitas mikroskopik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom dan molekul adalah entitas submikroskopik yang digunakan untuk menjelaskan komposisi serta perubahan materi; gambar bola dan tongkat hanyalah representasi, bukan foto literal.. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan untuk menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menyertakan legenda dan skala yang tidak proporsional. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian

menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada atom He sebagai partikel monoatomik. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan atom, molekul unsur, dan molekul senyawa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyertakan legenda dan skala yang tidak proporsional. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom dipandang memiliki warna seperti model. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan atom, molekul unsur, dan molekul senyawa.

8.3.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks atom dan molekul sebagai entitas mikroskopik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom dan molekul adalah entitas submikroskopik yang digunakan untuk menjelaskan komposisi serta perubahan materi; gambar bola dan tongkat hanyalah representasi, bukan foto literal.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Remediasi dapat dirancang dengan cara melatih translasi nama-rumus-model. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa model bola-tongkat dan model pengisi ruang termasuk contoh yang relevan,

mengapa molekul O_2 dan H_2O perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep representasi kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan gambar partikel tanpa legenda, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi melatih translasi nama-rumus-model. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu molekul dianggap memiliki sifat makroskopik zat curah. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan gambar partikel tanpa legenda.

8.4 Unsur, Senyawa, dan Campuran

Subbab ini membahas unsur, senyawa, dan campuran sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Unsur tersusun dari atom dengan nomor atom yang sama, senyawa tersusun dari dua atau lebih unsur yang terikat secara kimia dalam komposisi tertentu, sedangkan campuran mengandung dua atau lebih zat yang bergabung secara fisik dan komposisinya dapat bervariasi.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup zat murni, rumus kimia, ikatan kimia. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa unsur dianggap selalu berupa atom tunggal dan bahwa senyawa disamakan dengan campuran karena sama-sama mengandung lebih dari satu unsur. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks O_2 sebagai zat unsur, H_2O sebagai senyawa, dan udara sebagai campuran gas dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan diagram partikel berpasangan dengan sampel nyata, menekankan komposisi tetap versus variabel, dan membahas contoh batas secara hati-hati. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Unsur tersusun dari atom dengan nomor atom yang sama, senyawa tersusun dari dua atau lebih unsur yang terikat secara kimia dalam komposisi tertentu, sedangkan campuran mengandung dua atau lebih zat yang bergabung secara fisik dan komposisinya dapat bervariasi.

Pertanyaan diagnosis utama: mengklasifikasikan diagram partikel.

Remediasi awal: menggunakan diagram partikel berpasangan dengan sampel nyata.

8.4.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks unsur, senyawa, dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur tersusun dari atom dengan nomor atom yang sama, senyawa tersusun dari dua atau lebih unsur yang terikat secara kimia dalam komposisi tertentu, sedangkan campuran mengandung dua atau lebih zat yang bergabung secara fisik dan komposisinya dapat bervariasi.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh O_2 sebagai zat unsur dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan H_2O sebagai senyawa. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan zat murni serta rumus kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa O_2 sebagai zat unsur termasuk contoh yang relevan, mengapa H_2O sebagai senyawa perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep zat murni secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengklasifikasikan diagram partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram partikel berpasangan dengan sampel nyata. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur dianggap selalu berupa atom tunggal. Bukti dapat diperoleh dengan mengklasifikasikan diagram partikel.

8.4.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebutkan definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks unsur, senyawa, dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur tersusun dari atom dengan nomor atom yang sama, senyawa tersusun dari dua atau lebih unsur yang terikat secara kimia dalam komposisi tertentu, sedangkan campuran mengandung dua atau lebih zat yang bergabung secara fisik dan komposisinya dapat bervariasi. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh H_2O sebagai senyawa dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan udara sebagai campuran gas. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan rumus kimia serta ikatan kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa H_2O sebagai senyawa termasuk contoh yang relevan, mengapa udara sebagai campuran gas perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep rumus kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alasan berdasarkan jenis dan keterikatan partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan komposisi tetap versus variabel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: senyawa disamakan dengan campuran karena sama-sama mengandung lebih dari satu unsur. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alasan berdasarkan jenis dan keterikatan partikel.

8.4.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks unsur,

senyawa, dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur tersusun dari atom dengan nomor atom yang sama, senyawa tersusun dari dua atau lebih unsur yang terikat secara kimia dalam komposisi tertentu, sedangkan campuran mengandung dua atau lebih zat yang bergabung secara fisik dan komposisinya dapat bervariasi.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh udara sebagai campuran gas dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan O₂ sebagai zat unsur. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ikatan kimia serta zat murni perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada udara sebagai campuran gas. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan formula senyawa dari daftar komponen campuran, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas contoh batas secara hati-hati. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: campuran dianggap membentuk zat baru. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan formula senyawa dari daftar komponen campuran.

8.4.4 Model Submikroskopik

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks unsur, senyawa, dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur tersusun dari atom dengan nomor atom yang sama, senyawa tersusun dari dua atau lebih unsur yang terikat secara kimia dalam komposisi tertentu, sedangkan campuran mengandung dua atau lebih zat yang bergabung secara fisik dan komposisinya dapat bervariasi.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel.

Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Contoh O_2 sebagai zat unsur dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan H_2O sebagai senyawa. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan zat murni serta rumus kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada O_2 sebagai zat unsur. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengklasifikasikan diagram partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram partikel berpasangan dengan sampel nyata. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: simbol unsur dianggap sama dengan satu atom dalam semua konteks. Bukti dapat diperoleh dengan mengklasifikasikan diagram partikel.

8.4.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks unsur, senyawa, dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur tersusun dari atom dengan nomor atom yang sama, senyawa tersusun dari dua atau lebih unsur yang terikat secara kimia dalam komposisi tertentu, sedangkan campuran mengandung dua atau lebih zat yang bergabung secara fisik dan komposisinya dapat bervariasi. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh H_2O sebagai senyawa dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan udara sebagai campuran gas. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran

yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan rumus kimia serta ikatan kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada H_2O sebagai senyawa. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alasan berdasarkan jenis dan keterikatan partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan komposisi tetap versus variabel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur dianggap selalu berupa atom tunggal. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alasan berdasarkan jenis dan keterikatan partikel.

8.4.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pembahasan ini perlu dimulai dari pembedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks unsur, senyawa, dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur tersusun dari atom dengan nomor atom yang sama, senyawa tersusun dari dua atau lebih unsur yang terikat secara kimia dalam komposisi tertentu, sedangkan campuran mengandung dua atau lebih zat yang bergabung secara fisik dan komposisinya dapat bervariasi. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh udara sebagai campuran gas dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan O_2 sebagai zat unsur. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ikatan kimia serta zat murni perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada udara sebagai campuran gas. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan formula senyawa dari daftar komponen campuran, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas contoh batas secara hati-hati. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: senyawa disamakan dengan campuran karena sama-sama mengandung lebih dari satu unsur. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan formula senyawa dari daftar komponen campuran.

8.4.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks unsur, senyawa, dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur tersusun dari atom dengan nomor atom yang sama, senyawa tersusun dari dua atau lebih unsur yang terikat secara kimia dalam komposisi tertentu, sedangkan campuran mengandung dua atau lebih zat yang bergabung secara fisik dan komposisinya dapat bervariasi. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh O_2 sebagai zat unsur dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan H_2O sebagai senyawa. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan zat murni serta rumus kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada O_2 sebagai zat unsur. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model

bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengklasifikasikan diagram partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram partikel berpasangan dengan sampel nyata. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: campuran dianggap membentuk zat baru. Bukti dapat diperoleh dengan mengklasifikasikan diagram partikel.

8.4.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks unsur, senyawa, dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur tersusun dari atom dengan nomor atom yang sama, senyawa tersusun dari dua atau lebih unsur yang terikat secara kimia dalam komposisi tertentu, sedangkan campuran mengandung dua atau lebih zat yang bergabung secara fisik dan komposisinya dapat bervariasi.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa simbol unsur dianggap sama dengan satu atom dalam semua konteks. Variasi lain menyatakan bahwa unsur dianggap selalu berupa atom tunggal. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa H₂O sebagai senyawa termasuk contoh yang relevan, mengapa udara sebagai campuran gas perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep rumus kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alasan berdasarkan jenis dan keterikatan partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan komposisi tetap versus variabel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan

kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: simbol unsur dianggap sama dengan satu atom dalam semua konteks. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alasan berdasarkan jenis dan keterikatan partikel.

8.4.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks unsur, senyawa, dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur tersusun dari atom dengan nomor atom yang sama, senyawa tersusun dari dua atau lebih unsur yang terikat secara kimia dalam komposisi tertentu, sedangkan campuran mengandung dua atau lebih zat yang bergabung secara fisik dan komposisinya dapat bervariasi.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa unsur dianggap selalu berupa atom tunggal. Variasi lain menyatakan bahwa senyawa disamakan dengan campuran karena sama-sama mengandung lebih dari satu unsur. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa udara sebagai campuran gas termasuk contoh yang relevan, mengapa O₂ sebagai zat unsur perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan formula senyawa dari daftar komponen campuran, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas contoh batas secara hati-hati. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur dianggap selalu berupa atom tunggal. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan formula senyawa dari daftar komponen campuran.

8.4.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks unsur, senyawa, dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur tersusun dari atom dengan nomor atom yang sama, senyawa tersusun dari dua atau lebih unsur yang terikat secara kimia dalam komposisi tertentu, sedangkan campuran mengandung dua atau lebih zat yang bergabung secara fisik dan komposisinya dapat bervariasi.. Fokus sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa senyawa disamakan dengan campuran karena sama-sama mengandung lebih dari satu unsur. Variasi lain menyatakan bahwa campuran dianggap membentuk zat baru. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa O_2 sebagai zat unsur termasuk contoh yang relevan, mengapa H_2O sebagai senyawa perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep zat murni secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengklasifikasikan diagram partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram partikel berpasangan dengan sampel nyata. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: senyawa disamakan dengan campuran karena sama-sama mengandung lebih dari satu unsur. Bukti dapat diperoleh dengan mengklasifikasikan diagram partikel.

8.4.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks unsur, senyawa, dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur tersusun dari atom dengan nomor atom yang sama, senyawa tersusun dari dua atau lebih unsur yang terikat secara kimia dalam komposisi tertentu, sedangkan campuran mengandung dua atau lebih zat yang

bergabung secara fisik dan komposisinya dapat bervariasi.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa campuran dianggap membentuk zat baru. Variasi lain menyatakan bahwa simbol unsur dianggap sama dengan satu atom dalam semua konteks. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada H₂O sebagai senyawa. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alasan berdasarkan jenis dan keterikatan partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan komposisi tetap versus variabel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: campuran dianggap membentuk zat baru. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alasan berdasarkan jenis dan keterikatan partikel.

8.4.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks unsur, senyawa, dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur tersusun dari atom dengan nomor atom yang sama, senyawa tersusun dari dua atau lebih unsur yang terikat secara kimia dalam komposisi tertentu, sedangkan campuran mengandung dua atau lebih zat yang bergabung secara fisik dan komposisinya dapat bervariasi.. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa simbol unsur dianggap sama dengan satu atom dalam semua konteks. Variasi lain menyatakan bahwa

unsur dianggap selalu berupa atom tunggal. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa udara sebagai campuran gas termasuk contoh yang relevan, mengapa O₂ sebagai zat unsur perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan formula senyawa dari daftar komponen campuran, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas contoh batas secara hati-hati. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: simbol unsur dianggap sama dengan satu atom dalam semua konteks. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan formula senyawa dari daftar komponen campuran.

8.4.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks unsur, senyawa, dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur tersusun dari atom dengan nomor atom yang sama, senyawa tersusun dari dua atau lebih unsur yang terikat secara kimia dalam komposisi tertentu, sedangkan campuran mengandung dua atau lebih zat yang bergabung secara fisik dan komposisinya dapat bervariasi. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengklasifikasikan diagram partikel. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa unsur dianggap selalu berupa atom tunggal tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa O₂ sebagai zat unsur termasuk contoh yang relevan, mengapa H₂O sebagai

senyawa perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep zat murni secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengklasifikasikan diagram partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram partikel berpasangan dengan sampel nyata. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur dianggap selalu berupa atom tunggal. Bukti dapat diperoleh dengan mengklasifikasikan diagram partikel.

8.4.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks unsur, senyawa, dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur tersusun dari atom dengan nomor atom yang sama, senyawa tersusun dari dua atau lebih unsur yang terikat secara kimia dalam komposisi tertentu, sedangkan campuran mengandung dua atau lebih zat yang bergabung secara fisik dan komposisinya dapat bervariasi. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta alasan berdasarkan jenis dan keterikatan partikel. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa senyawa disamakan dengan campuran karena sama-sama mengandung lebih dari satu unsur tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa H_2O sebagai senyawa termasuk contoh yang relevan, mengapa udara sebagai campuran gas perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep rumus kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alasan berdasarkan jenis dan keterikatan partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan komposisi tetap versus variabel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: senyawa disamakan dengan campuran karena sama-sama mengandung lebih dari satu unsur. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alasan berdasarkan jenis dan keterikatan partikel.

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

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks unsur, senyawa, dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur tersusun dari atom dengan nomor atom yang sama, senyawa tersusun dari dua atau lebih unsur yang terikat secara kimia dalam komposisi tertentu, sedangkan campuran mengandung dua atau lebih zat yang bergabung secara fisik dan komposisinya dapat bervariasi. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan formula senyawa dari daftar komponen campuran. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa campuran dianggap membentuk zat baru tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada udara sebagai campuran gas. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan formula senyawa dari daftar komponen campuran, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas contoh batas secara hati-hati. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan

kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: campuran dianggap membentuk zat baru. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan formula senyawa dari daftar komponen campuran.

8.4.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks unsur, senyawa, dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur tersusun dari atom dengan nomor atom yang sama, senyawa tersusun dari dua atau lebih unsur yang terikat secara kimia dalam komposisi tertentu, sedangkan campuran mengandung dua atau lebih zat yang bergabung secara fisik dan komposisinya dapat bervariasi.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengklasifikasikan diagram partikel. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa simbol unsur dianggap sama dengan satu atom dalam semua konteks tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa O_2 sebagai zat unsur termasuk contoh yang relevan, mengapa H_2O sebagai senyawa perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep zat murni secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengklasifikasikan diagram partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram partikel berpasangan dengan sampel nyata. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: simbol unsur dianggap sama dengan satu atom dalam semua konteks. Bukti dapat diperoleh dengan mengklasifikasikan diagram partikel.

8.4.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks unsur, senyawa, dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur tersusun dari atom dengan nomor atom yang sama, senyawa tersusun dari dua atau lebih unsur yang terikat secara kimia dalam komposisi tertentu, sedangkan campuran mengandung dua atau lebih zat yang bergabung secara fisik dan komposisinya dapat bervariasi.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menekankan komposisi tetap versus variabel. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa H_2O sebagai senyawa termasuk contoh yang relevan, mengapa udara sebagai campuran gas perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep rumus kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alasan berdasarkan jenis dan keterikatan partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan komposisi tetap versus variabel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur dianggap selalu berupa atom tunggal. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alasan berdasarkan jenis dan keterikatan partikel.

8.4.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks unsur, senyawa, dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur tersusun dari atom dengan nomor atom yang sama, senyawa tersusun dari dua atau lebih unsur yang terikat secara kimia dalam komposisi tertentu, sedangkan campuran mengandung dua atau lebih zat yang bergabung secara fisik dan komposisinya dapat bervariasi.. Fokus remediasi

dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membahas contoh batas secara hati-hati. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada udara sebagai campuran gas. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan formula senyawa dari daftar komponen campuran, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas contoh batas secara hati-hati. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: senyawa disamakan dengan campuran karena sama-sama mengandung lebih dari satu unsur. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan formula senyawa dari daftar komponen campuran.

8.4.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks unsur, senyawa, dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur tersusun dari atom dengan nomor atom yang sama, senyawa tersusun dari dua atau lebih unsur yang terikat secara kimia dalam komposisi tertentu, sedangkan campuran mengandung dua atau lebih zat yang bergabung secara fisik dan komposisinya dapat bervariasi. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan untuk menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan diagram partikel berpasangan dengan sampel nyata. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal,

kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada O₂ sebagai zat unsur. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengklasifikasikan diagram partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram partikel berpasangan dengan sampel nyata. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: campuran dianggap membentuk zat baru. Bukti dapat diperoleh dengan mengklasifikasikan diagram partikel.

8.4.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks unsur, senyawa, dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur tersusun dari atom dengan nomor atom yang sama, senyawa tersusun dari dua atau lebih unsur yang terikat secara kimia dalam komposisi tertentu, sedangkan campuran mengandung dua atau lebih zat yang bergabung secara fisik dan komposisinya dapat bervariasi. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menekankan komposisi tetap versus variabel. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa H₂O sebagai senyawa termasuk contoh yang relevan, mengapa udara sebagai

campuran gas perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep rumus kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alasan berdasarkan jenis dan keterikatan partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan komposisi tetap versus variabel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: simbol unsur dianggap sama dengan satu atom dalam semua konteks. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alasan berdasarkan jenis dan keterikatan partikel.

8.5 Zat Murni dan Campuran

Subbab ini membahas zat murni dan campuran sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Zat murni mempunyai komposisi dan sifat intensif yang khas dalam kondisi tertentu, sedangkan campuran memiliki komposisi variabel serta dapat dipisahkan melalui metode fisika yang memanfaatkan perbedaan sifat komponennya.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup unsur dan senyawa, campuran homogen, sifat intensif. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa zat murni dianggap berarti bebas kotoran secara sehari-hari dan bahwa air mineral dianggap zat murni karena tampak jernih. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks air suling, larutan gula, dan kuningin sebagai paduan dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi membedakan makna ilmiah dan komersial kata murni, menggunakan data sifat intensif, dan menghubungkan klasifikasi dengan metode pemisahan. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Zat murni mempunyai komposisi dan sifat intensif yang khas dalam kondisi tertentu, sedangkan campuran memiliki komposisi variabel serta dapat dipisahkan melalui metode fisika yang memanfaatkan perbedaan sifat komponennya.

Pertanyaan diagnosis utama: menanyakan apakah komposisi dapat berubah tanpa mengubah identitas zat.

Remediasi awal: membedakan makna ilmiah dan komersial kata murni.

8.5.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks zat murni dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa zat murni mempunyai komposisi dan sifat intensif yang khas dalam kondisi tertentu, sedangkan campuran memiliki komposisi variabel serta dapat dipisahkan melalui metode fisika yang memanfaatkan perbedaan sifat komponennya.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh kuningan sebagai paduan dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan air suling. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan sifat intensif serta unsur dan senyawa perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kuningan sebagai paduan termasuk contoh yang relevan, mengapa air suling perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sifat intensif secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan titik didih zat murni dan rentang campuran, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan klasifikasi dengan metode pemisahan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: zat murni dianggap berarti bebas kotoran secara sehari-hari. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan titik didih zat murni dan rentang campuran.

8.5.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebutkan definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks zat murni dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa zat murni mempunyai komposisi dan sifat intensif yang khas dalam kondisi tertentu, sedangkan campuran memiliki komposisi variabel serta dapat dipisahkan melalui metode fisika yang memanfaatkan perbedaan sifat komponennya.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh air suling dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan larutan gula. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan unsur dan senyawa serta campuran homogen perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa air suling termasuk contoh yang relevan, mengapa larutan gula perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep unsur dan senyawa secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan apakah komposisi dapat berubah tanpa mengubah identitas zat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan makna ilmiah dan komersial kata murni. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: air mineral dianggap zat murni karena tampak jernih. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan apakah komposisi dapat berubah tanpa mengubah identitas zat.

8.5.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks zat murni

dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa zat murni mempunyai komposisi dan sifat intensif yang khas dalam kondisi tertentu, sedangkan campuran memiliki komposisi variabel serta dapat dipisahkan melalui metode fisika yang memanfaatkan perbedaan sifat komponennya.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh larutan gula dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan kuningan sebagai paduan. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan campuran homogen serta sifat intensif perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada larutan gula. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membaca label komposisi produk, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data sifat intensif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: campuran selalu dianggap terlihat komponennya. Bukti dapat diperoleh dengan membaca label komposisi produk.

8.5.4 Model Submikroskopik

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks zat murni dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa zat murni mempunyai komposisi dan sifat intensif yang khas dalam kondisi tertentu, sedangkan campuran memiliki komposisi variabel serta dapat dipisahkan melalui metode fisika yang memanfaatkan perbedaan sifat komponennya.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Contoh kuningan sebagai paduan dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan air suling. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan sifat intensif serta unsur dan senyawa perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada kuningan sebagai paduan. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan titik didih zat murni dan rentang campuran, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan klasifikasi dengan metode pemisahan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kemurnian dianggap identik dengan keamanan konsumsi. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan titik didih zat murni dan rentang campuran.

8.5.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks zat murni dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa zat murni mempunyai komposisi dan sifat intensif yang khas dalam kondisi tertentu, sedangkan campuran memiliki komposisi variabel serta dapat dipisahkan melalui metode fisika yang memanfaatkan perbedaan sifat komponennya.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh air suling dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan larutan gula. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan unsur dan senyawa serta campuran homogen perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau

perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada air suling. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan apakah komposisi dapat berubah tanpa mengubah identitas zat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan makna ilmiah dan komersial kata murni. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: zat murni dianggap berarti bebas kotoran secara sehari-hari. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan apakah komposisi dapat berubah tanpa mengubah identitas zat.

8.5.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pembahasan ini perlu dimulai dari pembedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks zat murni dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa zat murni mempunyai komposisi dan sifat intensif yang khas dalam kondisi tertentu, sedangkan campuran memiliki komposisi variabel serta dapat dipisahkan melalui metode fisika yang memanfaatkan perbedaan sifat komponennya.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh larutan gula dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan kuningan sebagai paduan. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan campuran homogen serta sifat intensif perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada larutan gula. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas

penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membaca label komposisi produk, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data sifat intensif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: air mineral dianggap zat murni karena tampak jernih. Bukti dapat diperoleh dengan membaca label komposisi produk.

8.5.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks zat murni dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa zat murni mempunyai komposisi dan sifat intensif yang khas dalam kondisi tertentu, sedangkan campuran memiliki komposisi variabel serta dapat dipisahkan melalui metode fisika yang memanfaatkan perbedaan sifat komponennya.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh kuningan sebagai paduan dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan air suling. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan sifat intensif serta unsur dan senyawa perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada kuningan sebagai paduan. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan titik didih zat murni dan rentang campuran, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan klasifikasi dengan metode pemisahan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: campuran selalu dianggap terlihat komponennya. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan titik didih zat murni dan rentang campuran.

8.5.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks zat murni dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa zat murni mempunyai komposisi dan sifat intensif yang khas dalam kondisi tertentu, sedangkan campuran memiliki komposisi variabel serta dapat dipisahkan melalui metode fisika yang memanfaatkan perbedaan sifat komponennya.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa kemurnian dianggap identik dengan keamanan konsumsi. Variasi lain menyatakan bahwa zat murni dianggap berarti bebas kotoran secara sehari-hari. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa air suling termasuk contoh yang relevan, mengapa larutan gula perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep unsur dan senyawa secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan apakah komposisi dapat berubah tanpa mengubah identitas zat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan makna ilmiah dan komersial kata murni. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kemurnian dianggap identik dengan keamanan konsumsi. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan apakah komposisi dapat berubah tanpa mengubah identitas zat.

8.5.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks zat murni dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa zat murni mempunyai komposisi dan sifat intensif yang khas dalam kondisi tertentu, sedangkan campuran memiliki komposisi variabel serta dapat dipisahkan melalui metode fisika yang memanfaatkan perbedaan sifat komponennya.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa zat murni dianggap berarti bebas kotoran secara sehari-hari. Variasi lain menyatakan bahwa air mineral dianggap zat murni karena tampak jernih. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa larutan gula termasuk contoh yang relevan, mengapa kuningan sebagai paduan perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep campuran homogen secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membaca label komposisi produk, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data sifat intensif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: zat murni dianggap berarti bebas kotoran secara sehari-hari. Bukti dapat diperoleh dengan membaca label komposisi produk.

8.5.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks zat murni dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa zat murni mempunyai

komposisi dan sifat intensif yang khas dalam kondisi tertentu, sedangkan campuran memiliki komposisi variabel serta dapat dipisahkan melalui metode fisika yang memanfaatkan perbedaan sifat komponennya.. Fokus sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa air mineral dianggap zat murni karena tampak jernih. Variasi lain menyatakan bahwa campuran selalu dianggap terlihat komponennya. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kuning sebagai paduan termasuk contoh yang relevan, mengapa air suling perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sifat intensif secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan titik didih zat murni dan rentang campuran, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan klasifikasi dengan metode pemisahan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: air mineral dianggap zat murni karena tampak jernih. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan titik didih zat murni dan rentang campuran.

8.5.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks zat murni dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa zat murni mempunyai komposisi dan sifat intensif yang khas dalam kondisi tertentu, sedangkan campuran memiliki komposisi variabel serta dapat dipisahkan melalui metode fisika yang memanfaatkan perbedaan sifat komponennya.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa campuran selalu dianggap terlihat komponennya. Variasi lain menyatakan bahwa kemurnian dianggap identik dengan keamanan konsumsi. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada air suling. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan apakah komposisi dapat berubah tanpa mengubah identitas zat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan makna ilmiah dan komersial kata murni. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: campuran selalu dianggap terlihat komponennya. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan apakah komposisi dapat berubah tanpa mengubah identitas zat.

8.5.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks zat murni dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa zat murni mempunyai komposisi dan sifat intensif yang khas dalam kondisi tertentu, sedangkan campuran memiliki komposisi variabel serta dapat dipisahkan melalui metode fisika yang memanfaatkan perbedaan sifat komponennya.. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa kemurnian dianggap identik dengan keamanan konsumsi. Variasi lain menyatakan bahwa zat murni dianggap berarti bebas kotoran secara sehari-hari. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa larutan gula termasuk contoh yang relevan, mengapa kuningan sebagai paduan perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep campuran homogen secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membaca label komposisi produk, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data sifat intensif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kemurnian dianggap identik dengan keamanan konsumsi. Bukti dapat diperoleh dengan membaca label komposisi produk.

8.5.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks zat murni dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa zat murni mempunyai komposisi dan sifat intensif yang khas dalam kondisi tertentu, sedangkan campuran memiliki komposisi variabel serta dapat dipisahkan melalui metode fisika yang memanfaatkan perbedaan sifat komponennya.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan titik didih zat murni dan rentang campuran. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa zat murni dianggap berarti bebas kotoran secara sehari-hari tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kuningan sebagai paduan termasuk contoh yang relevan, mengapa air suling perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sifat intensif secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan titik didih zat murni dan rentang campuran, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan klasifikasi dengan metode pemisahan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: zat murni dianggap berarti bebas kotoran secara sehari-hari. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan titik didih zat murni dan rentang campuran.

8.5.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks zat murni dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa zat murni mempunyai komposisi dan sifat intensif yang khas dalam kondisi tertentu, sedangkan campuran memiliki komposisi variabel serta dapat dipisahkan melalui metode fisika yang memanfaatkan perbedaan sifat komponennya.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menanyakan apakah komposisi dapat berubah tanpa mengubah identitas zat. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa air mineral dianggap zat murni karena tampak jernih tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa air suling termasuk contoh yang relevan, mengapa larutan gula perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep unsur dan senyawa secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan apakah komposisi dapat berubah tanpa mengubah identitas zat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan makna ilmiah dan komersial kata murni. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti

hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: air mineral dianggap zat murni karena tampak jernih. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan apakah komposisi dapat berubah tanpa mengubah identitas zat.

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

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks zat murni dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa zat murni mempunyai komposisi dan sifat intensif yang khas dalam kondisi tertentu, sedangkan campuran memiliki komposisi variabel serta dapat dipisahkan melalui metode fisika yang memanfaatkan perbedaan sifat komponennya.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membaca label komposisi produk. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa campuran selalu dianggap terlihat komponennya tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada larutan gula. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membaca label komposisi produk, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data sifat intensif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: campuran selalu dianggap terlihat komponennya. Bukti dapat diperoleh dengan membaca label komposisi produk.

8.5.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks zat murni dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa zat murni mempunyai komposisi dan sifat intensif yang khas dalam kondisi tertentu, sedangkan campuran memiliki komposisi variabel serta dapat dipisahkan melalui metode fisika yang memanfaatkan perbedaan sifat komponennya.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan titik didih zat murni dan rentang campuran. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa kemurnian dianggap identik dengan keamanan konsumsi tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kuningan sebagai paduan termasuk contoh yang relevan, mengapa air suling perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sifat intensif secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan titik didih zat murni dan rentang campuran, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan klasifikasi dengan metode pemisahan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kemurnian dianggap identik dengan keamanan konsumsi. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan titik didih zat murni dan rentang campuran.

8.5.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks zat murni dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa zat murni mempunyai komposisi dan sifat intensif yang khas dalam kondisi tertentu, sedangkan campuran memiliki komposisi variabel serta dapat dipisahkan melalui metode fisika yang

memanfaatkan perbedaan sifat komponennya.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membedakan makna ilmiah dan komersial kata murni. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa air suling termasuk contoh yang relevan, mengapa larutan gula perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep unsur dan senyawa secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan apakah komposisi dapat berubah tanpa mengubah identitas zat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan makna ilmiah dan komersial kata murni. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: zat murni dianggap berarti bebas kotoran secara sehari-hari. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan apakah komposisi dapat berubah tanpa mengubah identitas zat.

8.5.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks zat murni dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa zat murni mempunyai komposisi dan sifat intensif yang khas dalam kondisi tertentu, sedangkan campuran memiliki komposisi variabel serta dapat dipisahkan melalui metode fisika yang memanfaatkan perbedaan sifat komponennya.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan data sifat intensif. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada larutan gula. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membaca label komposisi produk, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data sifat intensif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: air mineral dianggap zat murni karena tampak jernih. Bukti dapat diperoleh dengan membaca label komposisi produk.

8.5.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks zat murni dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa zat murni mempunyai komposisi dan sifat intensif yang khas dalam kondisi tertentu, sedangkan campuran memiliki komposisi variabel serta dapat dipisahkan melalui metode fisika yang memanfaatkan perbedaan sifat komponennya.. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan untuk menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan klasifikasi dengan metode pemisahan. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada kuningan sebagai paduan. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan titik didih zat murni dan rentang campuran, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan klasifikasi dengan metode pemisahan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: campuran selalu dianggap terlihat komponennya. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan titik didih zat murni dan rentang campuran.

8.5.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks zat murni dan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa zat murni mempunyai komposisi dan sifat intensif yang khas dalam kondisi tertentu, sedangkan campuran memiliki komposisi variabel serta dapat dipisahkan melalui metode fisika yang memanfaatkan perbedaan sifat komponennya.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membedakan makna ilmiah dan komersial kata murni. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa air suling termasuk contoh yang relevan, mengapa larutan gula perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep unsur dan senyawa secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan apakah komposisi dapat berubah tanpa mengubah identitas zat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan makna ilmiah dan komersial kata murni. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kemurnian dianggap identik dengan keamanan konsumsi. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan apakah komposisi dapat berubah tanpa mengubah identitas zat.

8.6 Campuran Homogen dan Heterogen

Subbab ini membahas campuran homogen dan heterogen sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Campuran homogen seragam pada skala pengamatan yang ditentukan dan memiliki satu fase, sedangkan campuran heterogen menunjukkan lebih dari satu fase atau ketidakseragaman komposisi pada skala relevan.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup larutan, fase, koloid dan suspensi. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa homogen dianggap berarti partikel penyusun menjadi identik dan bahwa campuran jernih selalu dianggap homogen. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks larutan garam, susu sebagai sistem koloid, dan pasir dalam air dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan pengamatan makro dan mikroskop sederhana, membahas koloid sebagai kasus yang memerlukan ketelitian skala, dan menggambar distribusi partikel. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Campuran homogen seragam pada skala pengamatan yang ditentukan dan memiliki satu fase, sedangkan campuran heterogen menunjukkan lebih dari satu fase atau

ketidakseragaman komposisi pada skala relevan.

Pertanyaan diagnosis utama: meminta peserta didik menyatakan skala pengamatan.

Remediasi awal: menggunakan pengamatan makro dan mikroskop sederhana.

8.6.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks campuran homogen dan heterogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa campuran homogen seragam pada skala pengamatan yang ditentukan dan memiliki satu fase, sedangkan campuran heterogen menunjukkan lebih dari satu fase atau ketidakseragaman komposisi pada skala relevan.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh susu sebagai sistem koloid dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pasir dalam air. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan fase serta koloid dan suspensi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa susu sebagai sistem koloid termasuk contoh yang relevan, mengapa pasir dalam air perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep fase secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan komponen dan fase, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas koloid sebagai kasus yang memerlukan ketelitian skala. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: homogen dianggap berarti partikel penyusun menjadi identik. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan komponen dan fase.

8.6.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks

campuran homogen dan heterogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa campuran homogen seragam pada skala pengamatan yang ditentukan dan memiliki satu fase, sedangkan campuran heterogen menunjukkan lebih dari satu fase atau ketidakseragaman komposisi pada skala relevan.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh pasir dalam air dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan larutan garam. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan koloid dan suspensi serta larutan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pasir dalam air termasuk contoh yang relevan, mengapa larutan garam perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep koloid dan suspensi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengklasifikasi berdasarkan bukti bukan warna, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggambar distribusi partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: campuran jernih selalu dianggap homogen. Bukti dapat diperoleh dengan mengklasifikasi berdasarkan bukti bukan warna.

8.6.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks campuran homogen dan heterogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa campuran homogen seragam pada skala pengamatan yang ditentukan dan memiliki satu fase, sedangkan campuran heterogen menunjukkan lebih dari satu fase atau ketidakseragaman komposisi pada skala relevan.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh larutan garam dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan susu sebagai sistem koloid. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan larutan serta fase perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada larutan garam. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik menyatakan skala pengamatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan pengamatan makro dan mikroskop sederhana. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: suspensi halus dianggap larutan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik menyatakan skala pengamatan.

8.6.4 Model Submikroskopik

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks campuran homogen dan heterogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa campuran homogen seragam pada skala pengamatan yang ditentukan dan memiliki satu fase, sedangkan campuran heterogen menunjukkan lebih dari satu fase atau ketidakseragaman komposisi pada skala relevan.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Contoh susu sebagai sistem koloid dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pasir dalam air. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan fase serta koloid dan suspensi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada susu sebagai sistem koloid. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan komponen dan fase, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas koloid sebagai kasus yang memerlukan ketelitian skala. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: heterogen dianggap hanya campuran padat-padat. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan komponen dan fase.

8.6.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks campuran homogen dan heterogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa campuran homogen seragam pada skala pengamatan yang ditentukan dan memiliki satu fase, sedangkan campuran heterogen menunjukkan lebih dari satu fase atau ketidakseragaman komposisi pada skala relevan.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh pasir dalam air dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan larutan garam. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan koloid dan suspensi serta larutan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pasir dalam air. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengklasifikasi berdasarkan bukti bukan warna, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggambar distribusi partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: homogen dianggap berarti partikel penyusun menjadi identik. Bukti dapat diperoleh dengan mengklasifikasi berdasarkan bukti bukan warna.

8.6.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks campuran homogen dan heterogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa campuran homogen seragam pada skala pengamatan yang ditentukan dan memiliki satu fase, sedangkan campuran heterogen menunjukkan lebih dari satu fase atau ketidakseragaman komposisi pada skala relevan.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh larutan garam dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan susu sebagai sistem koloid. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan larutan serta fase perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada larutan garam. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik menyatakan skala pengamatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan pengamatan makro dan mikroskop sederhana. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: campuran jernih selalu dianggap homogen. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik menyatakan skala pengamatan.

8.6.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebutkan definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks campuran homogen dan heterogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa campuran homogen seragam pada skala pengamatan yang ditentukan dan memiliki satu fase, sedangkan campuran heterogen menunjukkan lebih dari satu fase atau ketidakseragaman komposisi pada skala relevan.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh susu sebagai sistem koloid dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pasir dalam air. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan fase serta koloid dan suspensi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada susu sebagai sistem koloid. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan komponen dan fase, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas koloid sebagai kasus yang memerlukan ketelitian skala. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: suspensi halus dianggap larutan. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan komponen dan fase.

8.6.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks campuran

homogen dan heterogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa campuran homogen seragam pada skala pengamatan yang ditentukan dan memiliki satu fase, sedangkan campuran heterogen menunjukkan lebih dari satu fase atau ketidakseragaman komposisi pada skala relevan.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa heterogen dianggap hanya campuran padat-padat. Variasi lain menyatakan bahwa homogen dianggap berarti partikel penyusun menjadi identik. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pasir dalam air termasuk contoh yang relevan, mengapa larutan garam perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep koloid dan suspensi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengklasifikasi berdasarkan bukti bukan warna, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggambar distribusi partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: heterogen dianggap hanya campuran padat-padat. Bukti dapat diperoleh dengan mengklasifikasi berdasarkan bukti bukan warna.

8.6.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks campuran homogen dan heterogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa campuran homogen seragam pada skala pengamatan yang ditentukan dan memiliki satu fase, sedangkan campuran heterogen menunjukkan lebih dari satu fase atau ketidakseragaman komposisi pada skala relevan.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa homogen dianggap berarti partikel penyusun menjadi identik. Variasi lain menyatakan bahwa campuran jernih selalu dianggap homogen. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa larutan garam termasuk contoh yang relevan, mengapa susu sebagai sistem koloid perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep larutan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik menyatakan skala pengamatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan pengamatan makro dan mikroskop sederhana. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: homogen dianggap berarti partikel penyusun menjadi identik. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik menyatakan skala pengamatan.

8.6.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks campuran homogen dan heterogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa campuran homogen seragam pada skala pengamatan yang ditentukan dan memiliki satu fase, sedangkan campuran heterogen menunjukkan lebih dari satu fase atau ketidakseragaman komposisi pada skala relevan.. Fokus sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa campuran jernih selalu dianggap homogen. Variasi lain menyatakan bahwa suspensi halus dianggap larutan. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa susu sebagai sistem koloid termasuk contoh yang relevan, mengapa pasir dalam air

perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep fase secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan komponen dan fase, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas koloid sebagai kasus yang memerlukan ketelitian skala. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: campuran jernih selalu dianggap homogen. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan komponen dan fase.

8.6.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks campuran homogen dan heterogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa campuran homogen seragam pada skala pengamatan yang ditentukan dan memiliki satu fase, sedangkan campuran heterogen menunjukkan lebih dari satu fase atau ketidakseragaman komposisi pada skala relevan. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa suspensi halus dianggap larutan. Variasi lain menyatakan bahwa heterogen dianggap hanya campuran padat-padat. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pasir dalam air. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengklasifikasi berdasarkan bukti bukan warna, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggambar distribusi partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak

identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: suspensi halus dianggap larutan. Bukti dapat diperoleh dengan mengklasifikasi berdasarkan bukti bukan warna.

8.6.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks campuran homogen dan heterogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa campuran homogen seragam pada skala pengamatan yang ditentukan dan memiliki satu fase, sedangkan campuran heterogen menunjukkan lebih dari satu fase atau ketidakseragaman komposisi pada skala relevan.. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa heterogen dianggap hanya campuran padat-padat. Variasi lain menyatakan bahwa homogen dianggap berarti partikel penyusun menjadi identik. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa larutan garam termasuk contoh yang relevan, mengapa susu sebagai sistem koloid perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep larutan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik menyatakan skala pengamatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan pengamatan makro dan mikroskop sederhana. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: heterogen dianggap hanya campuran padat-padat. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik menyatakan skala pengamatan.

8.6.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks campuran homogen dan heterogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa campuran homogen seragam pada skala pengamatan yang ditentukan dan memiliki satu fase, sedangkan campuran heterogen menunjukkan lebih dari satu fase atau ketidakseragaman komposisi pada skala relevan.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan komponen dan fase. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa homogen dianggap berarti partikel penyusun menjadi identik tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa susu sebagai sistem koloid termasuk contoh yang relevan, mengapa pasir dalam air perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep fase secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan komponen dan fase, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas koloid sebagai kasus yang memerlukan ketelitian skala. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: homogen dianggap berarti partikel penyusun menjadi identik. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan komponen dan fase.

8.6.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks campuran homogen dan heterogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa campuran homogen seragam pada skala pengamatan yang ditentukan dan memiliki satu fase, sedangkan campuran heterogen menunjukkan lebih dari satu fase atau ketidakseragaman komposisi pada skala relevan.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham,

tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengklasifikasi berdasarkan bukti bukan warna. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa campuran jernih selalu dianggap homogen tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pasir dalam air termasuk contoh yang relevan, mengapa larutan garam perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep koloid dan suspensi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengklasifikasi berdasarkan bukti bukan warna, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggambar distribusi partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: campuran jernih selalu dianggap homogen. Bukti dapat diperoleh dengan mengklasifikasi berdasarkan bukti bukan warna.

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

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks campuran homogen dan heterogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa campuran homogen seragam pada skala pengamatan yang ditentukan dan memiliki satu fase, sedangkan campuran heterogen menunjukkan lebih dari satu fase atau ketidakseragaman komposisi pada skala relevan.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta peserta didik menyatakan skala pengamatan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa suspensi halus dianggap

larutan tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada larutan garam. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik menyatakan skala pengamatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan pengamatan makro dan mikroskop sederhana. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: suspensi halus dianggap larutan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik menyatakan skala pengamatan.

8.6.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks campuran homogen dan heterogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa campuran homogen seragam pada skala pengamatan yang ditentukan dan memiliki satu fase, sedangkan campuran heterogen menunjukkan lebih dari satu fase atau ketidakseragaman komposisi pada skala relevan. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan komponen dan fase. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa heterogen dianggap hanya campuran padat-padat tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa susu sebagai sistem koloid termasuk contoh yang relevan, mengapa pasir dalam air perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep fase secara konsisten dan tidak

menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan komponen dan fase, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas koloid sebagai kasus yang memerlukan ketelitian skala. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: heterogen dianggap hanya campuran padat-padat. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan komponen dan fase.

8.6.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks campuran homogen dan heterogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa campuran homogen seragam pada skala pengamatan yang ditentukan dan memiliki satu fase, sedangkan campuran heterogen menunjukkan lebih dari satu fase atau ketidakseragaman komposisi pada skala relevan.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggambar distribusi partikel. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pasir dalam air termasuk contoh yang relevan, mengapa larutan garam perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep koloid dan suspensi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengklasifikasi berdasarkan bukti bukan warna, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggambar distribusi partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer

juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: homogen dianggap berarti partikel penyusun menjadi identik. Bukti dapat diperoleh dengan mengklasifikasi berdasarkan bukti bukan warna.

8.6.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks campuran homogen dan heterogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa campuran homogen seragam pada skala pengamatan yang ditentukan dan memiliki satu fase, sedangkan campuran heterogen menunjukkan lebih dari satu fase atau ketidakseragaman komposisi pada skala relevan.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan pengamatan makro dan mikroskop sederhana. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada larutan garam. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik menyatakan skala pengamatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan pengamatan makro dan mikroskop sederhana. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: campuran jernih selalu dianggap homogen. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik menyatakan skala pengamatan.

8.6.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks campuran homogen dan heterogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa campuran homogen seragam pada skala pengamatan yang ditentukan dan memiliki satu fase, sedangkan campuran heterogen menunjukkan lebih dari satu fase atau ketidakseragaman komposisi pada skala relevan.. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan untuk menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membahas koloid sebagai kasus yang memerlukan ketelitian skala. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada susu sebagai sistem koloid. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan komponen dan fase, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas koloid sebagai kasus yang memerlukan ketelitian skala. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: suspensi halus dianggap larutan. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan komponen dan fase.

8.6.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks campuran homogen dan heterogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa campuran homogen seragam pada skala pengamatan yang ditentukan dan memiliki satu fase, sedangkan campuran heterogen menunjukkan lebih dari satu fase atau ketidakseragaman komposisi pada skala relevan.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk

memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggambar distribusi partikel. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pasir dalam air termasuk contoh yang relevan, mengapa larutan garam perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep koloid dan suspensi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengklasifikasi berdasarkan bukti bukan warna, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggambar distribusi partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: heterogen dianggap hanya campuran padat-padat. Bukti dapat diperoleh dengan mengklasifikasi berdasarkan bukti bukan warna.

8.7 Larutan sebagai Campuran Homogen

Subbab ini membahas larutan sebagai campuran homogen sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Larutan adalah campuran homogen pada tingkat molekuler atau ionik yang terdiri atas pelarut dan satu atau lebih zat terlarut; partikel zat terlarut tetap ada dan terdispersi, bukan hilang.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup pelarutan, campuran homogen, konsentrasi larutan. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa zat terlarut dianggap lenyap dan bahwa larutan dianggap selalu cair. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks garam dalam air, udara sebagai larutan gas, dan paduan logam sebagai larutan padat dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan penguapan kembali zat terlarut, menampilkan model solvasi, dan membedakan proses fisika dan reaksi yang dapat menyertai pelarutan. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Larutan adalah campuran homogen pada tingkat molekuler atau ionik yang terdiri atas pelarut dan satu atau lebih zat terlarut; partikel zat terlarut tetap ada dan terdispersi, bukan hilang.

Pertanyaan diagnosis utama: menanyakan keberadaan partikel setelah pelarutan.

Remediasi awal: menggunakan penguapan kembali zat terlarut.

8.7.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks larutan sebagai campuran homogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa larutan adalah campuran homogen pada tingkat molekuler atau ionik yang terdiri atas pelarut dan satu atau lebih zat terlarut; partikel zat terlarut tetap ada dan terdispersi, bukan hilang.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh garam dalam air dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan udara sebagai larutan gas. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan pelarutan serta campuran homogen perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa garam dalam air termasuk contoh yang relevan, mengapa udara sebagai larutan gas perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pelarutan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan keberadaan partikel setelah pelarutan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan penguapan kembali zat terlarut. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: zat terlarut dianggap lenyap. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan keberadaan partikel setelah pelarutan.

8.7.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks larutan sebagai campuran homogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa larutan adalah campuran homogen pada tingkat molekuler atau ionik yang terdiri atas pelarut dan satu atau lebih zat terlarut; partikel zat terlarut tetap ada dan terdispersi, bukan hilang.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh udara sebagai larutan gas dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan paduan logam sebagai larutan padat. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan campuran homogen serta konsentrasi larutan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa udara sebagai larutan gas termasuk contoh yang relevan, mengapa paduan logam sebagai larutan padat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep campuran homogen secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram ion dalam larutan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menampilkan model solvasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: larutan dianggap selalu cair. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram ion dalam larutan.

8.7.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks larutan sebagai campuran homogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa larutan adalah campuran homogen pada tingkat molekuler atau ionik yang terdiri atas pelarut dan satu atau lebih zat terlarut; partikel zat terlarut tetap ada dan terdispersi, bukan hilang.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh paduan logam sebagai larutan padat dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan garam dalam air. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konsentrasi larutan serta pelarutan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada paduan logam sebagai larutan padat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji konservasi massa sebelum dan sesudah pelarutan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan proses fisika dan reaksi yang dapat menyertai pelarutan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pelarut selalu komponen yang jumlahnya paling besar tanpa mempertimbangkan konteks. Bukti dapat diperoleh dengan menguji konservasi massa sebelum dan sesudah pelarutan.

8.7.4 Model Submikroskopik

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks larutan sebagai campuran homogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa larutan adalah campuran homogen pada tingkat molekuler atau ionik yang terdiri atas pelarut dan satu atau lebih zat terlarut; partikel zat terlarut tetap ada dan terdispersi, bukan hilang.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Contoh garam dalam air dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan udara sebagai larutan gas. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan pelarutan serta campuran homogen perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada garam dalam air. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan keberadaan partikel setelah pelarutan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan penguapan kembali zat terlarut. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pelarutan dianggap reaksi kimia dalam semua kasus. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan keberadaan partikel setelah pelarutan.

8.7.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks larutan sebagai campuran homogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa larutan adalah campuran homogen pada tingkat molekuler atau ionik yang terdiri atas pelarut dan satu atau lebih zat terlarut; partikel zat terlarut tetap ada dan terdispersi, bukan hilang.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran,

serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh udara sebagai larutan gas dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan paduan logam sebagai larutan padat. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan campuran homogen serta konsentrasi larutan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada udara sebagai larutan gas. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram ion dalam larutan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menampilkan model solvasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: zat terlarut dianggap lenyap. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram ion dalam larutan.

8.7.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pembahasan ini perlu dimulai dari pembedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks larutan sebagai campuran homogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa larutan adalah campuran homogen pada tingkat molekuler atau ionik yang terdiri atas pelarut dan satu atau lebih zat terlarut; partikel zat terlarut tetap ada dan terdispersi, bukan hilang. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh paduan logam sebagai larutan padat dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan garam dalam air. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran

yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konsentrasi larutan serta pelarutan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada paduan logam sebagai larutan padat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji konservasi massa sebelum dan sesudah pelarutan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan proses fisika dan reaksi yang dapat menyertai pelarutan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: larutan dianggap selalu cair. Bukti dapat diperoleh dengan menguji konservasi massa sebelum dan sesudah pelarutan.

8.7.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks larutan sebagai campuran homogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa larutan adalah campuran homogen pada tingkat molekuler atau ionik yang terdiri atas pelarut dan satu atau lebih zat terlarut; partikel zat terlarut tetap ada dan terdispersi, bukan hilang.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh garam dalam air dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan udara sebagai larutan gas. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan pelarutan serta campuran homogen perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada garam dalam air. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan keberadaan partikel setelah pelarutan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan penguapan kembali zat terlarut. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pelarut selalu komponen yang jumlahnya paling besar tanpa mempertimbangkan konteks. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan keberadaan partikel setelah pelarutan.

8.7.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks larutan sebagai campuran homogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa larutan adalah campuran homogen pada tingkat molekuler atau ionik yang terdiri atas pelarut dan satu atau lebih zat terlarut; partikel zat terlarut tetap ada dan terdispersi, bukan hilang.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa pelarutan dianggap reaksi kimia dalam semua kasus. Variasi lain menyatakan bahwa zat terlarut dianggap lenyap. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa udara sebagai larutan gas termasuk contoh yang relevan, mengapa paduan logam sebagai larutan padat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep campuran homogen secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram ion dalam larutan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menampilkan model solvasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pelarutan dianggap reaksi kimia dalam semua kasus. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram ion dalam larutan.

8.7.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks larutan sebagai campuran homogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa larutan adalah campuran homogen pada tingkat molekuler atau ionik yang terdiri atas pelarut dan satu atau lebih zat terlarut; partikel zat terlarut tetap ada dan terdispersi, bukan hilang.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa zat terlarut dianggap lenyap. Variasi lain menyatakan bahwa larutan dianggap selalu cair. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa paduan logam sebagai larutan padat termasuk contoh yang relevan, mengapa garam dalam air perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konsentrasi larutan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji konservasi massa sebelum dan sesudah pelarutan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan proses fisika dan reaksi yang dapat menyertai pelarutan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: zat terlarut dianggap lenyap. Bukti dapat diperoleh dengan menguji konservasi massa sebelum dan sesudah pelarutan.

8.7.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks larutan sebagai campuran homogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa larutan adalah campuran homogen pada tingkat molekuler atau ionik yang terdiri atas pelarut dan satu atau lebih zat terlarut; partikel zat terlarut tetap ada dan terdispersi, bukan hilang.. Fokus sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa larutan dianggap selalu cair. Variasi lain menyatakan bahwa pelarut selalu komponen yang jumlahnya paling besar tanpa mempertimbangkan konteks. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa garam dalam air termasuk contoh yang relevan, mengapa udara sebagai larutan gas perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pelarutan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan keberadaan partikel setelah pelarutan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan penguapan kembali zat terlarut. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: larutan dianggap selalu cair. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan keberadaan partikel setelah pelarutan.

8.7.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks larutan sebagai campuran homogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa larutan adalah campuran homogen pada tingkat molekuler atau ionik yang terdiri atas pelarut dan satu atau lebih zat terlarut; partikel zat terlarut tetap ada dan terdispersi, bukan hilang.. Fokus sumber dari

model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa pelarut selalu komponen yang jumlahnya paling besar tanpa mempertimbangkan konteks. Variasi lain menyatakan bahwa pelarutan dianggap reaksi kimia dalam semua kasus. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada udara sebagai larutan gas. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram ion dalam larutan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menampilkan model solvasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pelarut selalu komponen yang jumlahnya paling besar tanpa mempertimbangkan konteks. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram ion dalam larutan.

8.7.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks larutan sebagai campuran homogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa larutan adalah campuran homogen pada tingkat molekuler atau ionik yang terdiri atas pelarut dan satu atau lebih zat terlarut; partikel zat terlarut tetap ada dan terdispersi, bukan hilang. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa pelarutan dianggap reaksi kimia dalam semua kasus. Variasi lain menyatakan bahwa zat terlarut

dianggap lenyap. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa paduan logam sebagai larutan padat termasuk contoh yang relevan, mengapa garam dalam air perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konsentrasi larutan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji konservasi massa sebelum dan sesudah pelarutan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan proses fisika dan reaksi yang dapat menyertai pelarutan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pelarutan dianggap reaksi kimia dalam semua kasus. Bukti dapat diperoleh dengan menguji konservasi massa sebelum dan sesudah pelarutan.

8.7.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks larutan sebagai campuran homogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa larutan adalah campuran homogen pada tingkat molekuler atau ionik yang terdiri atas pelarut dan satu atau lebih zat terlarut; partikel zat terlarut tetap ada dan terdispersi, bukan hilang.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menanyakan keberadaan partikel setelah pelarutan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa zat terlarut dianggap lenyap tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa garam dalam air termasuk contoh yang relevan, mengapa udara sebagai larutan

gas perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pelarutan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan keberadaan partikel setelah pelarutan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan penguapan kembali zat terlarut. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: zat terlarut dianggap lenyap. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan keberadaan partikel setelah pelarutan.

8.7.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks larutan sebagai campuran homogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa larutan adalah campuran homogen pada tingkat molekuler atau ionik yang terdiri atas pelarut dan satu atau lebih zat terlarut; partikel zat terlarut tetap ada dan terdispersi, bukan hilang.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta diagram ion dalam larutan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa larutan dianggap selalu cair tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa udara sebagai larutan gas termasuk contoh yang relevan, mengapa paduan logam sebagai larutan padat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep campuran homogen secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram ion dalam larutan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menampilkan model solvasi.

Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: larutan dianggap selalu cair. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram ion dalam larutan.

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

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks larutan sebagai campuran homogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa larutan adalah campuran homogen pada tingkat molekuler atau ionik yang terdiri atas pelarut dan satu atau lebih zat terlarut; partikel zat terlarut tetap ada dan terdispersi, bukan hilang.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menguji konservasi massa sebelum dan sesudah pelarutan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa pelarut selalu komponen yang jumlahnya paling besar tanpa mempertimbangkan konteks tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada paduan logam sebagai larutan padat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji konservasi massa sebelum dan sesudah pelarutan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan proses fisika dan reaksi yang dapat menyertai pelarutan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pelarut selalu komponen yang jumlahnya paling besar tanpa mempertimbangkan konteks. Bukti dapat diperoleh dengan menguji konservasi massa sebelum dan sesudah pelarutan.

8.7.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks larutan sebagai campuran homogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa larutan adalah campuran homogen pada tingkat molekuler atau ionik yang terdiri atas pelarut dan satu atau lebih zat terlarut; partikel zat terlarut tetap ada dan terdispersi, bukan hilang.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menanyakan keberadaan partikel setelah pelarutan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa pelarutan dianggap reaksi kimia dalam semua kasus tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa garam dalam air termasuk contoh yang relevan, mengapa udara sebagai larutan gas perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pelarutan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan keberadaan partikel setelah pelarutan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan penguapan kembali zat terlarut. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pelarutan dianggap reaksi kimia dalam semua kasus. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan keberadaan partikel setelah pelarutan.

8.7.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks larutan sebagai campuran homogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa

larutan adalah campuran homogen pada tingkat molekuler atau ionik yang terdiri atas pelarut dan satu atau lebih zat terlarut; partikel zat terlarut tetap ada dan terdispersi, bukan hilang.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menampilkan model solvasi. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa udara sebagai larutan gas termasuk contoh yang relevan, mengapa paduan logam sebagai larutan padat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep campuran homogen secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram ion dalam larutan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menampilkan model solvasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: zat terlarut dianggap lenyap. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram ion dalam larutan.

8.7.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks larutan sebagai campuran homogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa larutan adalah campuran homogen pada tingkat molekuler atau ionik yang terdiri atas pelarut dan satu atau lebih zat terlarut; partikel zat terlarut tetap ada dan terdispersi, bukan hilang.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membedakan proses fisika dan reaksi yang dapat menyertai pelarutan. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal,

kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada paduan logam sebagai larutan padat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji konservasi massa sebelum dan sesudah pelarutan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan proses fisika dan reaksi yang dapat menyertai pelarutan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: larutan dianggap selalu cair. Bukti dapat diperoleh dengan menguji konservasi massa sebelum dan sesudah pelarutan.

8.7.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks larutan sebagai campuran homogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa larutan adalah campuran homogen pada tingkat molekuler atau ionik yang terdiri atas pelarut dan satu atau lebih zat terlarut; partikel zat terlarut tetap ada dan terdispersi, bukan hilang.. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan untuk menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan penguapan kembali zat terlarut. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada garam dalam air. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus,

diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan keberadaan partikel setelah pelarutan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan penguapan kembali zat terlarut. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pelarut selalu komponen yang jumlahnya paling besar tanpa mempertimbangkan konteks. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan keberadaan partikel setelah pelarutan.

8.7.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks larutan sebagai campuran homogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa larutan adalah campuran homogen pada tingkat molekuler atau ionik yang terdiri atas pelarut dan satu atau lebih zat terlarut; partikel zat terlarut tetap ada dan terdispersi, bukan hilang.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menampilkan model solvasi. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa udara sebagai larutan gas termasuk contoh yang relevan, mengapa paduan logam sebagai larutan padat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep campuran homogen secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram ion dalam larutan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menampilkan model solvasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan

contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pelarutan dianggap reaksi kimia dalam semua kasus. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram ion dalam larutan.

8.8 Perubahan Fisika dan Perubahan Kimia

Subbab ini membahas perubahan fisika dan perubahan kimia sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Perubahan fisika mengubah keadaan, bentuk, atau distribusi tanpa menghasilkan spesies kimia baru sebagai hasil utama, sedangkan perubahan kimia mengubah keterhubungan atom dan menghasilkan komposisi zat yang berbeda.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup reaksi kimia, indikator reaksi, konservasi atom. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa perubahan yang dapat balik selalu fisika dan bahwa perubahan warna selalu kimia. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks es mencair, besi berkarat, dan gula larut dan gula terkaramelisasi dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan definisi berbasis komposisi dan ikatan, mendiskusikan kasus batas, dan menghubungkan observasi dengan bukti analitik. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Perubahan fisika mengubah keadaan, bentuk, atau distribusi tanpa menghasilkan spesies kimia baru sebagai hasil utama, sedangkan perubahan kimia mengubah keterhubungan atom dan menghasilkan komposisi zat yang berbeda.

Pertanyaan diagnosis utama: meminta bukti terbentuknya spesies baru.

Remediasi awal: menggunakan definisi berbasis komposisi dan ikatan.

8.8.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks perubahan fisika dan perubahan kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan fisika mengubah keadaan, bentuk, atau distribusi tanpa menghasilkan spesies kimia baru sebagai hasil utama, sedangkan perubahan kimia mengubah keterhubungan atom dan menghasilkan komposisi zat yang berbeda.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh gula larut dan gula terkaramelisasi dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan es mencair. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konservasi atom serta reaksi kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa gula larut dan gula terkaramelisasi termasuk contoh yang relevan, mengapa es mencair perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konservasi atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghadirkan kasus yang tidak dapat diputuskan hanya dari satu indikator, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan observasi dengan bukti analitik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perubahan yang dapat balik selalu fisika. Bukti dapat diperoleh dengan menghadirkan kasus yang tidak dapat diputuskan hanya dari satu indikator.

8.8.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks perubahan fisika dan perubahan kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan fisika mengubah keadaan, bentuk, atau distribusi tanpa menghasilkan spesies kimia baru sebagai hasil utama, sedangkan perubahan kimia mengubah keterhubungan atom

dan menghasilkan komposisi zat yang berbeda.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh es mencair dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan besi berkarat. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan reaksi kimia serta indikator reaksi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa es mencair termasuk contoh yang relevan, mengapa besi berkarat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep reaksi kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta bukti terbentuknya spesies baru, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan definisi berbasis komposisi dan ikatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perubahan warna selalu kimia. Bukti dapat diperoleh dengan meminta bukti terbentuknya spesies baru.

8.8.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks perubahan fisika dan perubahan kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan fisika mengubah keadaan, bentuk, atau distribusi tanpa menghasilkan spesies kimia baru sebagai hasil utama, sedangkan perubahan kimia mengubah keterhubungan atom dan menghasilkan komposisi zat yang berbeda.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh besi berkarat dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan gula larut dan gula terkaramelisasi. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran

yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan indikator reaksi serta konservasi atom perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada besi berkarat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan diagram partikel sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mendiskusikan kasus batas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pelarutan selalu fisika atau selalu kimia. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan diagram partikel sebelum-sesudah.

8.8.4 Model Submikroskopik

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks perubahan fisika dan perubahan kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan fisika mengubah keadaan, bentuk, atau distribusi tanpa menghasilkan spesies kimia baru sebagai hasil utama, sedangkan perubahan kimia mengubah keterhubungan atom dan menghasilkan komposisi zat yang berbeda.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Contoh gula larut dan gula terkaramelisasi dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan es mencair. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konservasi atom serta reaksi kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada gula larut dan gula terkaramelisasi. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang

terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghadirkan kasus yang tidak dapat diputuskan hanya dari satu indikator, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan observasi dengan bukti analitik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perubahan bentuk besar dianggap kimia. Bukti dapat diperoleh dengan menghadirkan kasus yang tidak dapat diputuskan hanya dari satu indikator.

8.8.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks perubahan fisika dan perubahan kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan fisika mengubah keadaan, bentuk, atau distribusi tanpa menghasilkan spesies kimia baru sebagai hasil utama, sedangkan perubahan kimia mengubah keterhubungan atom dan menghasilkan komposisi zat yang berbeda.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh es mencair dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan besi berkarat. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan reaksi kimia serta indikator reaksi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada es mencair. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta bukti terbentuknya spesies baru, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan definisi berbasis komposisi dan ikatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perubahan yang dapat balik selalu fisika. Bukti dapat diperoleh dengan meminta bukti terbentuknya spesies baru.

8.8.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks perubahan fisika dan perubahan kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan fisika mengubah keadaan, bentuk, atau distribusi tanpa menghasilkan spesies kimia baru sebagai hasil utama, sedangkan perubahan kimia mengubah keterhubungan atom dan menghasilkan komposisi zat yang berbeda.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh besi berkarat dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan gula larut dan gula terkaramelisasi. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan indikator reaksi serta konservasi atom perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada besi berkarat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan diagram partikel sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mendiskusikan kasus batas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perubahan warna selalu kimia. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan diagram partikel sebelum-sesudah.

8.8.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks perubahan fisika dan perubahan kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan fisika mengubah keadaan, bentuk, atau distribusi tanpa menghasilkan spesies kimia baru sebagai hasil utama, sedangkan perubahan kimia mengubah keterhubungan atom dan menghasilkan komposisi zat yang berbeda.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh gula larut dan gula terkaramelisasi dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan es mencair. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konservasi atom serta reaksi kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada gula larut dan gula terkaramelisasi. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghadirkan kasus yang tidak dapat diputuskan hanya dari satu indikator, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan observasi dengan bukti analitik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pelarutan selalu fisika atau selalu kimia. Bukti dapat diperoleh dengan menghadirkan kasus yang tidak dapat diputuskan hanya dari satu indikator.

8.8.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks perubahan fisika dan perubahan kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan fisika mengubah keadaan, bentuk, atau distribusi tanpa menghasilkan spesies kimia baru sebagai hasil utama, sedangkan perubahan kimia mengubah keterhubungan atom dan menghasilkan komposisi zat yang berbeda.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa perubahan bentuk besar dianggap kimia. Variasi lain menyatakan bahwa perubahan yang dapat balik selalu fisika. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa es mencair termasuk contoh yang relevan, mengapa besi berkarat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep reaksi kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta bukti terbentuknya spesies baru, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan definisi berbasis komposisi dan ikatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perubahan bentuk besar dianggap kimia. Bukti dapat diperoleh dengan meminta bukti terbentuknya spesies baru.

8.8.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks perubahan fisika dan perubahan kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan fisika mengubah keadaan, bentuk, atau distribusi tanpa menghasilkan spesies kimia baru sebagai hasil utama, sedangkan perubahan kimia mengubah keterhubungan atom dan menghasilkan komposisi zat yang berbeda.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu

menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa perubahan yang dapat balik selalu fisika. Variasi lain menyatakan bahwa perubahan warna selalu kimia. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa besi berkarat termasuk contoh yang relevan, mengapa gula larut dan gula terkaramelisasi perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep indikator reaksi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan diagram partikel sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mendiskusikan kasus batas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perubahan yang dapat balik selalu fisika. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan diagram partikel sebelum-sesudah.

8.8.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks perubahan fisika dan perubahan kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan fisika mengubah keadaan, bentuk, atau distribusi tanpa menghasilkan spesies kimia baru sebagai hasil utama, sedangkan perubahan kimia mengubah keterhubungan atom dan menghasilkan komposisi zat yang berbeda.. Fokus sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa perubahan warna selalu kimia. Variasi lain menyatakan bahwa pelarutan selalu fisika atau selalu kimia. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena

itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa gula larut dan gula terkaramelisasi termasuk contoh yang relevan, mengapa es mencair perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konservasi atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghadirkan kasus yang tidak dapat diputuskan hanya dari satu indikator, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan observasi dengan bukti analitik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perubahan warna selalu kimia. Bukti dapat diperoleh dengan menghadirkan kasus yang tidak dapat diputuskan hanya dari satu indikator.

8.8.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks perubahan fisika dan perubahan kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan fisika mengubah keadaan, bentuk, atau distribusi tanpa menghasilkan spesies kimia baru sebagai hasil utama, sedangkan perubahan kimia mengubah keterhubungan atom dan menghasilkan komposisi zat yang berbeda.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa pelarutan selalu fisika atau selalu kimia. Variasi lain menyatakan bahwa perubahan bentuk besar dianggap kimia. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada es mencair. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan

warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta bukti terbentuknya spesies baru, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan definisi berbasis komposisi dan ikatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pelarutan selalu fisika atau selalu kimia. Bukti dapat diperoleh dengan meminta bukti terbentuknya spesies baru.

8.8.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks perubahan fisika dan perubahan kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan fisika mengubah keadaan, bentuk, atau distribusi tanpa menghasilkan spesies kimia baru sebagai hasil utama, sedangkan perubahan kimia mengubah keterhubungan atom dan menghasilkan komposisi zat yang berbeda.. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa perubahan bentuk besar dianggap kimia. Variasi lain menyatakan bahwa perubahan yang dapat balik selalu fisika. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa besi berkarat termasuk contoh yang relevan, mengapa gula larut dan gula terkaramelisasi perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep indikator reaksi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan diagram partikel sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mendiskusikan kasus batas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer

juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perubahan bentuk besar dianggap kimia. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan diagram partikel sebelum-sesudah.

8.8.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks perubahan fisika dan perubahan kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan fisika mengubah keadaan, bentuk, atau distribusi tanpa menghasilkan spesies kimia baru sebagai hasil utama, sedangkan perubahan kimia mengubah keterhubungan atom dan menghasilkan komposisi zat yang berbeda.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghadirkan kasus yang tidak dapat diputuskan hanya dari satu indikator. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa perubahan yang dapat balik selalu fisika tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa gula larut dan gula terkaramelisasi termasuk contoh yang relevan, mengapa es mencair perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konservasi atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghadirkan kasus yang tidak dapat diputuskan hanya dari satu indikator, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan observasi dengan bukti analitik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perubahan yang dapat balik selalu fisika. Bukti dapat diperoleh dengan menghadirkan kasus yang tidak dapat diputuskan hanya dari satu indikator.

8.8.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks perubahan fisika dan perubahan kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan fisika mengubah keadaan, bentuk, atau distribusi tanpa menghasilkan spesies kimia baru sebagai hasil utama, sedangkan perubahan kimia mengubah keterhubungan atom dan menghasilkan komposisi zat yang berbeda.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta bukti terbentuknya spesies baru. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa perubahan warna selalu kimia tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa es mencair termasuk contoh yang relevan, mengapa besi berkarat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep reaksi kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta bukti terbentuknya spesies baru, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan definisi berbasis komposisi dan ikatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perubahan warna selalu kimia. Bukti dapat diperoleh dengan meminta bukti terbentuknya spesies baru.

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

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks perubahan fisika dan perubahan kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan fisika mengubah keadaan, bentuk, atau distribusi tanpa menghasilkan spesies kimia baru sebagai hasil utama, sedangkan perubahan kimia mengubah keterhubungan atom dan menghasilkan komposisi zat yang berbeda.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-

explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan diagram partikel sebelum-sesudah. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa pelarutan selalu fisika atau selalu kimia tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada besi berkarat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan diagram partikel sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mendiskusikan kasus batas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pelarutan selalu fisika atau selalu kimia. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan diagram partikel sebelum-sesudah.

8.8.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks perubahan fisika dan perubahan kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan fisika mengubah keadaan, bentuk, atau distribusi tanpa menghasilkan spesies kimia baru sebagai hasil utama, sedangkan perubahan kimia mengubah keterhubungan atom dan menghasilkan komposisi zat yang berbeda. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghadirkan kasus yang tidak dapat diputuskan hanya dari satu indikator. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa perubahan bentuk besar dianggap kimia tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya

dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa gula larut dan gula terkaramelisasi termasuk contoh yang relevan, mengapa es mencair perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konservasi atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghadirkan kasus yang tidak dapat diputuskan hanya dari satu indikator, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan observasi dengan bukti analitik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perubahan bentuk besar dianggap kimia. Bukti dapat diperoleh dengan menghadirkan kasus yang tidak dapat diputuskan hanya dari satu indikator.

8.8.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks perubahan fisika dan perubahan kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan fisika mengubah keadaan, bentuk, atau distribusi tanpa menghasilkan spesies kimia baru sebagai hasil utama, sedangkan perubahan kimia mengubah keterhubungan atom dan menghasilkan komposisi zat yang berbeda.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan definisi berbasis komposisi dan ikatan. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa es mencair termasuk contoh yang relevan, mengapa besi berkarat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi.

Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep reaksi kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta bukti terbentuknya spesies baru, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan definisi berbasis komposisi dan ikatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perubahan yang dapat balik selalu fisika. Bukti dapat diperoleh dengan meminta bukti terbentuknya spesies baru.

8.8.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks perubahan fisika dan perubahan kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan fisika mengubah keadaan, bentuk, atau distribusi tanpa menghasilkan spesies kimia baru sebagai hasil utama, sedangkan perubahan kimia mengubah keterhubungan atom dan menghasilkan komposisi zat yang berbeda.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara mendiskusikan kasus batas. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada besi berkarat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan diagram partikel sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mendiskusikan kasus batas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai

perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perubahan warna selalu kimia. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan diagram partikel sebelum-sesudah.

8.8.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks perubahan fisika dan perubahan kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan fisika mengubah keadaan, bentuk, atau distribusi tanpa menghasilkan spesies kimia baru sebagai hasil utama, sedangkan perubahan kimia mengubah keterhubungan atom dan menghasilkan komposisi zat yang berbeda.. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan untuk menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan observasi dengan bukti analitik. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada gula larut dan gula terkaramelisasi. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghadirkan kasus yang tidak dapat diputuskan hanya dari satu indikator, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan observasi dengan bukti analitik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pelarutan selalu fisika atau selalu kimia. Bukti dapat diperoleh dengan menghadirkan kasus yang tidak dapat diputuskan hanya dari satu indikator.

8.8.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks perubahan fisika dan perubahan kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan fisika mengubah keadaan, bentuk, atau distribusi tanpa menghasilkan spesies kimia baru sebagai hasil utama, sedangkan perubahan kimia mengubah keterhubungan atom dan menghasilkan komposisi zat yang berbeda.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan definisi berbasis komposisi dan ikatan. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa es mencair termasuk contoh yang relevan, mengapa besi berkarat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep reaksi kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta bukti terbentuknya spesies baru, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan definisi berbasis komposisi dan ikatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perubahan bentuk besar dianggap kimia. Bukti dapat diperoleh dengan meminta bukti terbentuknya spesies baru.

8.9 Indikator Terjadinya Reaksi Kimia

Subbab ini membahas indikator terjadinya reaksi kimia sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Perubahan warna, pembentukan gas, endapan, perubahan suhu, cahaya, atau bau dapat menjadi petunjuk reaksi, tetapi bukan bukti tunggal yang selalu cukup; interpretasi memerlukan perbandingan sistem, kontrol, dan penjelasan submikroskopik.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup perubahan kimia, metode ilmiah, persamaan reaksi. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa setiap gelembung berarti reaksi menghasilkan gas dan bahwa setiap perubahan suhu berarti reaksi kimia. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks gelembung saat air mendidih, endapan AgCl , dan pelarutan NH_4NO_3 yang mendinginkan tanpa membentuk zat baru utama dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi melatih argumentasi klaim-bukti-penalaran, membedakan observasi dan inferensi, dan menggunakan data tambahan seperti pH atau konduktivitas. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Perubahan warna, pembentukan gas, endapan, perubahan suhu, cahaya, atau bau dapat menjadi petunjuk reaksi, tetapi bukan bukti tunggal yang selalu cukup; interpretasi memerlukan perbandingan sistem, kontrol, dan penjelasan submikroskopik.

Pertanyaan diagnosis utama: meminta alternatif penjelasan untuk satu pengamatan.

Remediasi awal: melatih argumentasi klaim-bukti-penalaran.

8.9.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pembahasan ini perlu dimulai dari pembedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks indikator terjadinya reaksi kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan warna, pembentukan gas, endapan, perubahan suhu, cahaya, atau bau dapat menjadi petunjuk reaksi, tetapi bukan bukti tunggal yang selalu cukup; interpretasi memerlukan perbandingan sistem, kontrol, dan penjelasan submikroskopik.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh endapan AgCl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pelarutan NH_4NO_3 yang mendinginkan tanpa membentuk zat baru utama. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang

berubah. Hubungan dengan metode ilmiah serta persamaan reaksi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa endapan AgCl termasuk contoh yang relevan, mengapa pelarutan NH_4NO_3 yang mendinginkan tanpa membentuk zat baru utama perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep metode ilmiah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan kontrol blanko, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan observasi dan inferensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap gelembung berarti reaksi menghasilkan gas. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan kontrol blanko.

8.9.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks indikator terjadinya reaksi kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan warna, pembentukan gas, endapan, perubahan suhu, cahaya, atau bau dapat menjadi petunjuk reaksi, tetapi bukan bukti tunggal yang selalu cukup; interpretasi memerlukan perbandingan sistem, kontrol, dan penjelasan submikroskopik.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh pelarutan NH_4NO_3 yang mendinginkan tanpa membentuk zat baru utama dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan gelembung saat air mendidih. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan persamaan reaksi serta perubahan kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pelarutan NH_4NO_3 yang mendinginkan tanpa membentuk zat baru utama

termasuk contoh yang relevan, mengapa gelembung saat air mendidih perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep persamaan reaksi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai kekuatan bukti dari beberapa indikator, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data tambahan seperti pH atau konduktivitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap perubahan suhu berarti reaksi kimia. Bukti dapat diperoleh dengan menilai kekuatan bukti dari beberapa indikator.

8.9.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks indikator terjadinya reaksi kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan warna, pembentukan gas, endapan, perubahan suhu, cahaya, atau bau dapat menjadi petunjuk reaksi, tetapi bukan bukti tunggal yang selalu cukup; interpretasi memerlukan perbandingan sistem, kontrol, dan penjelasan submikroskopik.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh gelembung saat air mendidih dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan endapan AgCl. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan perubahan kimia serta metode ilmiah perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada gelembung saat air mendidih. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alternatif penjelasan untuk satu pengamatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi melatih argumentasi klaim-bukti-penalaran. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: endapan disamakan dengan zat terlarut yang tenggelam. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alternatif penjelasan untuk satu pengamatan.

8.9.4 Model Submikroskopik

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks indikator terjadinya reaksi kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan warna, pembentukan gas, endapan, perubahan suhu, cahaya, atau bau dapat menjadi petunjuk reaksi, tetapi bukan bukti tunggal yang selalu cukup; interpretasi memerlukan perbandingan sistem, kontrol, dan penjelasan submikroskopik.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Contoh endapan AgCl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pelarutan NH_4NO_3 yang mendinginkan tanpa membentuk zat baru utama. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan metode ilmiah serta persamaan reaksi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada endapan AgCl. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan kontrol blanko, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan observasi dan inferensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tidak ada perubahan visual berarti tidak ada reaksi. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan kontrol blanko.

8.9.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks indikator terjadinya reaksi kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan warna, pembentukan gas, endapan, perubahan suhu, cahaya, atau bau dapat menjadi petunjuk reaksi, tetapi bukan bukti tunggal yang selalu cukup; interpretasi memerlukan perbandingan sistem, kontrol, dan penjelasan submikroskopik.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh pelarutan NH_4NO_3 yang mendinginkan tanpa membentuk zat baru utama dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan gelembung saat air mendidih. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan persamaan reaksi serta perubahan kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pelarutan NH_4NO_3 yang mendinginkan tanpa membentuk zat baru utama. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai kekuatan bukti dari beberapa indikator, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data tambahan seperti pH atau konduktivitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap gelembung berarti reaksi menghasilkan gas. Bukti dapat diperoleh dengan menilai kekuatan bukti dari beberapa indikator.

8.9.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks indikator terjadinya reaksi kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan warna, pembentukan gas, endapan, perubahan suhu, cahaya, atau bau dapat menjadi petunjuk reaksi, tetapi bukan bukti tunggal yang selalu cukup; interpretasi memerlukan perbandingan sistem, kontrol, dan penjelasan submikroskopik.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh gelembung saat air mendidih dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan endapan AgCl. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan perubahan kimia serta metode ilmiah perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada gelembung saat air mendidih. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alternatif penjelasan untuk satu pengamatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi melatih argumentasi klaim-bukti-penalaran. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap perubahan suhu berarti reaksi kimia. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alternatif penjelasan untuk satu pengamatan.

8.9.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks indikator terjadinya reaksi kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan warna, pembentukan gas, endapan, perubahan suhu, cahaya, atau bau dapat menjadi petunjuk reaksi, tetapi bukan bukti tunggal yang selalu cukup; interpretasi

memerlukan perbandingan sistem, kontrol, dan penjelasan submikroskopik.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh endapan AgCl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pelarutan NH_4NO_3 yang mendinginkan tanpa membentuk zat baru utama. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan metode ilmiah serta persamaan reaksi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada endapan AgCl. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan kontrol blanko, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan observasi dan inferensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: endapan disamakan dengan zat terlarut yang tenggelam. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan kontrol blanko.

8.9.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks indikator terjadinya reaksi kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan warna, pembentukan gas, endapan, perubahan suhu, cahaya, atau bau dapat menjadi petunjuk reaksi, tetapi bukan bukti tunggal yang selalu cukup; interpretasi memerlukan perbandingan sistem, kontrol, dan penjelasan submikroskopik.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa tidak ada perubahan visual berarti tidak ada reaksi. Variasi lain menyatakan bahwa setiap gelembung berarti reaksi menghasilkan gas. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pelarutan NH_4NO_3 yang mendinginkan tanpa membentuk zat baru utama termasuk contoh yang relevan, mengapa gelembung saat air mendidih perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep persamaan reaksi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai kekuatan bukti dari beberapa indikator, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data tambahan seperti pH atau konduktivitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tidak ada perubahan visual berarti tidak ada reaksi. Bukti dapat diperoleh dengan menilai kekuatan bukti dari beberapa indikator.

8.9.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks indikator terjadinya reaksi kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan warna, pembentukan gas, endapan, perubahan suhu, cahaya, atau bau dapat menjadi petunjuk reaksi, tetapi bukan bukti tunggal yang selalu cukup; interpretasi memerlukan perbandingan sistem, kontrol, dan penjelasan submikroskopik.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa setiap gelembung berarti reaksi menghasilkan gas. Variasi lain menyatakan bahwa setiap perubahan suhu berarti reaksi kimia. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa gelembung saat air mendidih termasuk contoh yang relevan, mengapa endapan AgCl perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep perubahan kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alternatif penjelasan untuk satu pengamatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi melatih argumentasi klaim-bukti-penalaran. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap gelembung berarti reaksi menghasilkan gas. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alternatif penjelasan untuk satu pengamatan.

8.9.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks indikator terjadinya reaksi kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan warna, pembentukan gas, endapan, perubahan suhu, cahaya, atau bau dapat menjadi petunjuk reaksi, tetapi bukan bukti tunggal yang selalu cukup; interpretasi memerlukan perbandingan sistem, kontrol, dan penjelasan submikroskopik.. Fokus sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa setiap perubahan suhu berarti reaksi kimia. Variasi lain menyatakan bahwa endapan disamakan dengan zat terlarut yang tenggelam. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa endapan AgCl termasuk contoh yang relevan, mengapa pelarutan NH_4NO_3 yang mendinginkan tanpa membentuk zat baru utama perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep metode ilmiah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan kontrol blanko, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan observasi dan inferensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap perubahan suhu berarti reaksi kimia. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan kontrol blanko.

8.9.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks indikator terjadinya reaksi kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan warna, pembentukan gas, endapan, perubahan suhu, cahaya, atau bau dapat menjadi petunjuk reaksi, tetapi bukan bukti tunggal yang selalu cukup; interpretasi memerlukan perbandingan sistem, kontrol, dan penjelasan submikroskopik.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa endapan disamakan dengan zat terlarut yang tenggelam. Variasi lain menyatakan bahwa tidak ada perubahan visual berarti tidak ada reaksi. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pelarutan NH_4NO_3 yang mendinginkan tanpa membentuk zat baru utama. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai kekuatan bukti dari beberapa indikator, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data tambahan seperti pH atau konduktivitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: endapan disamakan dengan zat terlarut yang tenggelam. Bukti dapat diperoleh dengan menilai kekuatan bukti dari beberapa indikator.

8.9.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebutkan definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks indikator terjadinya reaksi kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan warna, pembentukan gas, endapan, perubahan suhu, cahaya, atau bau dapat menjadi petunjuk reaksi, tetapi bukan bukti tunggal yang selalu cukup; interpretasi memerlukan perbandingan sistem, kontrol, dan penjelasan submikroskopik.. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa tidak ada perubahan visual berarti tidak ada reaksi. Variasi lain menyatakan bahwa setiap gelembung berarti reaksi menghasilkan gas. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa gelembung saat air mendidih termasuk contoh yang relevan, mengapa endapan AgCl perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep perubahan kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alternatif penjelasan untuk satu pengamatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi melatih argumentasi klaim-bukti-penalaran. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tidak ada perubahan visual berarti tidak ada reaksi. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alternatif penjelasan untuk satu pengamatan.

8.9.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks indikator terjadinya reaksi kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan warna, pembentukan gas, endapan, perubahan suhu, cahaya, atau bau dapat menjadi

petunjuk reaksi, tetapi bukan bukti tunggal yang selalu cukup; interpretasi memerlukan perbandingan sistem, kontrol, dan penjelasan submikroskopik.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggunakan kontrol blanko. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa setiap gelembung berarti reaksi menghasilkan gas tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa endapan AgCl termasuk contoh yang relevan, mengapa pelarutan NH_4NO_3 yang mendinginkan tanpa membentuk zat baru utama perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep metode ilmiah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan kontrol blanko, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan observasi dan inferensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap gelembung berarti reaksi menghasilkan gas. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan kontrol blanko.

8.9.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks indikator terjadinya reaksi kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan warna, pembentukan gas, endapan, perubahan suhu, cahaya, atau bau dapat menjadi petunjuk reaksi, tetapi bukan bukti tunggal yang selalu cukup; interpretasi memerlukan perbandingan sistem, kontrol, dan penjelasan submikroskopik.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menilai kekuatan bukti dari beberapa indikator. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa setiap perubahan suhu berarti reaksi kimia tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pelarutan NH_4NO_3 yang mendinginkan tanpa membentuk zat baru utama termasuk contoh yang relevan, mengapa gelembung saat air mendidih perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep persamaan reaksi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai kekuatan bukti dari beberapa indikator, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data tambahan seperti pH atau konduktivitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap perubahan suhu berarti reaksi kimia. Bukti dapat diperoleh dengan menilai kekuatan bukti dari beberapa indikator.

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

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks indikator terjadinya reaksi kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan warna, pembentukan gas, endapan, perubahan suhu, cahaya, atau bau dapat menjadi petunjuk reaksi, tetapi bukan bukti tunggal yang selalu cukup; interpretasi memerlukan perbandingan sistem, kontrol, dan penjelasan submikroskopik.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta alternatif penjelasan untuk satu pengamatan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa endapan disamakan dengan zat terlarut yang tenggelam tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks.

Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada gelembung saat air mendidih. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alternatif penjelasan untuk satu pengamatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi melatih argumentasi klaim-bukti-penalaran. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: endapan disamakan dengan zat terlarut yang tenggelam. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alternatif penjelasan untuk satu pengamatan.

8.9.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks indikator terjadinya reaksi kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan warna, pembentukan gas, endapan, perubahan suhu, cahaya, atau bau dapat menjadi petunjuk reaksi, tetapi bukan bukti tunggal yang selalu cukup; interpretasi memerlukan perbandingan sistem, kontrol, dan penjelasan submikroskopik.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggunakan kontrol blanko. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa tidak ada perubahan visual berarti tidak ada reaksi tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa endapan AgCl termasuk contoh yang relevan, mengapa pelarutan NH_4NO_3 yang mendinginkan tanpa membentuk zat baru utama perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep metode ilmiah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan

slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan kontrol blanko, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan observasi dan inferensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tidak ada perubahan visual berarti tidak ada reaksi. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan kontrol blanko.

8.9.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks indikator terjadinya reaksi kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan warna, pembentukan gas, endapan, perubahan suhu, cahaya, atau bau dapat menjadi petunjuk reaksi, tetapi bukan bukti tunggal yang selalu cukup; interpretasi memerlukan perbandingan sistem, kontrol, dan penjelasan submikroskopik.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan data tambahan seperti pH atau konduktivitas. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pelarutan NH_4NO_3 yang mendinginkan tanpa membentuk zat baru utama termasuk contoh yang relevan, mengapa gelembung saat air mendidih perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep persamaan reaksi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai kekuatan bukti dari beberapa indikator, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data tambahan seperti pH atau konduktivitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru

dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap gelembung berarti reaksi menghasilkan gas. Bukti dapat diperoleh dengan menilai kekuatan bukti dari beberapa indikator.

8.9.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks indikator terjadinya reaksi kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan warna, pembentukan gas, endapan, perubahan suhu, cahaya, atau bau dapat menjadi petunjuk reaksi, tetapi bukan bukti tunggal yang selalu cukup; interpretasi memerlukan perbandingan sistem, kontrol, dan penjelasan submikroskopik.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara melatih argumentasi klaim-bukti-penalaran. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada gelembung saat air mendidih. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alternatif penjelasan untuk satu pengamatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi melatih argumentasi klaim-bukti-penalaran. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap perubahan suhu berarti reaksi kimia. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alternatif penjelasan untuk satu pengamatan.

8.9.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks indikator terjadinya reaksi kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan warna, pembentukan gas, endapan, perubahan suhu, cahaya, atau bau dapat menjadi petunjuk reaksi, tetapi bukan bukti tunggal yang selalu cukup; interpretasi memerlukan perbandingan sistem, kontrol, dan penjelasan submikroskopik.. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan untuk menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membedakan observasi dan inferensi. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada endapan AgCl. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan kontrol blanko, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan observasi dan inferensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: endapan disamakan dengan zat terlarut yang tenggelam. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan kontrol blanko.

8.9.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks indikator terjadinya reaksi kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan warna, pembentukan gas, endapan, perubahan suhu, cahaya, atau bau dapat menjadi petunjuk reaksi, tetapi bukan bukti tunggal yang selalu cukup; interpretasi memerlukan perbandingan sistem, kontrol, dan penjelasan submikroskopik.. Fokus transfer, retensi, dan

tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan data tambahan seperti pH atau konduktivitas. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pelarutan NH_4NO_3 yang mendinginkan tanpa membentuk zat baru utama termasuk contoh yang relevan, mengapa gelembung saat air mendidih perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep persamaan reaksi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai kekuatan bukti dari beberapa indikator, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data tambahan seperti pH atau konduktivitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tidak ada perubahan visual berarti tidak ada reaksi. Bukti dapat diperoleh dengan menilai kekuatan bukti dari beberapa indikator.

8.10 Massa dalam Perubahan Materi

Subbab ini membahas massa dalam perubahan materi sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Dalam sistem tertutup, massa total kekal selama perubahan fisika maupun reaksi kimia karena atom tidak diciptakan atau dimusnahkan; perubahan massa terukur pada sistem terbuka biasanya terkait perpindahan materi.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup hukum kekekalan massa, stoikiometri, sistem terbuka dan tertutup. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa massa berkurang ketika zat larut dan bahwa gas tidak memiliki massa. Respons seperti itu dapat

berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks pelarutan garam dalam wadah tertutup, pembakaran logam yang menambah massa karena oksigen, dan reaksi menghasilkan gas dalam sistem terbuka dan tertutup dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan sistem tertutup transparan, menghubungkan persamaan setara dengan jumlah atom, dan membedakan massa sistem dan massa komponen. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Dalam sistem tertutup, massa total kekal selama perubahan fisika maupun reaksi kimia karena atom tidak diciptakan atau dimusnahkan; perubahan massa terukur pada sistem terbuka biasanya terkait perpindahan materi.

Pertanyaan diagnosis utama: menimbang sebelum-sesudah dengan batas sistem jelas.

Remediasi awal: menggunakan sistem tertutup transparan.

8.10.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pembahasan ini perlu dimulai dari pembedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks massa dalam perubahan materi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam sistem tertutup, massa total kekal selama perubahan fisika maupun reaksi kimia karena atom tidak diciptakan atau dimusnahkan; perubahan massa terukur pada sistem terbuka biasanya terkait perpindahan materi.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh pelarutan garam dalam wadah tertutup dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pembakaran logam yang menambah massa karena oksigen. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan hukum kekekalan massa serta stoikiometri perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pelarutan garam dalam wadah tertutup termasuk contoh yang relevan, mengapa pembakaran logam yang menambah massa karena oksigen perlu diperlakukan berbeda, dan

kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep hukum kekekalan massa secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menimbang sebelum-sesudah dengan batas sistem jelas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan sistem tertutup transparan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa berkurang ketika zat larut. Bukti dapat diperoleh dengan menimbang sebelum-sesudah dengan batas sistem jelas.

8.10.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks massa dalam perubahan materi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam sistem tertutup, massa total kekal selama perubahan fisika maupun reaksi kimia karena atom tidak diciptakan atau dimusnahkan; perubahan massa terukur pada sistem terbuka biasanya terkait perpindahan materi.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh pembakaran logam yang menambah massa karena oksigen dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan reaksi menghasilkan gas dalam sistem terbuka dan tertutup. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan stoikiometri serta sistem terbuka dan tertutup perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pembakaran logam yang menambah massa karena oksigen termasuk contoh yang relevan, mengapa reaksi menghasilkan gas dalam sistem terbuka dan tertutup perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep stoikiometri secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram aliran materi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan persamaan setara dengan jumlah atom. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gas tidak memiliki massa. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram aliran materi.

8.10.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks massa dalam perubahan materi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam sistem tertutup, massa total kekal selama perubahan fisika maupun reaksi kimia karena atom tidak diciptakan atau dimusnahkan; perubahan massa terukur pada sistem terbuka biasanya terkait perpindahan materi.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh reaksi menghasilkan gas dalam sistem terbuka dan tertutup dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pelarutan garam dalam wadah tertutup. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan sistem terbuka dan tertutup serta hukum kekekalan massa perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada reaksi menghasilkan gas dalam sistem terbuka dan tertutup. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan asal atau tujuan selisih massa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan massa sistem dan massa komponen. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan

transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pembakaran selalu mengurangi massa benda karena sebagian materi musnah. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan asal atau tujuan selisih massa.

8.10.4 Model Submikroskopik

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks massa dalam perubahan materi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam sistem tertutup, massa total kekal selama perubahan fisika maupun reaksi kimia karena atom tidak diciptakan atau dimusnahkan; perubahan massa terukur pada sistem terbuka biasanya terkait perpindahan materi.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Contoh pelarutan garam dalam wadah tertutup dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pembakaran logam yang menambah massa karena oksigen. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan hukum kekekalan massa serta stoikiometri perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pelarutan garam dalam wadah tertutup. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menimbang sebelum-sesudah dengan batas sistem jelas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan sistem tertutup transparan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa produk harus sama dengan massa salah satu pereaksi. Bukti dapat diperoleh dengan menimbang sebelum-sesudah dengan batas sistem jelas.

8.10.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks massa dalam perubahan materi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam sistem tertutup, massa total kekal selama perubahan fisika maupun reaksi kimia karena atom tidak diciptakan atau dimusnahkan; perubahan massa terukur pada sistem terbuka biasanya terkait perpindahan materi.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh pembakaran logam yang menambah massa karena oksigen dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan reaksi menghasilkan gas dalam sistem terbuka dan tertutup. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan stoikiometri serta sistem terbuka dan tertutup perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pembakaran logam yang menambah massa karena oksigen. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram aliran materi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan persamaan setara dengan jumlah atom. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa berkurang ketika zat larut. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram aliran materi.

8.10.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pembahasan ini perlu dimulai dari pembedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks massa dalam perubahan materi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam sistem tertutup, massa total kekal selama perubahan fisika maupun reaksi kimia karena atom tidak diciptakan atau

dimusnahkan; perubahan massa terukur pada sistem terbuka biasanya terkait perpindahan materi.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh reaksi menghasilkan gas dalam sistem terbuka dan tertutup dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pelarutan garam dalam wadah tertutup. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan sistem terbuka dan tertutup serta hukum kekekalan massa perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada reaksi menghasilkan gas dalam sistem terbuka dan tertutup. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan asal atau tujuan selisih massa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan massa sistem dan massa komponen. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gas tidak memiliki massa. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan asal atau tujuan selisih massa.

8.10.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks massa dalam perubahan materi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam sistem tertutup, massa total kekal selama perubahan fisika maupun reaksi kimia karena atom tidak diciptakan atau dimusnahkan; perubahan massa terukur pada sistem terbuka biasanya terkait perpindahan materi.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh pelarutan garam dalam wadah tertutup dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pembakaran logam yang menambah massa karena oksigen. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan hukum kekekalan massa serta stoikiometri perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pelarutan garam dalam wadah tertutup. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menimbang sebelum-sesudah dengan batas sistem jelas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan sistem tertutup transparan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pembakaran selalu mengurangi massa benda karena sebagian materi musnah. Bukti dapat diperoleh dengan menimbang sebelum-sesudah dengan batas sistem jelas.

8.10.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks massa dalam perubahan materi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam sistem tertutup, massa total kekal selama perubahan fisika maupun reaksi kimia karena atom tidak diciptakan atau dimusnahkan; perubahan massa terukur pada sistem terbuka biasanya terkait perpindahan materi. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa massa produk harus sama dengan massa salah satu pereaksi. Variasi lain menyatakan bahwa massa berkurang ketika zat larut. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pembakaran logam yang menambah massa karena oksigen termasuk contoh yang relevan, mengapa reaksi menghasilkan gas dalam sistem terbuka dan tertutup perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep stoikiometri secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram aliran materi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan persamaan setara dengan jumlah atom. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa produk harus sama dengan massa salah satu pereaksi. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram aliran materi.

8.10.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks massa dalam perubahan materi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam sistem tertutup, massa total kekal selama perubahan fisika maupun reaksi kimia karena atom tidak diciptakan atau dimusnahkan; perubahan massa terukur pada sistem terbuka biasanya terkait perpindahan materi.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa massa berkurang ketika zat larut. Variasi lain menyatakan bahwa gas tidak memiliki massa. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa reaksi menghasilkan gas dalam sistem terbuka dan tertutup termasuk contoh yang relevan, mengapa pelarutan garam dalam wadah tertutup perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sistem terbuka dan tertutup secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan asal atau tujuan selisih massa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan massa sistem dan massa komponen. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa berkurang ketika zat larut. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan asal atau tujuan selisih massa.

8.10.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks massa dalam perubahan materi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam sistem tertutup, massa total kekal selama perubahan fisika maupun reaksi kimia karena atom tidak diciptakan atau dimusnahkan; perubahan massa terukur pada sistem terbuka biasanya terkait perpindahan materi.. Fokus sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa gas tidak memiliki massa. Variasi lain menyatakan bahwa pembakaran selalu mengurangi massa benda karena sebagian materi musnah. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pelarutan garam dalam wadah tertutup termasuk contoh yang relevan, mengapa pembakaran logam yang menambah massa karena oksigen perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep hukum kekekalan massa secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menimbang sebelum-sesudah dengan batas sistem jelas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan sistem tertutup transparan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gas tidak memiliki massa. Bukti dapat diperoleh dengan menimbang sebelum-sesudah dengan batas sistem jelas.

8.10.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks massa dalam perubahan materi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam sistem tertutup, massa total kekal selama perubahan fisika maupun reaksi kimia karena atom tidak diciptakan atau dimusnahkan; perubahan massa terukur pada sistem terbuka biasanya terkait perpindahan materi.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa pembakaran selalu mengurangi massa benda karena sebagian materi musnah. Variasi lain menyatakan bahwa massa produk harus sama dengan massa salah satu pereaksi. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pembakaran logam yang menambah massa karena oksigen. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram aliran materi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan persamaan setara dengan jumlah atom. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pembakaran selalu mengurangi massa benda karena sebagian materi musnah. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram aliran materi.

8.10.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks

massa dalam perubahan materi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam sistem tertutup, massa total kekal selama perubahan fisika maupun reaksi kimia karena atom tidak diciptakan atau dimusnahkan; perubahan massa terukur pada sistem terbuka biasanya terkait perpindahan materi.. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa massa produk harus sama dengan massa salah satu pereaksi. Variasi lain menyatakan bahwa massa berkurang ketika zat larut. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa reaksi menghasilkan gas dalam sistem terbuka dan tertutup termasuk contoh yang relevan, mengapa pelarutan garam dalam wadah tertutup perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sistem terbuka dan tertutup secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan asal atau tujuan selisih massa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan massa sistem dan massa komponen. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa produk harus sama dengan massa salah satu pereaksi. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan asal atau tujuan selisih massa.

8.10.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks massa dalam perubahan materi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam sistem tertutup, massa total kekal selama perubahan fisika maupun reaksi kimia karena atom tidak diciptakan atau dimusnahkan; perubahan massa terukur pada sistem terbuka biasanya terkait perpindahan materi.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menimbang sebelum-sesudah dengan batas sistem jelas. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa massa berkurang ketika zat larut tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pelarutan garam dalam wadah tertutup termasuk contoh yang relevan, mengapa pembakaran logam yang menambah massa karena oksigen perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep hukum kekekalan massa secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menimbang sebelum-sesudah dengan batas sistem jelas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan sistem tertutup transparan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa berkurang ketika zat larut. Bukti dapat diperoleh dengan menimbang sebelum-sesudah dengan batas sistem jelas.

8.10.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks massa dalam perubahan materi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam sistem tertutup, massa total kekal selama perubahan fisika maupun reaksi kimia karena atom tidak diciptakan atau dimusnahkan; perubahan massa terukur pada sistem terbuka biasanya terkait perpindahan materi.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta diagram aliran materi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa gas tidak memiliki massa tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pembakaran logam yang menambah massa karena oksigen termasuk contoh yang relevan, mengapa reaksi menghasilkan gas dalam sistem terbuka dan tertutup perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep stoikiometri secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram aliran materi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan persamaan setara dengan jumlah atom. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gas tidak memiliki massa. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram aliran materi.

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

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks massa dalam perubahan materi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam sistem tertutup, massa total kekal selama perubahan fisika maupun reaksi kimia karena atom tidak diciptakan atau dimusnahkan; perubahan massa terukur pada sistem terbuka biasanya terkait perpindahan materi.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menanyakan asal atau tujuan selisih massa. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa pembakaran selalu mengurangi massa benda karena sebagian materi musnah tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada reaksi menghasilkan gas dalam sistem terbuka dan tertutup. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan asal atau tujuan selisih massa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan massa sistem dan massa komponen. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pembakaran selalu mengurangi massa benda karena sebagian materi musnah. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan asal atau tujuan selisih massa.

8.10.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks massa dalam perubahan materi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam sistem tertutup, massa total kekal selama perubahan fisika maupun reaksi kimia karena atom tidak diciptakan atau dimusnahkan; perubahan massa terukur pada sistem terbuka biasanya terkait perpindahan materi.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menimbang sebelum-sesudah dengan batas sistem jelas. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa massa produk harus sama dengan massa salah satu pereaksi tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pelarutan garam dalam wadah tertutup termasuk contoh yang relevan, mengapa pembakaran logam yang menambah massa karena oksigen perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep hukum kekekalan massa secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menimbang sebelum-sesudah dengan batas sistem jelas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan sistem tertutup transparan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa produk harus sama dengan massa salah satu pereaksi. Bukti dapat diperoleh dengan menimbang sebelum-sesudah dengan batas sistem jelas.

8.10.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks massa dalam perubahan materi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam sistem tertutup, massa total kekal selama perubahan fisika maupun reaksi kimia karena atom tidak diciptakan atau dimusnahkan; perubahan massa terukur pada sistem terbuka biasanya terkait perpindahan materi.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan persamaan setara dengan jumlah atom. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pembakaran logam yang menambah massa karena oksigen termasuk contoh yang relevan, mengapa reaksi menghasilkan gas dalam sistem terbuka dan tertutup perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep stoikiometri secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram aliran materi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan persamaan setara dengan jumlah atom. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa berkurang ketika zat larut. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram aliran materi.

8.10.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks massa dalam perubahan materi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam sistem

tertutup, massa total kekal selama perubahan fisika maupun reaksi kimia karena atom tidak diciptakan atau dimusnahkan; perubahan massa terukur pada sistem terbuka biasanya terkait perpindahan materi.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membedakan massa sistem dan massa komponen. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada reaksi menghasilkan gas dalam sistem terbuka dan tertutup. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan asal atau tujuan selisih massa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan massa sistem dan massa komponen. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gas tidak memiliki massa. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan asal atau tujuan selisih massa.

8.10.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks massa dalam perubahan materi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam sistem tertutup, massa total kekal selama perubahan fisika maupun reaksi kimia karena atom tidak diciptakan atau dimusnahkan; perubahan massa terukur pada sistem terbuka biasanya terkait perpindahan materi.. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan untuk menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan sistem tertutup transparan. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pelarutan garam dalam wadah tertutup. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menimbang sebelum-sesudah dengan batas sistem jelas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan sistem tertutup transparan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pembakaran selalu mengurangi massa benda karena sebagian materi musnah. Bukti dapat diperoleh dengan menimbang sebelum-sesudah dengan batas sistem jelas.

8.10.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks massa dalam perubahan materi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam sistem tertutup, massa total kekal selama perubahan fisika maupun reaksi kimia karena atom tidak diciptakan atau dimusnahkan; perubahan massa terukur pada sistem terbuka biasanya terkait perpindahan materi.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan persamaan setara dengan jumlah atom. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pembakaran logam yang menambah massa karena oksigen termasuk contoh yang relevan, mengapa reaksi menghasilkan gas dalam sistem terbuka dan tertutup perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep stoikiometri secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram aliran materi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan persamaan setara dengan jumlah atom. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa produk harus sama dengan massa salah satu pereaksi. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram aliran materi.

8.11 Wujud Zat dan Gerak Partikel

Subbab ini membahas wujud zat dan gerak partikel sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Padat, cair, dan gas dibedakan oleh susunan, jarak, energi, dan kebebasan gerak partikel, bukan oleh ada atau tidaknya gerak; partikel pada semua wujud tetap bergerak sesuai kondisi termal.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup teori kinetik, perubahan wujud, suhu dan energi. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa partikel padat diam dan bahwa partikel cair berubah menjadi partikel cair yang bentuknya mengikuti wadah. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks getaran atom dalam kristal, aliran cairan, dan difusi gas dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan simulasi gerak partikel, mengaitkan suhu dengan distribusi energi, dan menghindari gambar partikel padat yang saling menempel tanpa ruang konseptual. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Padat, cair, dan gas dibedakan oleh susunan, jarak, energi, dan kebebasan gerak partikel, bukan oleh ada atau tidaknya gerak; partikel pada semua wujud tetap bergerak sesuai kondisi termal.

Pertanyaan diagnosis utama: menggambar susunan dan panah gerak partikel.

Remediasi awal: menggunakan simulasi gerak partikel.

8.11.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks wujud zat dan gerak partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa padat, cair, dan gas dibedakan oleh susunan, jarak, energi, dan kebebasan gerak partikel, bukan oleh ada atau tidaknya gerak; partikel pada semua wujud tetap bergerak sesuai kondisi termal.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh difusi gas dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan getaran atom dalam kristal. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan suhu dan energi serta teori kinetik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa difusi gas termasuk contoh yang relevan, mengapa getaran atom dalam kristal perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep suhu dan energi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan tekanan gas melalui tumbukan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari gambar partikel padat yang saling menempel tanpa ruang konseptual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel padat diam. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan tekanan gas melalui tumbukan.

8.11.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks wujud zat dan gerak partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa padat, cair, dan gas dibedakan oleh susunan, jarak, energi, dan kebebasan gerak partikel, bukan oleh ada atau tidaknya gerak; partikel pada semua wujud tetap bergerak sesuai kondisi termal.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh getaran atom dalam kristal dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan aliran cairan. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan teori kinetik serta perubahan wujud perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa getaran atom dalam kristal termasuk contoh yang relevan, mengapa aliran cairan perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep teori kinetik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar susunan dan panah gerak partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan simulasi gerak partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel cair berubah menjadi partikel cair yang bentuknya mengikuti wadah. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar susunan dan panah gerak partikel.

8.11.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks wujud zat dan gerak partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa padat, cair, dan gas dibedakan oleh susunan, jarak, energi, dan kebebasan gerak partikel, bukan oleh ada atau tidaknya gerak; partikel pada semua wujud tetap bergerak sesuai kondisi termal.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa

langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh aliran cairan dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan difusi gas. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan perubahan wujud serta suhu dan energi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada aliran cairan. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan kepadatan relatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan suhu dengan distribusi energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel gas tidak berinteraksi sama sekali. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan kepadatan relatif.

8.11.4 Model Submikroskopik

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks wujud zat dan gerak partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa padat, cair, dan gas dibedakan oleh susunan, jarak, energi, dan kebebasan gerak partikel, bukan oleh ada atau tidaknya gerak; partikel pada semua wujud tetap bergerak sesuai kondisi termal.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Contoh difusi gas dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan getaran atom dalam kristal. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan suhu dan energi serta teori kinetik perlu

dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada difusi gas. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan tekanan gas melalui tumbukan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari gambar partikel padat yang saling menempel tanpa ruang konseptual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jarak partikel cair sama renggangnya dengan gas. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan tekanan gas melalui tumbukan.

8.11.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks wujud zat dan gerak partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa padat, cair, dan gas dibedakan oleh susunan, jarak, energi, dan kebebasan gerak partikel, bukan oleh ada atau tidaknya gerak; partikel pada semua wujud tetap bergerak sesuai kondisi termal. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh getaran atom dalam kristal dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan aliran cairan. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan teori kinetik serta perubahan wujud perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada getaran atom dalam kristal. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi

pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar susunan dan panah gerak partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan simulasi gerak partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel padat diam. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar susunan dan panah gerak partikel.

8.11.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pembahasan ini perlu dimulai dari pembedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks wujud zat dan gerak partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa padat, cair, dan gas dibedakan oleh susunan, jarak, energi, dan kebebasan gerak partikel, bukan oleh ada atau tidaknya gerak; partikel pada semua wujud tetap bergerak sesuai kondisi termal. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh aliran cairan dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan difusi gas. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan perubahan wujud serta suhu dan energi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada aliran cairan. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan kepadatan relatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan suhu dengan distribusi energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel cair berubah menjadi partikel cair yang bentuknya mengikuti wadah. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan kepadatan relatif.

8.11.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks wujud zat dan gerak partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa padat, cair, dan gas dibedakan oleh susunan, jarak, energi, dan kebebasan gerak partikel, bukan oleh ada atau tidaknya gerak; partikel pada semua wujud tetap bergerak sesuai kondisi termal.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh difusi gas dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan getaran atom dalam kristal. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan suhu dan energi serta teori kinetik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada difusi gas. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan tekanan gas melalui tumbukan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari gambar partikel padat yang saling menempel tanpa ruang konseptual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti

hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel gas tidak berinteraksi sama sekali. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan tekanan gas melalui tumbukan.

8.11.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks wujud zat dan gerak partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa padat, cair, dan gas dibedakan oleh susunan, jarak, energi, dan kebebasan gerak partikel, bukan oleh ada atau tidaknya gerak; partikel pada semua wujud tetap bergerak sesuai kondisi termal.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa jarak partikel cair sama renggangnya dengan gas. Variasi lain menyatakan bahwa partikel padat diam. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa getaran atom dalam kristal termasuk contoh yang relevan, mengapa aliran cairan perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep teori kinetik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar susunan dan panah gerak partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan simulasi gerak partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jarak partikel cair sama renggangnya dengan gas. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar susunan dan panah gerak partikel.

8.11.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks wujud zat dan gerak partikel, gagasan ilmiah

yang menjadi jangkar adalah bahwa padat, cair, dan gas dibedakan oleh susunan, jarak, energi, dan kebebasan gerak partikel, bukan oleh ada atau tidaknya gerak; partikel pada semua wujud tetap bergerak sesuai kondisi termal.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa partikel padat diam. Variasi lain menyatakan bahwa partikel cair berubah menjadi partikel cair yang bentuknya mengikuti wadah. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa aliran cairan termasuk contoh yang relevan, mengapa difusi gas perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep perubahan wujud secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan kepadatan relatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan suhu dengan distribusi energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel padat diam. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan kepadatan relatif.

8.11.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks wujud zat dan gerak partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa padat, cair, dan gas dibedakan oleh susunan, jarak, energi, dan kebebasan gerak partikel, bukan oleh ada atau tidaknya gerak; partikel pada semua wujud tetap bergerak sesuai kondisi termal.. Fokus sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa partikel cair berubah menjadi partikel cair yang bentuknya mengikuti wadah. Variasi lain menyatakan bahwa partikel gas tidak berinteraksi sama sekali. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa difusi gas termasuk contoh yang relevan, mengapa getaran atom dalam kristal perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep suhu dan energi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan tekanan gas melalui tumbukan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari gambar partikel padat yang saling menempel tanpa ruang konseptual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel cair berubah menjadi partikel cair yang bentuknya mengikuti wadah. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan tekanan gas melalui tumbukan.

8.11.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks wujud zat dan gerak partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa padat, cair, dan gas dibedakan oleh susunan, jarak, energi, dan kebebasan gerak partikel, bukan oleh ada atau tidaknya gerak; partikel pada semua wujud tetap bergerak sesuai kondisi termal.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa partikel gas tidak berinteraksi sama sekali. Variasi lain menyatakan bahwa jarak partikel cair sama renggangnya dengan gas. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada getaran atom dalam kristal. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi

pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar susunan dan panah gerak partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan simulasi gerak partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel gas tidak berinteraksi sama sekali. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar susunan dan panah gerak partikel.

8.11.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks wujud zat dan gerak partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa padat, cair, dan gas dibedakan oleh susunan, jarak, energi, dan kebebasan gerak partikel, bukan oleh ada atau tidaknya gerak; partikel pada semua wujud tetap bergerak sesuai kondisi termal.. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa jarak partikel cair sama renggangnya dengan gas. Variasi lain menyatakan bahwa partikel padat diam. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa aliran cairan termasuk contoh yang relevan, mengapa difusi gas perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep perubahan wujud secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan kepadatan relatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan suhu dengan distribusi energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak

identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jarak partikel cair sama renggangnya dengan gas. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan kepadatan relatif.

8.11.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks wujud zat dan gerak partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa padat, cair, dan gas dibedakan oleh susunan, jarak, energi, dan kebebasan gerak partikel, bukan oleh ada atau tidaknya gerak; partikel pada semua wujud tetap bergerak sesuai kondisi termal.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menjelaskan tekanan gas melalui tumbukan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa partikel padat diam tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa difusi gas termasuk contoh yang relevan, mengapa getaran atom dalam kristal perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep suhu dan energi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan tekanan gas melalui tumbukan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari gambar partikel padat yang saling menempel tanpa ruang konseptual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel padat diam. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan tekanan gas melalui tumbukan.

8.11.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks wujud zat dan gerak partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa padat, cair, dan gas dibedakan oleh susunan, jarak, energi, dan kebebasan gerak partikel, bukan oleh ada atau tidaknya gerak; partikel pada semua wujud tetap bergerak sesuai kondisi termal.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggambar susunan dan panah gerak partikel. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa partikel cair berubah menjadi partikel cair yang bentuknya mengikuti wadah tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa getaran atom dalam kristal termasuk contoh yang relevan, mengapa aliran cairan perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep teori kinetik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar susunan dan panah gerak partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan simulasi gerak partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel cair berubah menjadi partikel cair yang bentuknya mengikuti wadah. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar susunan dan panah gerak partikel.

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

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks wujud zat dan gerak partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa padat, cair, dan gas dibedakan oleh susunan, jarak, energi, dan kebebasan gerak partikel, bukan oleh ada atau tidaknya gerak; partikel pada semua wujud tetap bergerak sesuai kondisi termal.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat

model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan kepadatan relatif. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa partikel gas tidak berinteraksi sama sekali tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada aliran cairan. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan kepadatan relatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan suhu dengan distribusi energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel gas tidak berinteraksi sama sekali. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan kepadatan relatif.

8.11.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks wujud zat dan gerak partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa padat, cair, dan gas dibedakan oleh susunan, jarak, energi, dan kebebasan gerak partikel, bukan oleh ada atau tidaknya gerak; partikel pada semua wujud tetap bergerak sesuai kondisi termal.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menjelaskan tekanan gas melalui tumbukan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa jarak partikel cair sama renggangnya dengan gas tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu

respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa difusi gas termasuk contoh yang relevan, mengapa getaran atom dalam kristal perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep suhu dan energi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan tekanan gas melalui tumbukan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari gambar partikel padat yang saling menempel tanpa ruang konseptual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jarak partikel cair sama renggangnya dengan gas. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan tekanan gas melalui tumbukan.

8.11.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks wujud zat dan gerak partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa padat, cair, dan gas dibedakan oleh susunan, jarak, energi, dan kebebasan gerak partikel, bukan oleh ada atau tidaknya gerak; partikel pada semua wujud tetap bergerak sesuai kondisi termal.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan simulasi gerak partikel. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa getaran atom dalam kristal termasuk contoh yang relevan, mengapa aliran cairan perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep teori kinetik secara konsisten dan tidak

menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar susunan dan panah gerak partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan simulasi gerak partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel padat diam. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar susunan dan panah gerak partikel.

8.11.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks wujud zat dan gerak partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa padat, cair, dan gas dibedakan oleh susunan, jarak, energi, dan kebebasan gerak partikel, bukan oleh ada atau tidaknya gerak; partikel pada semua wujud tetap bergerak sesuai kondisi termal.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara mengaitkan suhu dengan distribusi energi. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada aliran cairan. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan kepadatan relatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan suhu dengan distribusi energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer

juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel cair berubah menjadi partikel cair yang bentuknya mengikuti wadah. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan kepadatan relatif.

8.11.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks wujud zat dan gerak partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa padat, cair, dan gas dibedakan oleh susunan, jarak, energi, dan kebebasan gerak partikel, bukan oleh ada atau tidaknya gerak; partikel pada semua wujud tetap bergerak sesuai kondisi termal.. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan untuk menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghindari gambar partikel padat yang saling menempel tanpa ruang konseptual. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada difusi gas. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan tekanan gas melalui tumbukan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari gambar partikel padat yang saling menempel tanpa ruang konseptual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel gas tidak berinteraksi sama sekali. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan tekanan gas melalui tumbukan.

8.11.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks wujud zat dan gerak partikel, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa padat, cair, dan gas dibedakan oleh susunan, jarak, energi, dan kebebasan gerak partikel, bukan oleh ada atau tidaknya gerak; partikel pada semua wujud tetap bergerak sesuai kondisi termal.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan simulasi gerak partikel. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa getaran atom dalam kristal termasuk contoh yang relevan, mengapa aliran cairan perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep teori kinetik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar susunan dan panah gerak partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan simulasi gerak partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jarak partikel cair sama renggangnya dengan gas. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar susunan dan panah gerak partikel.

8.12 Pelelehan, Pembekuan, Penguapan, dan Pengembunan

Subbab ini membahas pelelehan, pembekuan, penguapan, dan pengembunan sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Perubahan wujud mengubah organisasi dan energi antarpartikel tanpa mengubah identitas kimia partikel; kalor laten berkaitan dengan perubahan interaksi, bukan kenaikan suhu selama transisi kesetimbangan pada tekanan tetap.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup gaya antarmolekul, kalor dan suhu, kesetimbangan fase. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa molekul meleleh atau menguap dengan berubah bentuk dan bahwa ikatan kovalen di dalam molekul putus saat mendidih. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks es-air-uap tetap tersusun H_2O , penguapan pada permukaan pakaian basah, dan pengembunan pada permukaan dingin dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan kurva pemanasan dan model partikel serempak, mendemonstrasikan penguapan di bawah titik didih, dan menelusuri energi masuk atau keluar. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Perubahan wujud mengubah organisasi dan energi antarpartikel tanpa mengubah identitas kimia partikel; kalor laten berkaitan dengan perubahan interaksi, bukan kenaikan suhu selama transisi kesetimbangan pada tekanan tetap.

Pertanyaan diagnosis utama: meminta gambar partikel pada tiga wujud.

Remediasi awal: menggunakan kurva pemanasan dan model partikel serempak.

8.12.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pembahasan ini perlu dimulai dari pembedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks pelelehan, pembekuan, penguapan, dan pengembunan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan wujud mengubah organisasi dan energi antarpartikel tanpa mengubah identitas kimia partikel; kalor laten berkaitan dengan perubahan interaksi, bukan kenaikan suhu selama transisi kesetimbangan pada tekanan tetap.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh penguapan pada permukaan pakaian basah dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pengembunan pada permukaan dingin. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas,

susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan kalor dan suhu serta kesetimbangan fase perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa penguapan pada permukaan pakaian basah termasuk contoh yang relevan, mengapa pengembunan pada permukaan dingin perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kalor dan suhu secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan kurva pemanasan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mendemonstrasikan penguapan di bawah titik didih. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: molekul meleleh atau menguap dengan berubah bentuk. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan kurva pemanasan.

8.12.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks pelelehan, pembekuan, penguapan, dan pengembunan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan wujud mengubah organisasi dan energi antarpartikel tanpa mengubah identitas kimia partikel; kalor laten berkaitan dengan perubahan interaksi, bukan kenaikan suhu selama transisi kesetimbangan pada tekanan tetap.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh pengembunan pada permukaan dingin dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan es-air-uap tetap tersusun H_2O . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan kesetimbangan fase serta gaya antarmolekul perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pengembunan pada permukaan dingin termasuk contoh yang relevan, mengapa es-air-uap tetap tersusun H₂O perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kesetimbangan fase secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan ikatan intra dan gaya antarmolekul, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menelusuri energi masuk atau keluar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan kovalen di dalam molekul putus saat mendidih. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan ikatan intra dan gaya antarmolekul.

8.12.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks pelelehan, pembekuan, penguapan, dan pengembunan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan wujud mengubah organisasi dan energi antarpartikel tanpa mengubah identitas kimia partikel; kalor laten berkaitan dengan perubahan interaksi, bukan kenaikan suhu selama transisi kesetimbangan pada tekanan tetap.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh es-air-uap tetap tersusun H₂O dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan penguapan pada permukaan pakaian basah. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan gaya antarmolekul serta kalor dan suhu perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada es-air-uap tetap tersusun H₂O. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya,

warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta gambar partikel pada tiga wujud, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan kurva pemanasan dan model partikel serempak. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: suhu selalu naik selama pemanasan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta gambar partikel pada tiga wujud.

8.12.4 Model Submikroskopik

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks pelelehan, pembekuan, penguapan, dan pengembunan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan wujud mengubah organisasi dan energi antarpartikel tanpa mengubah identitas kimia partikel; kalor laten berkaitan dengan perubahan interaksi, bukan kenaikan suhu selama transisi kesetimbangan pada tekanan tetap.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Contoh penguapan pada permukaan pakaian basah dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pengembunan pada permukaan dingin. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan kalor dan suhu serta kesetimbangan fase perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada penguapan pada permukaan pakaian basah. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan kurva pemanasan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mendemonstrasikan penguapan di bawah titik didih. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai

perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: penguapan hanya terjadi pada titik didih. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan kurva pemanasan.

8.12.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks pelelehan, pembekuan, penguapan, dan pengembunan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan wujud mengubah organisasi dan energi antarpartikel tanpa mengubah identitas kimia partikel; kalor laten berkaitan dengan perubahan interaksi, bukan kenaikan suhu selama transisi kesetimbangan pada tekanan tetap. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh pengembunan pada permukaan dingin dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan es-air-uap tetap tersusun H_2O . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan kesetimbangan fase serta gaya antarmolekul perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pengembunan pada permukaan dingin. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan ikatan intra dan gaya antarmolekul, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menelusuri energi masuk atau keluar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: molekul meleleh atau menguap dengan berubah bentuk. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan ikatan intra dan gaya antarmolekul.

8.12.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks pelelehan, pembekuan, penguapan, dan pengembunan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan wujud mengubah organisasi dan energi antarpartikel tanpa mengubah identitas kimia partikel; kalor laten berkaitan dengan perubahan interaksi, bukan kenaikan suhu selama transisi kesetimbangan pada tekanan tetap. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh es-air-uap tetap tersusun H₂O dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan penguapan pada permukaan pakaian basah. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan gaya antarmolekul serta kalor dan suhu perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada es-air-uap tetap tersusun H₂O. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta gambar partikel pada tiga wujud, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan kurva pemanasan dan model partikel serempak. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan kovalen di dalam molekul putus saat mendidih. Bukti dapat diperoleh dengan meminta gambar partikel pada tiga wujud.

8.12.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks pelelehan, pembekuan, penguapan, dan pengembunan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan wujud mengubah organisasi dan energi antarpartikel tanpa mengubah identitas kimia partikel; kalor laten berkaitan dengan perubahan interaksi, bukan

kenaikan suhu selama transisi kesetimbangan pada tekanan tetap.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh penguapan pada permukaan pakaian basah dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pengembunan pada permukaan dingin. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan kalor dan suhu serta kesetimbangan fase perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada penguapan pada permukaan pakaian basah. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan kurva pemanasan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mendemonstrasikan penguapan di bawah titik didih. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: suhu selalu naik selama pemanasan. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan kurva pemanasan.

8.12.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks pelelehan, pembekuan, penguapan, dan pengembunan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan wujud mengubah organisasi dan energi antarpartikel tanpa mengubah identitas kimia partikel; kalor laten berkaitan dengan perubahan interaksi, bukan kenaikan suhu selama transisi kesetimbangan pada tekanan tetap.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa penguapan hanya terjadi pada titik didih. Variasi lain menyatakan bahwa molekul meleleh atau menguap dengan berubah bentuk. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pengembunan pada permukaan dingin termasuk contoh yang relevan, mengapa es-air-uap tetap tersusun H_2O perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kesetimbangan fase secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan ikatan intra dan gaya antarmolekul, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menelusuri energi masuk atau keluar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: penguapan hanya terjadi pada titik didih. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan ikatan intra dan gaya antarmolekul.

8.12.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks pelelehan, pembekuan, penguapan, dan pengembunan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan wujud mengubah organisasi dan energi antarpartikel tanpa mengubah identitas kimia partikel; kalor laten berkaitan dengan perubahan interaksi, bukan kenaikan suhu selama transisi kesetimbangan pada tekanan tetap.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa molekul meleleh atau menguap dengan berubah bentuk. Variasi lain menyatakan bahwa ikatan kovalen di dalam molekul putus saat mendidih. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa es-air-uap tetap tersusun H_2O termasuk contoh yang relevan, mengapa penguapan pada permukaan pakaian basah perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep gaya antarmolekul secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta gambar partikel pada tiga wujud, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan kurva pemanasan dan model partikel serempak. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: molekul meleleh atau menguap dengan berubah bentuk. Bukti dapat diperoleh dengan meminta gambar partikel pada tiga wujud.

8.12.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks pelelehan, pembekuan, penguapan, dan pengembunan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan wujud mengubah organisasi dan energi antarpartikel tanpa mengubah identitas kimia partikel; kalor laten berkaitan dengan perubahan interaksi, bukan kenaikan suhu selama transisi kesetimbangan pada tekanan tetap.. Fokus sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa ikatan kovalen di dalam molekul putus saat mendidih. Variasi lain menyatakan bahwa suhu selalu naik selama pemanasan. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa penguapan pada permukaan pakaian basah termasuk contoh yang relevan, mengapa pengembunan pada permukaan dingin perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kalor dan suhu secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan kurva pemanasan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mendemonstrasikan penguapan di bawah titik didih. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan kovalen di dalam molekul putus saat mendidih. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan kurva pemanasan.

8.12.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks pelelehan, pembekuan, penguapan, dan pengembunan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan wujud mengubah organisasi dan energi antarpartikel tanpa mengubah identitas kimia partikel; kalor laten berkaitan dengan perubahan interaksi, bukan kenaikan suhu selama transisi kesetimbangan pada tekanan tetap. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa suhu selalu naik selama pemanasan. Variasi lain menyatakan bahwa penguapan hanya terjadi pada titik didih. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pengembunan pada permukaan dingin. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan ikatan intra dan gaya antarmolekul, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menelusuri energi masuk atau keluar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: suhu selalu naik selama pemanasan. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan ikatan intra dan gaya antarmolekul.

8.12.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebutkan definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks pelelehan, pembekuan, penguapan, dan pengembunan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan wujud mengubah organisasi dan energi antarpartikel tanpa mengubah identitas kimia partikel; kalor laten berkaitan dengan perubahan interaksi, bukan kenaikan suhu selama transisi kesetimbangan pada tekanan tetap.. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa penguapan hanya terjadi pada titik didih. Variasi lain menyatakan bahwa molekul meleleh atau menguap dengan berubah bentuk. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa es-air-uap tetap tersusun H_2O termasuk contoh yang relevan, mengapa penguapan pada permukaan pakaian basah perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep gaya antarmolekul secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta gambar partikel pada tiga wujud, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan kurva pemanasan dan model partikel serempak. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: penguapan hanya terjadi pada titik didih. Bukti dapat diperoleh dengan meminta gambar partikel pada tiga wujud.

8.12.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks pelelehan, pembekuan, penguapan, dan pengembunan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah

bahwa perubahan wujud mengubah organisasi dan energi antarpartikel tanpa mengubah identitas kimia partikel; kalor laten berkaitan dengan perubahan interaksi, bukan kenaikan suhu selama transisi kesetimbangan pada tekanan tetap.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menafsirkan kurva pemanasan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa molekul meleleh atau menguap dengan berubah bentuk tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa penguapan pada permukaan pakaian basah termasuk contoh yang relevan, mengapa pengembunan pada permukaan dingin perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kalor dan suhu secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan kurva pemanasan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mendemonstrasikan penguapan di bawah titik didih. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: molekul meleleh atau menguap dengan berubah bentuk. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan kurva pemanasan.

8.12.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks pelelehan, pembekuan, penguapan, dan pengembunan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan wujud mengubah organisasi dan energi antarpartikel tanpa mengubah identitas kimia partikel; kalor laten berkaitan dengan perubahan interaksi, bukan kenaikan suhu selama transisi kesetimbangan pada tekanan tetap.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan

batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan ikatan intra dan gaya antarmolekul. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa ikatan kovalen di dalam molekul putus saat mendidih tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pengembunan pada permukaan dingin termasuk contoh yang relevan, mengapa es-air-uap tetap tersusun H_2O perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kesetimbangan fase secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan ikatan intra dan gaya antarmolekul, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menelusuri energi masuk atau keluar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan kovalen di dalam molekul putus saat mendidih. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan ikatan intra dan gaya antarmolekul.

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

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks pelelehan, pembekuan, penguapan, dan pengembunan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan wujud mengubah organisasi dan energi antarpartikel tanpa mengubah identitas kimia partikel; kalor laten berkaitan dengan perubahan interaksi, bukan kenaikan suhu selama transisi kesetimbangan pada tekanan tetap. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta gambar partikel pada tiga wujud. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa suhu selalu naik selama pemanasan

tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada es-air-uap tetap tersusun H₂O. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta gambar partikel pada tiga wujud, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan kurva pemanasan dan model partikel serempak. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: suhu selalu naik selama pemanasan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta gambar partikel pada tiga wujud.

8.12.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks pelelehan, pembekuan, penguapan, dan pengembunan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan wujud mengubah organisasi dan energi antarpartikel tanpa mengubah identitas kimia partikel; kalor laten berkaitan dengan perubahan interaksi, bukan kenaikan suhu selama transisi kesetimbangan pada tekanan tetap.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menafsirkan kurva pemanasan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa penguapan hanya terjadi pada titik didih tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa penguapan pada permukaan pakaian basah termasuk contoh yang relevan, mengapa pengembunan pada permukaan dingin perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya

menggunakan konsep kalor dan suhu secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan kurva pemanasan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mendemonstrasikan penguapan di bawah titik didih. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: penguapan hanya terjadi pada titik didih. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan kurva pemanasan.

8.12.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks pelelehan, pembekuan, penguapan, dan pengembunan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan wujud mengubah organisasi dan energi antarpartikel tanpa mengubah identitas kimia partikel; kalor laten berkaitan dengan perubahan interaksi, bukan kenaikan suhu selama transisi kesetimbangan pada tekanan tetap.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menelusuri energi masuk atau keluar. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pengembunan pada permukaan dingin termasuk contoh yang relevan, mengapa es-air-uap tetap tersusun H_2O perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kesetimbangan fase secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan ikatan intra dan gaya antarmolekul, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menelusuri energi masuk atau keluar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang

tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: molekul meleleh atau menguap dengan berubah bentuk. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan ikatan intra dan gaya antarmolekul.

8.12.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks pelelehan, pembekuan, penguapan, dan pengembunan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan wujud mengubah organisasi dan energi antarpartikel tanpa mengubah identitas kimia partikel; kalor laten berkaitan dengan perubahan interaksi, bukan kenaikan suhu selama transisi kesetimbangan pada tekanan tetap.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan kurva pemanasan dan model partikel serempak. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada es-air-uap tetap tersusun H₂O. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta gambar partikel pada tiga wujud, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan kurva pemanasan dan model partikel serempak. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan kovalen di dalam molekul putus saat mendidih. Bukti dapat diperoleh dengan meminta gambar partikel pada tiga wujud.

8.12.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks pelelehan, pembekuan, penguapan, dan pengembunan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan wujud mengubah organisasi dan energi antarpartikel tanpa mengubah identitas kimia partikel; kalor laten berkaitan dengan perubahan interaksi, bukan kenaikan suhu selama transisi kesetimbangan pada tekanan tetap.. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan untuk menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara mendemonstrasikan penguapan di bawah titik didih. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada penguapan pada permukaan pakaian basah. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan kurva pemanasan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mendemonstrasikan penguapan di bawah titik didih. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: suhu selalu naik selama pemanasan. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan kurva pemanasan.

8.12.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks pelelehan, pembekuan, penguapan, dan pengembunan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa perubahan wujud mengubah organisasi dan energi antarpartikel tanpa mengubah identitas kimia partikel; kalor laten berkaitan dengan perubahan interaksi, bukan kenaikan suhu selama transisi kesetimbangan pada tekanan tetap.. Fokus transfer, retensi, dan tindak

lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menelusuri energi masuk atau keluar. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pengembunan pada permukaan dingin termasuk contoh yang relevan, mengapa es-air-uap tetap tersusun H_2O perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kesetimbangan fase secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan ikatan intra dan gaya antarmolekul, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menelusuri energi masuk atau keluar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: penguapan hanya terjadi pada titik didih. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan ikatan intra dan gaya antarmolekul.

8.13 Pelarutan dan Pelelehan

Subbab ini membahas pelarutan dan pelelehan sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Pelarutan adalah penyebaran partikel zat terlarut di antara partikel pelarut melalui interaksi solut-pelarut, sedangkan pelelehan adalah transisi fase suatu zat dari padat ke cair; kedua proses berbeda walaupun sama-sama dapat membuat padatan tidak lagi tampak.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup larutan, perubahan wujud, interaksi antarpeserta. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa gula larut dianggap meleleh dan bahwa garam cair dianggap larutan garam. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks gula larut dalam air, es meleleh, dan NaCl leleh dibanding NaCl(aq) dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan pasangan demonstrasi pelarutan-peleburan, menulis notasi fase dengan konsisten, dan mengkaji konduktivitas lelehan dan larutan ionik. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Pelarutan adalah penyebaran partikel zat terlarut di antara partikel pelarut melalui interaksi solut-pelarut, sedangkan pelelehan adalah transisi fase suatu zat dari padat ke cair; kedua proses berbeda walaupun sama-sama dapat membuat padatan tidak lagi tampak.

Pertanyaan diagnosis utama: membandingkan hasil setelah pelarut diuapkan.

Remediasi awal: menggunakan pasangan demonstrasi pelarutan-peleburan.

8.13.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pembahasan ini perlu dimulai dari pembedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks pelarutan dan pelelehan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pelarutan adalah penyebaran partikel zat terlarut di antara partikel pelarut melalui interaksi solut-pelarut, sedangkan pelelehan adalah transisi fase suatu zat dari padat ke cair; kedua proses berbeda walaupun sama-sama dapat membuat padatan tidak lagi tampak.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh gula larut dalam air dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan es meleleh. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan larutan serta perubahan wujud perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa gula larut dalam air termasuk contoh yang relevan, mengapa es meleleh perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep larutan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan hasil setelah pelarut diuapkan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan pasangan demonstrasi pelarutan-peleburan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gula larut dianggap meleleh. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan hasil setelah pelarut diuapkan.

8.13.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks pelarutan dan pelelehan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pelarutan adalah penyebaran partikel zat terlarut di antara partikel pelarut melalui interaksi solut-pelarut, sedangkan pelelehan adalah transisi fase suatu zat dari padat ke cair; kedua proses berbeda walaupun sama-sama dapat membuat padatan tidak lagi tampak.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh es meleleh dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NaCl leleh dibanding NaCl(aq). Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan perubahan wujud serta interaksi antarpeserta perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa es meleleh termasuk contoh yang relevan, mengapa NaCl leleh dibanding NaCl(aq) perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep perubahan wujud secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta label spesies pada diagram partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menulis notasi fase dengan konsisten. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: garam cair dianggap larutan garam. Bukti dapat diperoleh dengan meminta label spesies pada diagram partikel.

8.13.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks pelarutan dan pelelehan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pelarutan adalah penyebaran partikel zat terlarut di antara partikel pelarut melalui interaksi solut-pelarut, sedangkan pelelehan adalah transisi fase suatu zat dari padat ke cair; kedua proses berbeda walaupun sama-sama dapat membuat padatan tidak lagi tampak.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh NaCl leleh dibanding NaCl(aq) dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan gula larut dalam air. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan interaksi antarpeserta serta larutan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NaCl leleh dibanding NaCl(aq). Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengidentifikasi peran suhu dan pelarut, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengkaji konduktivitas lelehan dan larutan ionik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua pelarutan memerlukan pemanasan. Bukti dapat diperoleh dengan mengidentifikasi peran suhu dan pelarut.

8.13.4 Model Submikroskopik

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks pelarutan dan pelelehan, gagasan ilmiah yang

menjadi jangkar adalah bahwa pelarutan adalah penyebaran partikel zat terlarut di antara partikel pelarut melalui interaksi solut-pelarut, sedangkan pelelehan adalah transisi fase suatu zat dari padat ke cair; kedua proses berbeda walaupun sama-sama dapat membuat padatan tidak lagi tampak.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Contoh gula larut dalam air dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan es meleleh. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan larutan serta perubahan wujud perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada gula larut dalam air. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan hasil setelah pelarut diuapkan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan pasangan demonstrasi pelarutan-peleburan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel zat terlarut berubah menjadi partikel pelarut. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan hasil setelah pelarut diuapkan.

8.13.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks pelarutan dan pelelehan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pelarutan adalah penyebaran partikel zat terlarut di antara partikel pelarut melalui interaksi solut-pelarut, sedangkan pelelehan adalah transisi fase suatu zat dari padat ke cair; kedua proses berbeda walaupun sama-sama dapat membuat padatan tidak lagi tampak.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar

istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh es meleleh dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NaCl leleh dibanding NaCl(aq). Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan perubahan wujud serta interaksi antarpeserta perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada es meleleh. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta label spesies pada diagram partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menulis notasi fase dengan konsisten. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gula larut dianggap meleleh. Bukti dapat diperoleh dengan meminta label spesies pada diagram partikel.

8.13.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks pelarutan dan pelelehan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pelarutan adalah penyebaran partikel zat terlarut di antara partikel pelarut melalui interaksi solut-pelarut, sedangkan pelelehan adalah transisi fase suatu zat dari padat ke cair; kedua proses berbeda walaupun sama-sama dapat membuat padatan tidak lagi tampak. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh NaCl leleh dibanding NaCl(aq) dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan gula larut dalam air. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan interaksi antarpeserta serta

larutan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NaCl leleh dibanding NaCl(aq). Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengidentifikasi peran suhu dan pelarut, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengkaji konduktivitas lelehan dan larutan ionik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: garam cair dianggap larutan garam. Bukti dapat diperoleh dengan mengidentifikasi peran suhu dan pelarut.

8.13.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks pelarutan dan pelelehan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pelarutan adalah penyebaran partikel zat terlarut di antara partikel pelarut melalui interaksi solut-pelarut, sedangkan pelelehan adalah transisi fase suatu zat dari padat ke cair; kedua proses berbeda walaupun sama-sama dapat membuat padatan tidak lagi tampak.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh gula larut dalam air dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan es meleleh. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan larutan serta perubahan wujud perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada gula larut dalam air. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada

entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan hasil setelah pelarut diuapkan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan pasangan demonstrasi pelarutan-peleburan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua pelarutan memerlukan pemanasan. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan hasil setelah pelarut diuapkan.

8.13.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks pelarutan dan pelelehan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pelarutan adalah penyebaran partikel zat terlarut di antara partikel pelarut melalui interaksi solut-pelarut, sedangkan pelelehan adalah transisi fase suatu zat dari padat ke cair; kedua proses berbeda walaupun sama-sama dapat membuat padatan tidak lagi tampak.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa partikel zat terlarut berubah menjadi partikel pelarut. Variasi lain menyatakan bahwa gula larut dianggap meleleh. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa es meleleh termasuk contoh yang relevan, mengapa NaCl leleh dibanding NaCl(aq) perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep perubahan wujud secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta label spesies pada diagram partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menulis notasi fase

dengan konsisten. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel zat terlarut berubah menjadi partikel pelarut. Bukti dapat diperoleh dengan meminta label spesies pada diagram partikel.

8.13.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks pelarutan dan pelelehan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pelarutan adalah penyebaran partikel zat terlarut di antara partikel pelarut melalui interaksi solut-pelarut, sedangkan pelelehan adalah transisi fase suatu zat dari padat ke cair; kedua proses berbeda walaupun sama-sama dapat membuat padatan tidak lagi tampak.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa gula larut dianggap meleleh. Variasi lain menyatakan bahwa garam cair dianggap larutan garam. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NaCl leleh dibanding NaCl(aq) termasuk contoh yang relevan, mengapa gula larut dalam air perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep interaksi antarpeserta secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengidentifikasi peran suhu dan pelarut, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengkaji konduktivitas lelehan dan larutan ionik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gula larut dianggap meleleh. Bukti dapat diperoleh dengan mengidentifikasi peran suhu dan pelarut.

8.13.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks pelarutan dan pelelehan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pelarutan adalah penyebaran partikel zat terlarut di antara partikel pelarut melalui interaksi solut-pelarut, sedangkan pelelehan adalah transisi fase suatu zat dari padat ke cair; kedua proses berbeda walaupun sama-sama dapat membuat padatan tidak lagi tampak.. Fokus sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa garam cair dianggap larutan garam. Variasi lain menyatakan bahwa semua pelarutan memerlukan pemanasan. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa gula larut dalam air termasuk contoh yang relevan, mengapa es meleleh perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep larutan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan hasil setelah pelarut diuapkan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan pasangan demonstrasi pelarutan-peleburan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: garam cair dianggap larutan garam. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan hasil setelah pelarut diuapkan.

8.13.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks pelarutan dan pelelehan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pelarutan adalah penyebaran partikel zat terlarut di antara partikel pelarut melalui interaksi solut-pelarut, sedangkan pelelehan adalah transisi fase suatu zat dari padat ke cair; kedua proses berbeda walaupun sama-sama dapat

membuat padatan tidak lagi tampak.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa semua pelarutan memerlukan pemanasan. Variasi lain menyatakan bahwa partikel zat terlarut berubah menjadi partikel pelarut. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada es meleleh. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta label spesies pada diagram partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menulis notasi fase dengan konsisten. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua pelarutan memerlukan pemanasan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta label spesies pada diagram partikel.

8.13.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks pelarutan dan pelelehan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pelarutan adalah penyebaran partikel zat terlarut di antara partikel pelarut melalui interaksi solut-pelarut, sedangkan pelelehan adalah transisi fase suatu zat dari padat ke cair; kedua proses berbeda walaupun sama-sama dapat membuat padatan tidak lagi tampak.. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa partikel zat terlarut berubah menjadi partikel pelarut. Variasi lain menyatakan bahwa gula larut

dianggap meleleh. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NaCl leleh dibanding NaCl(aq) termasuk contoh yang relevan, mengapa gula larut dalam air perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep interaksi antarpeserta secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengidentifikasi peran suhu dan pelarut, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengkaji konduktivitas lelehan dan larutan ionik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel zat terlarut berubah menjadi partikel pelarut. Bukti dapat diperoleh dengan mengidentifikasi peran suhu dan pelarut.

8.13.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks pelarutan dan pelelehan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pelarutan adalah penyebaran partikel zat terlarut di antara partikel pelarut melalui interaksi solut-pelarut, sedangkan pelelehan adalah transisi fase suatu zat dari padat ke cair; kedua proses berbeda walaupun sama-sama dapat membuat padatan tidak lagi tampak.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan hasil setelah pelarut diuapkan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa gula larut dianggap meleleh tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa gula larut dalam air termasuk contoh yang relevan, mengapa es meleleh perlu

diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep larutan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan hasil setelah pelarut diuapkan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan pasangan demonstrasi pelarutan-peleburan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gula larut dianggap meleleh. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan hasil setelah pelarut diuapkan.

8.13.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks pelarutan dan pelelehan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pelarutan adalah penyebaran partikel zat terlarut di antara partikel pelarut melalui interaksi solut-pelarut, sedangkan pelelehan adalah transisi fase suatu zat dari padat ke cair; kedua proses berbeda walaupun sama-sama dapat membuat padatan tidak lagi tampak.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta label spesies pada diagram partikel. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa garam cair dianggap larutan garam tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa es meleleh termasuk contoh yang relevan, mengapa NaCl leleh dibanding NaCl(aq) perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep perubahan wujud secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta label spesies pada diagram partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menulis notasi fase dengan konsisten. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak

identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: garam cair dianggap larutan garam. Bukti dapat diperoleh dengan meminta label spesies pada diagram partikel.

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

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks pelarutan dan pelelehan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pelarutan adalah penyebaran partikel zat terlarut di antara partikel pelarut melalui interaksi solut-pelarut, sedangkan pelelehan adalah transisi fase suatu zat dari padat ke cair; kedua proses berbeda walaupun sama-sama dapat membuat padatan tidak lagi tampak.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengidentifikasi peran suhu dan pelarut. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa semua pelarutan memerlukan pemanasan tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NaCl leleh dibanding NaCl(aq). Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengidentifikasi peran suhu dan pelarut, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengkaji konduktivitas lelehan dan larutan ionik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua pelarutan memerlukan pemanasan. Bukti dapat diperoleh dengan mengidentifikasi peran suhu dan pelarut.

8.13.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks pelarutan dan pelelehan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pelarutan adalah penyebaran partikel zat terlarut di antara partikel pelarut melalui interaksi solut-pelarut, sedangkan pelelehan adalah transisi fase suatu zat dari padat ke cair; kedua proses berbeda walaupun sama-sama dapat membuat padatan tidak lagi tampak.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan hasil setelah pelarut diuapkan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa partikel zat terlarut berubah menjadi partikel pelarut tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa gula larut dalam air termasuk contoh yang relevan, mengapa es meleleh perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep larutan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan hasil setelah pelarut diuapkan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan pasangan demonstrasi pelarutan-peleburan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel zat terlarut berubah menjadi partikel pelarut. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan hasil setelah pelarut diuapkan.

8.13.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks pelarutan dan pelelehan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pelarutan adalah penyebaran partikel zat terlarut di antara partikel pelarut melalui interaksi solut-pelarut, sedangkan pelelehan adalah transisi fase suatu zat dari padat ke cair; kedua proses berbeda walaupun sama-sama dapat membuat padatan tidak lagi tampak.. Fokus remediasi

melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menulis notasi fase dengan konsisten. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa es meleleh termasuk contoh yang relevan, mengapa NaCl leleh dibanding NaCl(aq) perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep perubahan wujud secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta label spesies pada diagram partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menulis notasi fase dengan konsisten. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gula larut dianggap meleleh. Bukti dapat diperoleh dengan meminta label spesies pada diagram partikel.

8.13.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks pelarutan dan pelelehan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pelarutan adalah penyebaran partikel zat terlarut di antara partikel pelarut melalui interaksi solut-pelarut, sedangkan pelelehan adalah transisi fase suatu zat dari padat ke cair; kedua proses berbeda walaupun sama-sama dapat membuat padatan tidak lagi tampak.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara mengkaji konduktivitas lelehan dan larutan ionik. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti,

dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NaCl leleh dibanding NaCl(aq). Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengidentifikasi peran suhu dan pelarut, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengkaji konduktivitas lelehan dan larutan ionik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: garam cair dianggap larutan garam. Bukti dapat diperoleh dengan mengidentifikasi peran suhu dan pelarut.

8.13.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks pelarutan dan pelelehan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pelarutan adalah penyebaran partikel zat terlarut di antara partikel pelarut melalui interaksi solut-pelarut, sedangkan pelelehan adalah transisi fase suatu zat dari padat ke cair; kedua proses berbeda walaupun sama-sama dapat membuat padatan tidak lagi tampak. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan untuk menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan pasangan demonstrasi pelarutan-peleburan. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada gula larut dalam air. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat

itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan hasil setelah pelarut diuapkan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan pasangan demonstrasi pelarutan-peleburan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua pelarutan memerlukan pemanasan. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan hasil setelah pelarut diuapkan.

8.13.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks pelarutan dan pelelehan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pelarutan adalah penyebaran partikel zat terlarut di antara partikel pelarut melalui interaksi solut-pelarut, sedangkan pelelehan adalah transisi fase suatu zat dari padat ke cair; kedua proses berbeda walaupun sama-sama dapat membuat padatan tidak lagi tampak.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menulis notasi fase dengan konsisten. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa es meleleh termasuk contoh yang relevan, mengapa NaCl leleh dibanding NaCl(aq) perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep perubahan wujud secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta label spesies pada diagram partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menulis notasi fase dengan konsisten. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai

perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel zat terlarut berubah menjadi partikel pelarut. Bukti dapat diperoleh dengan meminta label spesies pada diagram partikel.

8.14 Pemisahan Campuran

Subbab ini membahas pemisahan campuran sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Pemisahan campuran memanfaatkan perbedaan sifat fisika seperti ukuran partikel, kelarutan, volatilitas, densitas, afinitas, atau respons magnetik; metode tidak mengubah identitas kimia komponen secara sengaja.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup sifat fisika, campuran, praktikum kimia. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa filtrasi dapat memisahkan zat terlarut sejati dan bahwa destilasi memusnahkan zat pengotor. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks filtrasi pasir-air, destilasi etanol-air, dan kromatografi tinta dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi merancang urutan pemisahan, menghubungkan metode dengan model partikel, dan menggunakan data titik didih atau kelarutan. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Pemisahan campuran memanfaatkan perbedaan sifat fisika seperti ukuran partikel, kelarutan, volatilitas, densitas, afinitas, atau respons magnetik; metode tidak mengubah identitas kimia komponen secara sengaja.

Pertanyaan diagnosis utama: memilih metode dan memberi alasan berdasarkan sifat.

Remediasi awal: merancang urutan pemisahan.

8.14.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pembahasan ini perlu dimulai dari pembedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks pemisahan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pemisahan campuran memanfaatkan perbedaan

sifat fisika seperti ukuran partikel, kelarutan, volatilitas, densitas, afinitas, atau respons magnetik; metode tidak mengubah identitas kimia komponen secara sengaja.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh kromatografi tinta dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan filtrasi pasir-air. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan praktikum kimia serta sifat fisika perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kromatografi tinta termasuk contoh yang relevan, mengapa filtrasi pasir-air perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep praktikum kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengevaluasi kemurnian fraksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data titik didih atau kelarutan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: filtrasi dapat memisahkan zat terlarut sejati. Bukti dapat diperoleh dengan mengevaluasi kemurnian fraksi.

8.14.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks pemisahan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pemisahan campuran memanfaatkan perbedaan sifat fisika seperti ukuran partikel, kelarutan, volatilitas, densitas, afinitas, atau respons magnetik; metode tidak mengubah identitas kimia komponen secara sengaja.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh filtrasi pasir-air dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan destilasi etanol-air. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan sifat fisika serta campuran perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa filtrasi pasir-air termasuk contoh yang relevan, mengapa destilasi etanol-air perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sifat fisika secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memilih metode dan memberi alasan berdasarkan sifat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi merancang urutan pemisahan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: destilasi memusnahkan zat pengotor. Bukti dapat diperoleh dengan memilih metode dan memberi alasan berdasarkan sifat.

8.14.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks pemisahan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pemisahan campuran memanfaatkan perbedaan sifat fisika seperti ukuran partikel, kelarutan, volatilitas, densitas, afinitas, atau respons magnetik; metode tidak mengubah identitas kimia komponen secara sengaja.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh destilasi etanol-air dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan kromatografi tinta. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan campuran serta praktikum kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada destilasi etanol-air. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar aliran komponen pada alat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan metode dengan model partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kromatografi hanya berdasarkan warna. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar aliran komponen pada alat.

8.14.4 Model Submikroskopik

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks pemisahan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pemisahan campuran memanfaatkan perbedaan sifat fisika seperti ukuran partikel, kelarutan, volatilitas, densitas, afinitas, atau respons magnetik; metode tidak mengubah identitas kimia komponen secara sengaja.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Contoh kromatografi tinta dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan filtrasi pasir-air. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan praktikum kimia serta sifat fisika perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada kromatografi tinta. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengevaluasi kemurnian fraksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data titik didih atau kelarutan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu metode dapat memisahkan semua campuran. Bukti dapat diperoleh dengan mengevaluasi kemurnian fraksi.

8.14.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks pemisahan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pemisahan campuran memanfaatkan perbedaan sifat fisika seperti ukuran partikel, kelarutan, volatilitas, densitas, afinitas, atau respons magnetik; metode tidak mengubah identitas kimia komponen secara sengaja.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh filtrasi pasir-air dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan destilasi etanol-air. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan sifat fisika serta campuran perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada filtrasi pasir-air. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memilih metode dan memberi alasan berdasarkan sifat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi merancang urutan pemisahan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: filtrasi dapat memisahkan zat terlarut sejati. Bukti dapat diperoleh dengan memilih metode dan memberi alasan berdasarkan sifat.

8.14.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks pemisahan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pemisahan campuran memanfaatkan perbedaan sifat fisika seperti ukuran partikel, kelarutan, volatilitas, densitas, afinitas, atau respons magnetik; metode tidak mengubah identitas kimia komponen secara sengaja.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh destilasi etanol-air dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan kromatografi tinta. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan campuran serta praktikum kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada destilasi etanol-air. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar aliran komponen pada alat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan metode dengan model partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: destilasi memisahkan zat pengotor. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar aliran komponen pada alat.

8.14.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks pemisahan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pemisahan

campuran memanfaatkan perbedaan sifat fisika seperti ukuran partikel, kelarutan, volatilitas, densitas, afinitas, atau respons magnetik; metode tidak mengubah identitas kimia komponen secara sengaja.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh kromatografi tinta dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan filtrasi pasir-air. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan praktikum kimia serta sifat fisika perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada kromatografi tinta. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengevaluasi kemurnian fraksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data titik didih atau kelarutan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kromatografi hanya berdasarkan warna. Bukti dapat diperoleh dengan mengevaluasi kemurnian fraksi.

8.14.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks pemisahan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pemisahan campuran memanfaatkan perbedaan sifat fisika seperti ukuran partikel, kelarutan, volatilitas, densitas, afinitas, atau respons magnetik; metode tidak mengubah identitas kimia komponen secara sengaja.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa satu metode dapat memisahkan semua campuran. Variasi lain menyatakan bahwa filtrasi dapat memisahkan zat terlarut sejati. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa filtrasi pasir-air termasuk contoh yang relevan, mengapa destilasi etanol-air perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sifat fisika secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memilih metode dan memberi alasan berdasarkan sifat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi merancang urutan pemisahan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu metode dapat memisahkan semua campuran. Bukti dapat diperoleh dengan memilih metode dan memberi alasan berdasarkan sifat.

8.14.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks pemisahan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pemisahan campuran memanfaatkan perbedaan sifat fisika seperti ukuran partikel, kelarutan, volatilitas, densitas, afinitas, atau respons magnetik; metode tidak mengubah identitas kimia komponen secara sengaja.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa filtrasi dapat memisahkan zat terlarut sejati. Variasi lain menyatakan bahwa destilasi memusnahkan zat pengotor. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa destilasi etanol-air termasuk contoh yang relevan, mengapa kromatografi tinta

perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep campuran secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar aliran komponen pada alat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan metode dengan model partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: filtrasi dapat memisahkan zat terlarut sejati. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar aliran komponen pada alat.

8.14.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks pemisahan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pemisahan campuran memanfaatkan perbedaan sifat fisika seperti ukuran partikel, kelarutan, volatilitas, densitas, afinitas, atau respons magnetik; metode tidak mengubah identitas kimia komponen secara sengaja.. Fokus sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa destilasi memusnahkan zat pengotor. Variasi lain menyatakan bahwa kromatografi hanya berdasarkan warna. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kromatografi tinta termasuk contoh yang relevan, mengapa filtrasi pasir-air perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep praktikum kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengevaluasi kemurnian fraksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data titik didih atau kelarutan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan

konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: destilasi memusnahkan zat pengotor. Bukti dapat diperoleh dengan mengevaluasi kemurnian fraksi.

8.14.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks pemisahan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pemisahan campuran memanfaatkan perbedaan sifat fisika seperti ukuran partikel, kelarutan, volatilitas, densitas, afinitas, atau respons magnetik; metode tidak mengubah identitas kimia komponen secara sengaja.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa kromatografi hanya berdasarkan warna. Variasi lain menyatakan bahwa satu metode dapat memisahkan semua campuran. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada filtrasi pasir-air. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memilih metode dan memberi alasan berdasarkan sifat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi merancang urutan pemisahan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kromatografi hanya berdasarkan warna. Bukti dapat diperoleh dengan memilih metode dan memberi alasan berdasarkan sifat.

8.14.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks pemisahan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pemisahan campuran memanfaatkan perbedaan sifat fisika seperti ukuran partikel, kelarutan, volatilitas, densitas, afinitas, atau respons magnetik; metode tidak mengubah identitas kimia komponen secara sengaja.. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa satu metode dapat memisahkan semua campuran. Variasi lain menyatakan bahwa filtrasi dapat memisahkan zat terlarut sejati. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa destilasi etanol-air termasuk contoh yang relevan, mengapa kromatografi tinta perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep campuran secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar aliran komponen pada alat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan metode dengan model partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu metode dapat memisahkan semua campuran. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar aliran komponen pada alat.

8.14.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks pemisahan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pemisahan campuran memanfaatkan perbedaan sifat fisika seperti ukuran partikel, kelarutan, volatilitas, densitas, afinitas, atau respons magnetik; metode tidak mengubah identitas kimia komponen secara sengaja.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan,

asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengevaluasi kemurnian fraksi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa filtrasi dapat memisahkan zat terlarut sejati tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kromatografi tinta termasuk contoh yang relevan, mengapa filtrasi pasir-air perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep praktikum kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengevaluasi kemurnian fraksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data titik didih atau kelarutan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: filtrasi dapat memisahkan zat terlarut sejati. Bukti dapat diperoleh dengan mengevaluasi kemurnian fraksi.

8.14.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks pemisahan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pemisahan campuran memanfaatkan perbedaan sifat fisika seperti ukuran partikel, kelarutan, volatilitas, densitas, afinitas, atau respons magnetik; metode tidak mengubah identitas kimia komponen secara sengaja.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk memilih metode dan memberi alasan berdasarkan sifat. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa destilasi memisahkan zat pengotor tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu

respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa filtrasi pasir-air termasuk contoh yang relevan, mengapa destilasi etanol-air perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sifat fisika secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memilih metode dan memberi alasan berdasarkan sifat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi merancang urutan pemisahan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: destilasi memusnahkan zat pengotor. Bukti dapat diperoleh dengan memilih metode dan memberi alasan berdasarkan sifat.

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

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks pemisahan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pemisahan campuran memanfaatkan perbedaan sifat fisika seperti ukuran partikel, kelarutan, volatilitas, densitas, afinitas, atau respons magnetik; metode tidak mengubah identitas kimia komponen secara sengaja.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggambar aliran komponen pada alat. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa kromatografi hanya berdasarkan warna tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada destilasi etanol-air. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan

warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar aliran komponen pada alat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan metode dengan model partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kromatografi hanya berdasarkan warna. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar aliran komponen pada alat.

8.14.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks pemisahan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pemisahan campuran memanfaatkan perbedaan sifat fisika seperti ukuran partikel, kelarutan, volatilitas, densitas, afinitas, atau respons magnetik; metode tidak mengubah identitas kimia komponen secara sengaja.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengevaluasi kemurnian fraksi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa satu metode dapat memisahkan semua campuran tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kromatografi tinta termasuk contoh yang relevan, mengapa filtrasi pasir-air perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep praktikum kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengevaluasi kemurnian fraksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data titik didih atau kelarutan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu metode dapat memisahkan semua campuran. Bukti dapat diperoleh dengan mengevaluasi kemurnian fraksi.

8.14.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks pemisahan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pemisahan campuran memanfaatkan perbedaan sifat fisika seperti ukuran partikel, kelarutan, volatilitas, densitas, afinitas, atau respons magnetik; metode tidak mengubah identitas kimia komponen secara sengaja.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Remediasi dapat dirancang dengan cara merancang urutan pemisahan. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa filtrasi pasir-air termasuk contoh yang relevan, mengapa destilasi etanol-air perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sifat fisika secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memilih metode dan memberi alasan berdasarkan sifat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi merancang urutan pemisahan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: filtrasi dapat memisahkan zat terlarut sejati. Bukti dapat diperoleh dengan memilih metode dan memberi alasan berdasarkan sifat.

8.14.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks pemisahan

campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pemisahan campuran memanfaatkan perbedaan sifat fisika seperti ukuran partikel, kelarutan, volatilitas, densitas, afinitas, atau respons magnetik; metode tidak mengubah identitas kimia komponen secara sengaja.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan metode dengan model partikel. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada destilasi etanol-air. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar aliran komponen pada alat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan metode dengan model partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: destilasi memusnahkan zat pengotor. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar aliran komponen pada alat.

8.14.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks pemisahan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pemisahan campuran memanfaatkan perbedaan sifat fisika seperti ukuran partikel, kelarutan, volatilitas, densitas, afinitas, atau respons magnetik; metode tidak mengubah identitas kimia komponen secara sengaja.. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan untuk menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan data titik didih atau kelarutan. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada kromatografi tinta. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengevaluasi kemurnian fraksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data titik didih atau kelarutan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kromatografi hanya berdasarkan warna. Bukti dapat diperoleh dengan mengevaluasi kemurnian fraksi.

8.14.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks pemisahan campuran, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pemisahan campuran memanfaatkan perbedaan sifat fisika seperti ukuran partikel, kelarutan, volatilitas, densitas, afinitas, atau respons magnetik; metode tidak mengubah identitas kimia komponen secara sengaja.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Remediasi dapat dirancang dengan cara merancang urutan pemisahan. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa filtrasi pasir-air termasuk contoh yang relevan, mengapa destilasi etanol-air perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sifat fisika secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memilih metode dan memberi alasan berdasarkan sifat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi merancang urutan pemisahan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu metode dapat memisahkan semua campuran. Bukti dapat diperoleh dengan memilih metode dan memberi alasan berdasarkan sifat.

8.15 Strategi Diagnosis dan Remediasi

Subbab ini membahas strategi diagnosis dan remediasi sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Diagnosis yang kuat menggabungkan jawaban, alasan, keyakinan, gambar partikel, observasi, dan wawancara; remediasi diarahkan pada rekonstruksi model mental melalui bukti, representasi majemuk, diskusi, dan rediagnosis.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup asesmen diagnostik, perubahan konseptual, etika pelabelan. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa setiap jawaban salah langsung diberi label miskonsepsi dan bahwa satu soal cukup untuk menetapkan konsepsi. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks tes empat tingkat, Predict-Observe-Explain, dan wawancara berbasis gambar partikel dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi membangun urutan elisitasi-konfrontasi-rekonstruksi-aplikasi, memberi umpan balik spesifik, dan melakukan rediagnosis dan transfer. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Diagnosis yang kuat menggabungkan jawaban, alasan, keyakinan, gambar partikel, observasi, dan wawancara; remediasi diarahkan pada rekonstruksi model mental melalui bukti, representasi majemuk, diskusi, dan rediagnosis.

Pertanyaan diagnosis utama: menggunakan beberapa butir isomorfik.

Remediasi awal: membangun urutan elisitasi-konfrontasi-rekonstruksi-aplikasi.

8.15.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis yang kuat menggabungkan jawaban, alasan, keyakinan, gambar partikel, observasi, dan wawancara; remediasi diarahkan pada rekonstruksi model mental melalui bukti, representasi majemuk, diskusi, dan rediagnosis. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh Predict-Observe-Explain dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan wawancara berbasis gambar partikel. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan perubahan konseptual serta etika pelabelan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Predict-Observe-Explain termasuk contoh yang relevan, mengapa wawancara berbasis gambar partikel perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep perubahan konseptual secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan respons lintas representasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memberi umpan balik spesifik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap jawaban salah langsung diberi label miskonsepsi. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan respons lintas representasi.

8.15.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis yang kuat menggabungkan jawaban, alasan, keyakinan, gambar partikel, observasi, dan wawancara; remediasi diarahkan pada rekonstruksi model mental melalui bukti, representasi majemuk, diskusi, dan rediagnosis.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh wawancara berbasis gambar partikel dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan tes empat tingkat. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan etika pelabelan serta asesmen diagnostik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa wawancara berbasis gambar partikel termasuk contoh yang relevan, mengapa tes empat tingkat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep etika pelabelan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengukur retensi setelah intervensi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi melakukan rediagnosis dan transfer. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu soal cukup untuk menetapkan konsepsi. Bukti dapat diperoleh dengan mengukur retensi setelah intervensi.

8.15.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis yang kuat menggabungkan jawaban, alasan, keyakinan, gambar partikel, observasi, dan wawancara; remediasi diarahkan pada rekonstruksi model mental melalui bukti, representasi

majemuk, diskusi, dan rediagnosis.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh tes empat tingkat dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Predict-Observe-Explain. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan asesmen diagnostik serta perubahan konseptual perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada tes empat tingkat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan beberapa butir isomorfik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membangun urutan elisitasi-konfrontasi-rekonstruksi-aplikasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: konflik kognitif saja selalu mengubah konsep. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan beberapa butir isomorfik.

8.15.4 Model Submikroskopik

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis yang kuat menggabungkan jawaban, alasan, keyakinan, gambar partikel, observasi, dan wawancara; remediasi diarahkan pada rekonstruksi model mental melalui bukti, representasi majemuk, diskusi, dan rediagnosis.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Contoh Predict-Observe-Explain dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan wawancara berbasis gambar partikel. Perbandingan itu bukan sekadar

mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan perubahan konseptual serta etika pelabelan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Predict-Observe-Explain. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan respons lintas representasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memberi umpan balik spesifik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: remediasi disamakan dengan mengulang penjelasan yang sama. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan respons lintas representasi.

8.15.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis yang kuat menggabungkan jawaban, alasan, keyakinan, gambar partikel, observasi, dan wawancara; remediasi diarahkan pada rekonstruksi model mental melalui bukti, representasi majemuk, diskusi, dan rediagnosis.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Contoh wawancara berbasis gambar partikel dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan tes empat tingkat. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan etika pelabelan serta asesmen diagnostik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada wawancara berbasis gambar partikel. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengukur retensi setelah intervensi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi melakukan rediagnosis dan transfer. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap jawaban salah langsung diberi label miskonsepsi. Bukti dapat diperoleh dengan mengukur retensi setelah intervensi.

8.15.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis yang kuat menggabungkan jawaban, alasan, keyakinan, gambar partikel, observasi, dan wawancara; remediasi diarahkan pada rekonstruksi model mental melalui bukti, representasi majemuk, diskusi, dan rediagnosis.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh tes empat tingkat dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Predict-Observe-Explain. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan asesmen diagnostik serta perubahan konseptual perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada tes empat tingkat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan beberapa butir isomorfik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membangun urutan elisitasi-konfrontasi-rekonstruksi-aplikasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu soal cukup untuk menetapkan konsepsi. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan beberapa butir isomorfik.

8.15.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis yang kuat menggabungkan jawaban, alasan, keyakinan, gambar partikel, observasi, dan wawancara; remediasi diarahkan pada rekonstruksi model mental melalui bukti, representasi majemuk, diskusi, dan rediagnosis.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh Predict-Observe-Explain dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan wawancara berbasis gambar partikel. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan perubahan konseptual serta etika pelabelan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Predict-Observe-Explain. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan respons lintas representasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memberi umpan balik spesifik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: konflik kognitif saja selalu mengubah konsep. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan respons lintas representasi.

8.15.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis yang kuat menggabungkan jawaban, alasan, keyakinan, gambar partikel, observasi, dan wawancara; remediasi diarahkan pada rekonstruksi model mental melalui bukti, representasi majemuk, diskusi, dan rediagnosis.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa remediasi disamakan dengan mengulang penjelasan yang sama. Variasi lain menyatakan bahwa setiap jawaban salah langsung diberi label miskonsepsi. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa wawancara berbasis gambar partikel termasuk contoh yang relevan, mengapa tes empat tingkat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep etika pelabelan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengukur retensi setelah intervensi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi melakukan rediagnosis dan transfer. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: remediasi disamakan dengan mengulang penjelasan yang sama. Bukti dapat diperoleh dengan mengukur retensi setelah intervensi.

8.15.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan

ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis yang kuat menggabungkan jawaban, alasan, keyakinan, gambar partikel, observasi, dan wawancara; remediasi diarahkan pada rekonstruksi model mental melalui bukti, representasi majemuk, diskusi, dan rediagnosis.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa setiap jawaban salah langsung diberi label miskonsepsi. Variasi lain menyatakan bahwa satu soal cukup untuk menetapkan konsepsi. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa tes empat tingkat termasuk contoh yang relevan, mengapa Predict-Observe-Explain perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep asesmen diagnostik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan beberapa butir isomorfik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membangun urutan elisitasi-konfrontasi-rekonstruksi-aplikasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap jawaban salah langsung diberi label miskonsepsi. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan beberapa butir isomorfik.

8.15.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis yang kuat menggabungkan jawaban, alasan, keyakinan, gambar partikel, observasi, dan wawancara; remediasi diarahkan pada rekonstruksi model mental melalui bukti, representasi majemuk, diskusi, dan rediagnosis.. Fokus sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa satu soal cukup untuk menetapkan konsepsi. Variasi lain menyatakan bahwa konflik kognitif saja selalu mengubah konsep. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Predict-Observe-Explain termasuk contoh yang relevan, mengapa wawancara berbasis gambar partikel perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep perubahan konseptual secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan respons lintas representasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memberi umpan balik spesifik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu soal cukup untuk menetapkan konsepsi. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan respons lintas representasi.

8.15.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis yang kuat menggabungkan jawaban, alasan, keyakinan, gambar partikel, observasi, dan wawancara; remediasi diarahkan pada rekonstruksi model mental melalui bukti, representasi majemuk, diskusi, dan rediagnosis.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa konflik kognitif saja selalu mengubah konsep. Variasi lain menyatakan bahwa remediasi disamakan dengan mengulang penjelasan yang sama. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada wawancara berbasis gambar partikel. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus

menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengukur retensi setelah intervensi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi melakukan rediagnosis dan transfer. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: konflik kognitif saja selalu mengubah konsep. Bukti dapat diperoleh dengan mengukur retensi setelah intervensi.

8.15.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis yang kuat menggabungkan jawaban, alasan, keyakinan, gambar partikel, observasi, dan wawancara; remediasi diarahkan pada rekonstruksi model mental melalui bukti, representasi majemuk, diskusi, dan rediagnosis.. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa remediasi disamakan dengan mengulang penjelasan yang sama. Variasi lain menyatakan bahwa setiap jawaban salah langsung diberi label miskonsepsi. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa tes empat tingkat termasuk contoh yang relevan, mengapa Predict-Observe-Explain perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep asesmen diagnostik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan beberapa butir isomorfik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membangun urutan elisitasi-

konfrontasi-rekonstruksi-aplikasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: remediasi disamakan dengan mengulang penjelasan yang sama. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan beberapa butir isomorfik.

8.15.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis yang kuat menggabungkan jawaban, alasan, keyakinan, gambar partikel, observasi, dan wawancara; remediasi diarahkan pada rekonstruksi model mental melalui bukti, representasi majemuk, diskusi, dan rediagnosis.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan respons lintas representasi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa setiap jawaban salah langsung diberi label miskonsepsi tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Predict-Observe-Explain termasuk contoh yang relevan, mengapa wawancara berbasis gambar partikel perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep perubahan konseptual secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan respons lintas representasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memberi umpan balik spesifik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap jawaban salah langsung diberi label miskonsepsi. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan respons lintas representasi.

8.15.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis yang kuat menggabungkan jawaban, alasan, keyakinan, gambar partikel, observasi, dan wawancara; remediasi diarahkan pada rekonstruksi model mental melalui bukti, representasi majemuk, diskusi, dan rediagnosis.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengukur retensi setelah intervensi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa satu soal cukup untuk menetapkan konsepsi tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa wawancara berbasis gambar partikel termasuk contoh yang relevan, mengapa tes empat tingkat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep etika pelabelan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengukur retensi setelah intervensi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi melakukan rediagnosis dan transfer. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu soal cukup untuk menetapkan konsepsi. Bukti dapat diperoleh dengan mengukur retensi setelah intervensi.

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

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis yang kuat

menggabungkan jawaban, alasan, keyakinan, gambar partikel, observasi, dan wawancara; remediasi diarahkan pada rekonstruksi model mental melalui bukti, representasi majemuk, diskusi, dan rediagnosis.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggunakan beberapa butir isomorfik. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa konflik kognitif saja selalu mengubah konsep tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada tes empat tingkat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan beberapa butir isomorfik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membangun urutan elisitasi-konfrontasi-rekonstruksi-aplikasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: konflik kognitif saja selalu mengubah konsep. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan beberapa butir isomorfik.

8.15.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis yang kuat menggabungkan jawaban, alasan, keyakinan, gambar partikel, observasi, dan wawancara; remediasi diarahkan pada rekonstruksi model mental melalui bukti, representasi majemuk, diskusi, dan rediagnosis.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan respons lintas representasi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa remediasi disamakan dengan mengulang penjelasan yang sama tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Predict-Observe-Explain termasuk contoh yang relevan, mengapa wawancara berbasis gambar partikel perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep perubahan konseptual secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan respons lintas representasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memberi umpan balik spesifik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: remediasi disamakan dengan mengulang penjelasan yang sama. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan respons lintas representasi.

8.15.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis yang kuat menggabungkan jawaban, alasan, keyakinan, gambar partikel, observasi, dan wawancara; remediasi diarahkan pada rekonstruksi model mental melalui bukti, representasi majemuk, diskusi, dan rediagnosis.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gabel, Samuel, & Hunn, 1987; Hesse & Anderson, 1992).

Remediasi dapat dirancang dengan cara melakukan rediagnosis dan transfer. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa wawancara berbasis gambar partikel termasuk contoh yang relevan, mengapa tes empat tingkat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep etika pelabelan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengukur retensi setelah intervensi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi melakukan rediagnosis dan transfer. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap jawaban salah langsung diberi label miskonsepsi. Bukti dapat diperoleh dengan mengukur retensi setelah intervensi.

8.15.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis yang kuat menggabungkan jawaban, alasan, keyakinan, gambar partikel, observasi, dan wawancara; remediasi diarahkan pada rekonstruksi model mental melalui bukti, representasi majemuk, diskusi, dan rediagnosis.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membangun urutan elisitasi-konfrontasi-rekonstruksi-aplikasi. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada tes empat tingkat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan beberapa butir isomorfik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membangun urutan elisitasi-konfrontasi-rekonstruksi-aplikasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu soal cukup untuk menetapkan konsepsi. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan beberapa butir isomorfik.

8.15.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis yang kuat menggabungkan jawaban, alasan, keyakinan, gambar partikel, observasi, dan wawancara; remediasi diarahkan pada rekonstruksi model mental melalui bukti, representasi majemuk, diskusi, dan rediagnosis.. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan untuk menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara memberi umpan balik spesifik. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Predict-Observe-Explain. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan respons lintas representasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memberi umpan balik spesifik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: konflik kognitif saja selalu mengubah konsep. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan respons lintas representasi.

8.15.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis yang kuat menggabungkan jawaban, alasan, keyakinan, gambar partikel, observasi, dan wawancara; remediasi diarahkan pada rekonstruksi model mental melalui bukti, representasi majemuk, diskusi, dan rediagnosis.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yeziarski & Birk, 2006; Stains & Talanquer, 2007).

Remediasi dapat dirancang dengan cara melakukan rediagnosis dan transfer. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa wawancara berbasis gambar partikel termasuk contoh yang relevan, mengapa tes empat tingkat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep etika pelabelan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengukur retensi setelah intervensi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi melakukan rediagnosis dan transfer. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: remediasi disamakan dengan mengulang penjelasan yang sama. Bukti dapat diperoleh dengan mengukur retensi setelah intervensi.

8.16 Sintesis Bab

Bab 8 menunjukkan bahwa miskonsepsi tidak berdiri sebagai daftar kesalahan terpisah. Kesalahan pada satu konsep dapat menjadi sumber bagi kesalahan lain karena peserta didik

membangun jaringan pengetahuan. Diagnosis perlu mencari konsep yang paling sentral, prasyarat yang belum kokoh, dan representasi yang gagal dikoordinasikan.

Pemahaman konseptual ditandai oleh kemampuan menjelaskan, memprediksi, menggambar, menggunakan simbol, menghitung, serta memeriksa kewajaran hasil secara konsisten. Ketepatan prosedural tetap penting, tetapi harus ditempatkan sebagai bagian dari penalaran, bukan pengganti makna.

Remediasi efektif menghindari dua ekstrem: pengulangan definisi tanpa bukti dan konflik kognitif tanpa rekonstruksi. Peserta didik memerlukan kesempatan menyatakan gagasan awal, membandingkannya dengan data, membangun model yang lebih kuat, dan menguji model tersebut pada situasi baru.

Bagi guru, implikasi utamanya adalah menggunakan asesmen diagnostik secara berkelanjutan. Bukti sebelum, selama, segera setelah, dan beberapa waktu setelah pembelajaran memberi gambaran yang lebih valid mengenai perubahan konseptual daripada satu tes akhir.

Ringkasan Diagnostik

Utamakan penjelasan kausal dan koordinasi representasi.

Bedakan ketidaktahuan, kesalahan prosedural, dan miskonsepsi.

Gunakan lebih dari satu sumber bukti diagnosis.

Uji keberhasilan melalui retensi dan transfer.

Daftar Pustaka Bab 8

Seluruh rujukan di bawah memiliki DOI atau alamat resmi yang dapat ditelusuri. Tautan ditulis aktif untuk mendukung verifikasi sumber dan pembaruan literatur.

Flowers, P., Theopold, K., Langley, R., & Robinson, W. R. (2019). Chemistry 2e. Houston, TX: OpenStax, Rice University. <https://openstax.org/details/books/chemistry-2e>

International Union of Pure and Applied Chemistry. (n.d.). Atom. Compendium of Chemical Terminology (the Gold Book). <https://doi.org/10.1351/goldbook.A00493>

International Union of Pure and Applied Chemistry. (n.d.). Chemical element. Compendium of Chemical Terminology (the Gold Book). <https://doi.org/10.1351/goldbook.C01022>

Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry - logical or psychological? Chemistry Education Research and Practice, 1, 9-15. <https://doi.org/10.1039/A9RP90001B>

Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry triplet. International Journal of Science Education, 33(2), 179-195. <https://doi.org/10.1080/09500690903386435>

Gilbert, J. K., & Treagust, D. F. (Eds.). (2009). Multiple Representations in Chemical Education. Dordrecht: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8>

- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16(3), 183-198. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001>
- Taber, K. S. (2002). *Chemical Misconceptions: Prevention, Diagnosis and Cure. Volume I: Theoretical Background*. London: Royal Society of Chemistry. <https://edu.rsc.org/resources/chemical-misconceptions-prevention-diagnosis-and-cure-volume-1/4011987.article>
- Taber, K. S. (2002). *Chemical Misconceptions: Prevention, Diagnosis and Cure. Volume II: Classroom Resources*. London: Royal Society of Chemistry. <https://edu.rsc.org/resources/chemical-misconceptions-prevention-diagnosis-and-cure-volume-2/4011988.article>
- Kind, V. (2004). *Beyond Appearances: Students' Misconceptions about Basic Chemical Ideas* (2nd ed.). London: Royal Society of Chemistry. <https://edu.rsc.org/resources/beyond-appearances/4011570.article>
- Barke, H.-D., Hazari, A., & Yitbarek, S. (2009). *Misconceptions in Chemistry: Addressing Perceptions in Chemical Education*. Berlin: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-70989-3>
- Gabel, D. L., Samuel, K. V., & Hunn, D. (1987). Understanding the particulate nature of matter. *Journal of Chemical Education*, 64(8), 695. <https://doi.org/10.1021/ed064p695>
- Yeziarski, E. J., & Birk, J. P. (2006). Misconceptions about the particulate nature of matter: Using animations to close the gender gap. *Journal of Chemical Education*, 83(6), 954. <https://doi.org/10.1021/ed083p954>
- Hesse, J. J., & Anderson, C. W. (1992). Students' conceptions of chemical change. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(3), 277-299. <https://doi.org/10.1002/tea.3660290307>
- Othman, J., Treagust, D. F., & Chandrasegaran, A. L. (2008). An investigation into the relationship between students' conceptions of the particulate nature of matter and their understanding of chemical bonding. *International Journal of Science Education*, 30(11), 1531-1550. <https://doi.org/10.1080/09500690701459897>
- Stains, M., Escriu-Sune, M., Molina Alvarez de Santizo, M. L., & Sevan, H. (2011). Assessing secondary and college students' implicit assumptions about the particulate nature of matter: Development and validation of the Structure and Motion of Matter Survey. *Journal of Chemical Education*, 88(10), 1359-1365. <https://doi.org/10.1021/ed1002509>
- Gabel, D. L. (1993). Use of the particle nature of matter in developing conceptual understanding. *Journal of Chemical Education*, 70(3), 193. <https://doi.org/10.1021/ed070p193>
- Stains, M., & Talanquer, V. (2007). Classification of chemical substances using particulate representations of matter: An analysis of student thinking. *Journal of Chemical Education*, 84(5), 880. <https://doi.org/10.1021/ed084p880>

Abraham, M. R., Grzybowski, E. B., Renner, J. W., & Marek, E. A. (1992). Understandings and misunderstandings of eighth graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(2), 105-120.
<https://doi.org/10.1002/tea.3660290203>

BAB 9

MISKONSEPSI TENTANG STRUKTUR ATOM

Pengantar Bab

Struktur atom dipelajari melalui model yang berubah sepanjang sejarah dan melalui representasi yang tidak dapat diperlakukan sebagai gambar literal. Tantangan utama peserta didik adalah membedakan bukti eksperimen, model, konvensi visual, dan entitas yang direpresentasikan.

Bab ini menelaah model atom, partikel subatom, nomor atom dan massa, isotop, massa atom relatif, orbital, bilangan kuantum, konfigurasi elektron, elektron valensi, stabilitas, serta keterbatasan model Bohr. Penekanan diberikan pada koherensi antara deskripsi kualitatif, simbol nuklida, diagram orbital, dan model kuantum.

Pembahasan disusun dengan kerangka makroskopik-submikroskopik-simbolik. Setiap konsep dianalisis dari definisi, hubungan antarkonsep, pola miskonsepsi, sumber konsepsi alternatif, instrumen diagnosis, strategi perubahan konseptual, dan evaluasi transfer. Kerangka ini mengikuti pandangan bahwa pemahaman kimia menuntut koordinasi berbagai representasi, bukan penguasaan satu bentuk representasi secara terpisah.

Istilah miskonsepsi dalam buku ini digunakan sebagai kategori analitis terhadap pola respons yang relatif konsisten dan diyakini, bukan sebagai identitas peserta didik. Jawaban salah dapat berasal dari ketidaktahuan, kelalaian, masalah bahasa, kesalahan hitung, atau beban kognitif. Oleh sebab itu, klaim diagnostik harus ditopang oleh beberapa bukti dan selalu diarahkan pada tindakan pedagogis yang konstruktif.

Referensi ilmiah pada bab ini dipilih dari terminologi resmi, buku terbuka yang dapat diakses, monograf pendidikan kimia, dan artikel jurnal yang mempunyai DOI aktif. Daftar pustaka bab memuat tautan stabil sehingga pembaca dapat memeriksa sumber asli dan memperbarui kajian secara bertanggung jawab.

Ringkasan Diagnostik

Orientasi analisis: konsep ilmiah, miskonsepsi, sumber, diagnosis, dan remediasi.

Tingkat representasi: makroskopik, submikroskopik, simbolik, dan kuantitatif.

Prinsip bukti: satu jawaban tidak cukup untuk menetapkan miskonsepsi.

Prinsip etika: hasil diagnosis digunakan untuk dukungan belajar, bukan stigmatisasi.

Peta Konseptual dan Alur Pembahasan

Bab dimulai dari penetapan batas konsep. Definisi dioperasionalkan melalui contoh, noncontoh, dan kasus batas agar peserta didik tidak hanya mengulang kalimat buku teks. Selanjutnya, konsep ditempatkan dalam jaringan prasyarat dan konsep lanjutan sehingga guru dapat mengenali miskonsepsi yang bersifat akar maupun turunan.

Tahap berikutnya membandingkan bukti makroskopik dengan model submikroskopik dan notasi simbolik. Translasi antarrepresentasi diperlakukan sebagai kompetensi tersendiri. Kesalahan translasi sering menjadi sumber jawaban semu-benar: hasil hitung tepat, tetapi makna partikel atau besaran tidak dipahami.

Setelah pola miskonsepsi dan sumbernya dipetakan, pembahasan beralih ke diagnosis. Pertanyaan terbuka, tes bertingkat, gambar, Predict-Observe-Explain, dan wawancara digunakan secara komplementer. Interpretasi mempertimbangkan keyakinan, konsistensi, konteks, dan kemungkinan penjelasan alternatif.

Remediasi dirancang sebagai siklus elisitasi, konfrontasi berbasis bukti, konstruksi model pengganti, aplikasi, refleksi, dan rediagnosis. Keberhasilan tidak hanya dilihat dari skor segera, tetapi juga dari retensi dan transfer pada konteks yang berbeda.

Tahap	Pertanyaan Kunci	Bukti yang Dicari	Keputusan Pedagogis
Elisitasi	Apa yang dipikirkan peserta didik?	Jawaban, alasan, gambar, keyakinan	Menentukan konsepsi awal
Analisis	Mengapa respons itu muncul?	Konsistensi dan sumber penalaran	Membedakan salah biasa dan miskonsepsi
Remediasi	Model apa yang perlu dibangun?	Respons terhadap bukti dan representasi	Memilih scaffolding
Rediagnosis	Apakah perubahan bertahan?	Transfer dan retensi	Menentukan tindak lanjut

9.1 Perkembangan Model Atom

Subbab ini membahas perkembangan model atom sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Model atom berkembang melalui revisi berbasis bukti: dari gagasan atom awal, model Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, hingga model mekanika kuantum; model lama tidak sekadar salah, tetapi memiliki domain kegunaan dan keterbatasan.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup hakikat model ilmiah, sejarah kimia, bukti eksperimen. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa perkembangan model dianggap urutan gambar yang saling menggantikan tanpa bukti dan bahwa model terbaru dianggap foto atom sebenarnya. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks hukum perbandingan tetap, hamburan partikel alfa, dan spektrum atom hidrogen dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan garis waktu argumentatif, membedakan data dan inferensi, dan menyatakan domain validitas tiap model. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Model atom berkembang melalui revisi berbasis bukti: dari gagasan atom awal, model Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, hingga model mekanika kuantum; model lama tidak sekadar salah, tetapi memiliki domain kegunaan dan keterbatasan.

Pertanyaan diagnosis utama: meminta hubungan bukti-klaim-model.

Remediasi awal: menggunakan garis waktu argumentatif.

9.1.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks perkembangan model atom, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom berkembang melalui revisi berbasis bukti: dari gagasan atom awal, model Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, hingga model mekanika kuantum; model lama tidak sekadar salah, tetapi memiliki domain kegunaan dan keterbatasan.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh hukum perbandingan tetap dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan hamburan partikel alfa. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan hakikat model ilmiah serta sejarah kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa hukum perbandingan tetap termasuk contoh yang relevan, mengapa hamburan partikel alfa perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep hakikat model ilmiah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta hubungan bukti-klaim-model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan garis waktu argumentatif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perkembangan model dianggap urutan gambar yang saling menggantikan tanpa bukti. Bukti dapat diperoleh dengan meminta hubungan bukti-klaim-model.

9.1.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks perkembangan model atom, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom berkembang melalui revisi berbasis bukti: dari gagasan atom awal, model Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, hingga model mekanika kuantum; model lama tidak sekadar salah, tetapi memiliki domain kegunaan dan keterbatasan.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh hamburan partikel alfa dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan spektrum atom hidrogen. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan sejarah kimia serta bukti eksperimen perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa hamburan partikel alfa termasuk contoh yang relevan, mengapa spektrum atom hidrogen perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sejarah kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan kemampuan prediksi model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan data dan inferensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: model terbaru dianggap foto atom sebenarnya. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan kemampuan prediksi model.

9.1.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks perkembangan model atom, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom berkembang melalui revisi berbasis bukti: dari gagasan atom awal, model Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, hingga model mekanika kuantum; model lama tidak sekadar salah, tetapi memiliki domain kegunaan dan keterbatasan.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh spektrum atom hidrogen dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan hukum perbandingan tetap. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan bukti eksperimen serta hakikat model ilmiah perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada spektrum atom hidrogen. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengidentifikasi asumsi yang direvisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyatakan domain validitas tiap model. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Dalton dianggap menemukan atom secara langsung. Bukti dapat diperoleh dengan mengidentifikasi asumsi yang direvisi.

9.1.4 Model Submikroskopik

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks perkembangan model atom, gagasan ilmiah

yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom berkembang melalui revisi berbasis bukti: dari gagasan atom awal, model Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, hingga model mekanika kuantum; model lama tidak sekadar salah, tetapi memiliki domain kegunaan dan keterbatasan.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh hukum perbandingan tetap dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan hamburan partikel alfa. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan hakikat model ilmiah serta sejarah kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada hukum perbandingan tetap. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta hubungan bukti-klaim-model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan garis waktu argumentatif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap eksperimen hanya mendukung satu tafsir tanpa asumsi. Bukti dapat diperoleh dengan meminta hubungan bukti-klaim-model.

9.1.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks perkembangan model atom, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom berkembang melalui revisi berbasis bukti: dari gagasan atom awal, model Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, hingga model mekanika kuantum; model lama tidak sekadar salah, tetapi memiliki domain kegunaan dan keterbatasan.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh hamburan partikel alfa dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan spektrum atom hidrogen. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan sejarah kimia serta bukti eksperimen perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada hamburan partikel alfa. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan kemampuan prediksi model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan data dan inferensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perkembangan model dianggap urutan gambar yang saling menggantikan tanpa bukti. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan kemampuan prediksi model.

9.1.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks perkembangan model atom, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom berkembang melalui revisi berbasis bukti: dari gagasan atom awal, model Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, hingga model mekanika kuantum; model lama tidak sekadar salah, tetapi memiliki domain kegunaan dan keterbatasan.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh spektrum atom hidrogen dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan hukum perbandingan tetap. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan bukti eksperimen serta hakikat model ilmiah perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada spektrum atom hidrogen. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengidentifikasi asumsi yang direvisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyatakan domain validitas tiap model. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: model terbaru dianggap foto atom sebenarnya. Bukti dapat diperoleh dengan mengidentifikasi asumsi yang direvisi.

9.1.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks perkembangan model atom, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom berkembang melalui revisi berbasis bukti: dari gagasan atom awal, model Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, hingga model mekanika kuantum; model lama tidak sekadar salah, tetapi memiliki domain kegunaan dan keterbatasan.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh hukum perbandingan tetap dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan hamburan partikel alfa. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan hakikat model ilmiah serta sejarah kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada hukum perbandingan tetap. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya,

warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta hubungan bukti-klaim-model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan garis waktu argumentatif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Dalton dianggap menemukan atom secara langsung. Bukti dapat diperoleh dengan meminta hubungan bukti-klaim-model.

9.1.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks perkembangan model atom, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom berkembang melalui revisi berbasis bukti: dari gagasan atom awal, model Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, hingga model mekanika kuantum; model lama tidak sekadar salah, tetapi memiliki domain kegunaan dan keterbatasan.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa setiap eksperimen hanya mendukung satu tafsir tanpa asumsi. Variasi lain menyatakan bahwa perkembangan model dianggap urutan gambar yang saling menggantikan tanpa bukti. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa hamburan partikel alfa termasuk contoh yang relevan, mengapa spektrum atom hidrogen perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sejarah kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan kemampuan prediksi model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan data dan inferensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai

perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap eksperimen hanya mendukung satu tafsir tanpa asumsi. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan kemampuan prediksi model.

9.1.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks perkembangan model atom, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom berkembang melalui revisi berbasis bukti: dari gagasan atom awal, model Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, hingga model mekanika kuantum; model lama tidak sekadar salah, tetapi memiliki domain kegunaan dan keterbatasan.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa perkembangan model dianggap urutan gambar yang saling menggantikan tanpa bukti. Variasi lain menyatakan bahwa model terbaru dianggap foto atom sebenarnya. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa spektrum atom hidrogen termasuk contoh yang relevan, mengapa hukum perbandingan tetap perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep bukti eksperimen secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengidentifikasi asumsi yang direvisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyatakan domain validitas tiap model. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perkembangan model dianggap urutan gambar yang saling menggantikan tanpa bukti. Bukti dapat diperoleh dengan mengidentifikasi asumsi yang direvisi.

9.1.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks perkembangan model atom, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom berkembang melalui revisi berbasis bukti: dari gagasan atom awal, model Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, hingga model mekanika kuantum; model lama tidak sekadar salah, tetapi memiliki domain kegunaan dan keterbatasan.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa model terbaru dianggap foto atom sebenarnya. Variasi lain menyatakan bahwa Dalton dianggap menemukan atom secara langsung. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada hukum perbandingan tetap. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta hubungan bukti-klaim-model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan garis waktu argumentatif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: model terbaru dianggap foto atom sebenarnya. Bukti dapat diperoleh dengan meminta hubungan bukti-klaim-model.

9.1.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks perkembangan model atom, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom berkembang melalui revisi berbasis bukti: dari gagasan atom awal, model Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, hingga model mekanika kuantum; model lama tidak sekadar salah, tetapi memiliki domain kegunaan dan keterbatasan.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk

mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan kemampuan prediksi model. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa Dalton dianggap menemukan atom secara langsung tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa hamburan partikel alfa termasuk contoh yang relevan, mengapa spektrum atom hidrogen perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sejarah kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan kemampuan prediksi model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan data dan inferensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Dalton dianggap menemukan atom secara langsung. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan kemampuan prediksi model.

9.1.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks perkembangan model atom, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom berkembang melalui revisi berbasis bukti: dari gagasan atom awal, model Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, hingga model mekanika kuantum; model lama tidak sekadar salah, tetapi memiliki domain kegunaan dan keterbatasan.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengidentifikasi asumsi yang direvisi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa setiap eksperimen hanya

mendukung satu tafsir tanpa asumsi tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa spektrum atom hidrogen termasuk contoh yang relevan, mengapa hukum perbandingan tetap perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep bukti eksperimen secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengidentifikasi asumsi yang direvisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyatakan domain validitas tiap model. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap eksperimen hanya mendukung satu tafsir tanpa asumsi. Bukti dapat diperoleh dengan mengidentifikasi asumsi yang direvisi.

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

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks perkembangan model atom, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom berkembang melalui revisi berbasis bukti: dari gagasan atom awal, model Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, hingga model mekanika kuantum; model lama tidak sekadar salah, tetapi memiliki domain kegunaan dan keterbatasan.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta hubungan bukti-klaim-model. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa perkembangan model dianggap urutan gambar yang saling menggantikan tanpa bukti tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada hukum perbandingan tetap. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta hubungan bukti-klaim-model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan garis waktu argumentatif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perkembangan model dianggap urutan gambar yang saling menggantikan tanpa bukti. Bukti dapat diperoleh dengan meminta hubungan bukti-klaim-model.

9.1.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks perkembangan model atom, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom berkembang melalui revisi berbasis bukti: dari gagasan atom awal, model Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, hingga model mekanika kuantum; model lama tidak sekadar salah, tetapi memiliki domain kegunaan dan keterbatasan.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan kemampuan prediksi model. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa model terbaru dianggap foto atom sebenarnya tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa hamburan partikel alfa termasuk contoh yang relevan, mengapa spektrum atom hidrogen perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sejarah kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan kemampuan prediksi model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan data dan inferensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: model terbaru dianggap foto atom sebenarnya. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan kemampuan prediksi model.

9.1.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks perkembangan model atom, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom berkembang melalui revisi berbasis bukti: dari gagasan atom awal, model Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, hingga model mekanika kuantum; model lama tidak sekadar salah, tetapi memiliki domain kegunaan dan keterbatasan.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menyatakan domain validitas tiap model. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa spektrum atom hidrogen termasuk contoh yang relevan, mengapa hukum perbandingan tetap perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep bukti eksperimen secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengidentifikasi asumsi yang direvisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyatakan domain validitas tiap model. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Dalton dianggap menemukan atom secara langsung. Bukti dapat diperoleh dengan mengidentifikasi asumsi yang direvisi.

9.1.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks perkembangan model atom, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom berkembang melalui revisi berbasis bukti: dari gagasan atom awal, model Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, hingga model mekanika kuantum; model lama tidak sekadar salah, tetapi memiliki domain kegunaan dan keterbatasan.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan garis waktu argumentatif. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada hukum perbandingan tetap. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta hubungan bukti-klaim-model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan garis waktu argumentatif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap eksperimen hanya mendukung satu tafsir tanpa asumsi. Bukti dapat diperoleh dengan meminta hubungan bukti-klaim-model.

9.1.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks perkembangan model atom, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom berkembang melalui revisi berbasis bukti: dari gagasan atom awal, model Dalton, Thomson,

Rutherford, Bohr, hingga model mekanika kuantum; model lama tidak sekadar salah, tetapi memiliki domain kegunaan dan keterbatasan.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membedakan data dan inferensi. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa hamburan partikel alfa termasuk contoh yang relevan, mengapa spektrum atom hidrogen perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sejarah kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan kemampuan prediksi model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan data dan inferensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perkembangan model dianggap urutan gambar yang saling menggantikan tanpa bukti. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan kemampuan prediksi model.

9.2 Model Atom sebagai Representasi Ilmiah

Subbab ini membahas model atom sebagai representasi ilmiah sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Model atom adalah konstruksi konseptual dan matematis untuk menjelaskan serta memprediksi gejala; warna, ukuran, garis lintasan, dan batas permukaan dalam gambar sering merupakan konvensi.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup representasi ilmiah, mekanika kuantum, kompetensi representasional. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa model dianggap miniatur literal dan bahwa satu model dianggap benar untuk semua tujuan.

Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks model bola pejal, diagram Bohr, dan permukaan isodensitas orbital dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi mengajarkan evaluasi model, menggunakan legenda eksplisit, dan membahas skala dan konvensi warna. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Model atom adalah konstruksi konseptual dan matematis untuk menjelaskan serta memprediksi gejala; warna, ukuran, garis lintasan, dan batas permukaan dalam gambar sering merupakan konvensi.

Pertanyaan diagnosis utama: meminta peserta didik menyebutkan apa yang dipertahankan dan diabaikan model.

Remediasi awal: mengajarkan evaluasi model.

9.2.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks model atom sebagai representasi ilmiah, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom adalah konstruksi konseptual dan matematis untuk menjelaskan serta memprediksi gejala; warna, ukuran, garis lintasan, dan batas permukaan dalam gambar sering merupakan konvensi.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh permukaan isodensitas orbital dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan model bola pejal. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan kompetensi representasional serta representasi ilmiah perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa permukaan isodensitas orbital termasuk contoh yang relevan, mengapa model bola pejal perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau

prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kompetensi representasional secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan tujuan penggunaan model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas skala dan konvensi warna. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu model dianggap benar untuk semua tujuan. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan tujuan penggunaan model.

9.2.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks model atom sebagai representasi ilmiah, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom adalah konstruksi konseptual dan matematis untuk menjelaskan serta memprediksi gejala; warna, ukuran, garis lintasan, dan batas permukaan dalam gambar sering merupakan konvensi.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh model bola pejal dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan diagram Bohr. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan representasi ilmiah serta mekanika kuantum perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa model bola pejal termasuk contoh yang relevan, mengapa diagram Bohr perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep representasi ilmiah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik menyebutkan apa yang dipertahankan dan diabaikan model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengajarkan evaluasi model. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru

dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: warna orbital dianggap sifat fisik elektron. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik menyebutkan apa yang dipertahankan dan diabaikan model.

9.2.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks model atom sebagai representasi ilmiah, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom adalah konstruksi konseptual dan matematis untuk menjelaskan serta memprediksi gejala; warna, ukuran, garis lintasan, dan batas permukaan dalam gambar sering merupakan konvensi.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh diagram Bohr dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan permukaan isodensitas orbital. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan mekanika kuantum serta kompetensi representasional perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada diagram Bohr. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan dua representasi atom yang sama, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan legenda eksplisit. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gambar dua dimensi dianggap struktur lengkap. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan dua representasi atom yang sama.

9.2.4 Model Submikroskopik

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks model atom sebagai representasi ilmiah, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom adalah konstruksi konseptual dan matematis untuk menjelaskan serta memprediksi gejala; warna, ukuran, garis lintasan, dan batas permukaan dalam gambar sering merupakan konvensi.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh permukaan isodensitas orbital dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan model bola pejal. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan kompetensi representasional serta representasi ilmiah perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada permukaan isodensitas orbital. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan tujuan penggunaan model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas skala dan konvensi warna. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: model dianggap miniatur literal. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan tujuan penggunaan model.

9.2.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks model atom sebagai representasi ilmiah, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom adalah konstruksi konseptual dan matematis untuk menjelaskan serta memprediksi gejala; warna, ukuran, garis lintasan, dan batas permukaan dalam gambar

sering merupakan konvensi.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh model bola pejal dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan diagram Bohr. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan representasi ilmiah serta mekanika kuantum perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada model bola pejal. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik menyebutkan apa yang dipertahankan dan diabaikan model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengajarkan evaluasi model. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu model dianggap benar untuk semua tujuan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik menyebutkan apa yang dipertahankan dan diabaikan model.

9.2.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks model atom sebagai representasi ilmiah, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom adalah konstruksi konseptual dan matematis untuk menjelaskan serta memprediksi gejala; warna, ukuran, garis lintasan, dan batas permukaan dalam gambar sering merupakan konvensi.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh diagram Bohr dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan permukaan isodensitas orbital. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan

permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan mekanika kuantum serta kompetensi representasional perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada diagram Bohr. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan dua representasi atom yang sama, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan legenda eksplisit. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: warna orbital dianggap sifat fisik elektron. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan dua representasi atom yang sama.

9.2.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks model atom sebagai representasi ilmiah, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom adalah konstruksi konseptual dan matematis untuk menjelaskan serta memprediksi gejala; warna, ukuran, garis lintasan, dan batas permukaan dalam gambar sering merupakan konvensi.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh permukaan isodensitas orbital dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan model bola pejal. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan kompetensi representasional serta representasi ilmiah perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada permukaan isodensitas orbital. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan tujuan penggunaan model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas skala dan konvensi warna. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gambar dua dimensi dianggap struktur lengkap. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan tujuan penggunaan model.

9.2.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks model atom sebagai representasi ilmiah, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom adalah konstruksi konseptual dan matematis untuk menjelaskan serta memprediksi gejala; warna, ukuran, garis lintasan, dan batas permukaan dalam gambar sering merupakan konvensi.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa model dianggap miniatur literal. Variasi lain menyatakan bahwa satu model dianggap benar untuk semua tujuan. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa model bola pejal termasuk contoh yang relevan, mengapa diagram Bohr perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep representasi ilmiah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik menyebutkan apa yang dipertahankan dan diabaikan model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengajarkan evaluasi model. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: model dianggap miniatur literal. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik menyebutkan apa yang dipertahankan dan diabaikan model.

9.2.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks model atom sebagai representasi ilmiah, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom adalah konstruksi konseptual dan matematis untuk menjelaskan serta memprediksi gejala; warna, ukuran, garis lintasan, dan batas permukaan dalam gambar sering merupakan konvensi.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa satu model dianggap benar untuk semua tujuan. Variasi lain menyatakan bahwa warna orbital dianggap sifat fisik elektron. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa diagram Bohr termasuk contoh yang relevan, mengapa permukaan isodensitas orbital perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep mekanika kuantum secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan dua representasi atom yang sama, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan legenda eksplisit. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu model dianggap benar untuk semua tujuan. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan dua representasi atom yang sama.

9.2.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebutkan definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks model atom sebagai representasi ilmiah, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom adalah konstruksi konseptual dan matematis untuk menjelaskan serta memprediksi gejala; warna, ukuran, garis lintasan, dan batas permukaan dalam gambar sering merupakan konvensi.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa warna orbital dianggap sifat fisik elektron. Variasi lain menyatakan bahwa gambar dua dimensi dianggap struktur lengkap. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada permukaan isodensitas orbital. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan tujuan penggunaan model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas skala dan konvensi warna. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: warna orbital dianggap sifat fisik elektron. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan tujuan penggunaan model.

9.2.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks model atom sebagai representasi ilmiah, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom adalah konstruksi konseptual dan matematis untuk menjelaskan serta memprediksi gejala;

warna, ukuran, garis lintasan, dan batas permukaan dalam gambar sering merupakan konvensi.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta peserta didik menyebutkan apa yang dipertahankan dan diabaikan model. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa gambar dua dimensi dianggap struktur lengkap tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa model bola pejal termasuk contoh yang relevan, mengapa diagram Bohr perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep representasi ilmiah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik menyebutkan apa yang dipertahankan dan diabaikan model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengajarkan evaluasi model. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gambar dua dimensi dianggap struktur lengkap. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik menyebutkan apa yang dipertahankan dan diabaikan model.

9.2.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks model atom sebagai representasi ilmiah, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom adalah konstruksi konseptual dan matematis untuk menjelaskan serta memprediksi gejala; warna, ukuran, garis lintasan, dan batas permukaan dalam gambar sering merupakan konvensi.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan dua representasi atom yang sama. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat

keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa model dianggap miniatur literal tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa diagram Bohr termasuk contoh yang relevan, mengapa permukaan isodensitas orbital perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep mekanika kuantum secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan dua representasi atom yang sama, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan legenda eksplisit. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: model dianggap miniatur literal. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan dua representasi atom yang sama.

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

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks model atom sebagai representasi ilmiah, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom adalah konstruksi konseptual dan matematis untuk menjelaskan serta memprediksi gejala; warna, ukuran, garis lintasan, dan batas permukaan dalam gambar sering merupakan konvensi.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menanyakan tujuan penggunaan model. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa satu model dianggap benar untuk semua tujuan tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada permukaan isodensitas orbital. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa

yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan tujuan penggunaan model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas skala dan konvensi warna. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu model dianggap benar untuk semua tujuan. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan tujuan penggunaan model.

9.2.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks model atom sebagai representasi ilmiah, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom adalah konstruksi konseptual dan matematis untuk menjelaskan serta memprediksi gejala; warna, ukuran, garis lintasan, dan batas permukaan dalam gambar sering merupakan konvensi. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta peserta didik menyebutkan apa yang dipertahankan dan diabaikan model. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa warna orbital dianggap sifat fisik elektron tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa model bola pejal termasuk contoh yang relevan, mengapa diagram Bohr perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep representasi ilmiah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik menyebutkan apa yang dipertahankan dan diabaikan model, lalu menindaklanjuti respons

dengan strategi mengajarkan evaluasi model. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: warna orbital dianggap sifat fisik elektron. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik menyebutkan apa yang dipertahankan dan diabaikan model.

9.2.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks model atom sebagai representasi ilmiah, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom adalah konstruksi konseptual dan matematis untuk menjelaskan serta memprediksi gejala; warna, ukuran, garis lintasan, dan batas permukaan dalam gambar sering merupakan konvensi.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan legenda eksplisit. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa diagram Bohr termasuk contoh yang relevan, mengapa permukaan isodensitas orbital perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep mekanika kuantum secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan dua representasi atom yang sama, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan legenda eksplisit. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gambar dua dimensi dianggap struktur lengkap. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan dua representasi atom yang sama.

9.2.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks model atom sebagai representasi ilmiah, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom adalah konstruksi konseptual dan matematis untuk menjelaskan serta memprediksi gejala; warna, ukuran, garis lintasan, dan batas permukaan dalam gambar sering merupakan konvensi.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membahas skala dan konvensi warna. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada permukaan isodensitas orbital. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan tujuan penggunaan model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas skala dan konvensi warna. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: model dianggap miniatur literal. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan tujuan penggunaan model.

9.2.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks model atom sebagai representasi ilmiah, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model atom adalah konstruksi konseptual dan matematis untuk menjelaskan serta memprediksi gejala; warna, ukuran, garis lintasan, dan batas permukaan dalam gambar sering merupakan konvensi.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan

pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Remediasi dapat dirancang dengan cara mengajarkan evaluasi model. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa model bola pejal termasuk contoh yang relevan, mengapa diagram Bohr perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep representasi ilmiah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik menyebutkan apa yang dipertahankan dan diabaikan model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengajarkan evaluasi model. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu model dianggap benar untuk semua tujuan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik menyebutkan apa yang dipertahankan dan diabaikan model.

9.3 Atom sebagai Bola Pejal

Subbab ini membahas atom sebagai bola pejal sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Model bola pejal berguna untuk menjelaskan hukum kombinasi kimia pada tingkat awal, tetapi atom modern memiliki struktur internal dan distribusi probabilitas elektron.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup model Dalton, inti atom, orbital. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa atom tetap dianggap bola padat tanpa ruang dan bahwa bola pada model molekul dianggap batas fisik keras. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks model Dalton, model pengisi ruang, dan hamburan alfa dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan model sebagai tahap historis bukan ontologi akhir, menghubungkan bukti hamburan, dan menjelaskan batas permukaan probabilistik. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Model bola pejal berguna untuk menjelaskan hukum kombinasi kimia pada tingkat awal, tetapi atom modern memiliki struktur internal dan distribusi probabilitas elektron.

Pertanyaan diagnosis utama: meminta prediksi jika atom benar-benar pejal.

Remediasi awal: menggunakan model sebagai tahap historis bukan ontologi akhir.

9.3.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks atom sebagai bola pejal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model bola pejal berguna untuk menjelaskan hukum kombinasi kimia pada tingkat awal, tetapi atom modern memiliki struktur internal dan distribusi probabilitas elektron.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh model pengisi ruang dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan hamburan alfa. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan inti atom serta orbital perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa model pengisi ruang termasuk contoh yang relevan, mengapa hamburan alfa perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep inti atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan model untuk tujuan berbeda, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan bukti hamburan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ukuran bola dianggap skala nyata. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan model untuk tujuan berbeda.

9.3.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks atom sebagai bola pejal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model bola pejal berguna untuk menjelaskan hukum kombinasi kimia pada tingkat awal, tetapi atom modern memiliki struktur internal dan distribusi probabilitas elektron.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh hamburan alfa dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan model Dalton. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan orbital serta model Dalton perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa hamburan alfa termasuk contoh yang relevan, mengapa model Dalton perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep orbital secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengidentifikasi keterbatasan analogi bola, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjelaskan batas permukaan probabilistik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom dapat dibelah seperti benda makro dengan prosedur biasa. Bukti dapat diperoleh dengan mengidentifikasi keterbatasan analogi bola.

9.3.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebutkan definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks atom sebagai bola pejal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model bola pejal berguna untuk menjelaskan hukum kombinasi kimia pada tingkat awal, tetapi atom modern memiliki struktur internal dan distribusi probabilitas elektron.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh model Dalton dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan model pengisi ruang. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan model Dalton serta inti atom perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada model Dalton. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta prediksi jika atom benar-benar pejal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model sebagai tahap historis bukan ontologi akhir. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom tetap dianggap bola padat tanpa ruang. Bukti dapat diperoleh dengan meminta prediksi jika atom benar-benar pejal.

9.3.4 Model Submikroskopik

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks atom sebagai bola pejal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model bola pejal

berguna untuk menjelaskan hukum kombinasi kimia pada tingkat awal, tetapi atom modern memiliki struktur internal dan distribusi probabilitas elektron.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh model pengisi ruang dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan hamburan alfa. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan inti atom serta orbital perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada model pengisi ruang. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan model untuk tujuan berbeda, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan bukti hamburan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: bola pada model molekul dianggap batas fisik keras. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan model untuk tujuan berbeda.

9.3.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks atom sebagai bola pejal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model bola pejal berguna untuk menjelaskan hukum kombinasi kimia pada tingkat awal, tetapi atom modern memiliki struktur internal dan distribusi probabilitas elektron.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh hamburan alfa dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan model Dalton. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan,

melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan orbital serta model Dalton perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada hamburan alfa. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengidentifikasi keterbatasan analogi bola, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjelaskan batas permukaan probabilistik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ukuran bola dianggap skala nyata. Bukti dapat diperoleh dengan mengidentifikasi keterbatasan analogi bola.

9.3.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks atom sebagai bola pejal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model bola pejal berguna untuk menjelaskan hukum kombinasi kimia pada tingkat awal, tetapi atom modern memiliki struktur internal dan distribusi probabilitas elektron.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh model Dalton dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan model pengisi ruang. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan model Dalton serta inti atom perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada model Dalton. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada

entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta prediksi jika atom benar-benar pejal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model sebagai tahap historis bukan ontologi akhir. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom dapat dibelah seperti benda makro dengan prosedur biasa. Bukti dapat diperoleh dengan meminta prediksi jika atom benar-benar pejal.

9.3.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pembahasan ini perlu dimulai dari pembedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks atom sebagai bola pejal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model bola pejal berguna untuk menjelaskan hukum kombinasi kimia pada tingkat awal, tetapi atom modern memiliki struktur internal dan distribusi probabilitas elektron.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh model pengisi ruang dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan hamburan alfa. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan inti atom serta orbital perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada model pengisi ruang. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan model untuk tujuan berbeda, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan bukti

hamburan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom tetap dianggap bola padat tanpa ruang. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan model untuk tujuan berbeda.

9.3.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks atom sebagai bola pejal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model bola pejal berguna untuk menjelaskan hukum kombinasi kimia pada tingkat awal, tetapi atom modern memiliki struktur internal dan distribusi probabilitas elektron.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa bola pada model molekul dianggap batas fisik keras. Variasi lain menyatakan bahwa ukuran bola dianggap skala nyata. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa hamburan alfa termasuk contoh yang relevan, mengapa model Dalton perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep orbital secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengidentifikasi keterbatasan analogi bola, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjelaskan batas permukaan probabilistik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: bola pada model molekul dianggap batas fisik keras. Bukti dapat diperoleh dengan mengidentifikasi keterbatasan analogi bola.

9.3.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks atom sebagai bola pejal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model bola pejal berguna untuk menjelaskan hukum kombinasi kimia pada tingkat awal, tetapi atom modern memiliki struktur internal dan distribusi probabilitas elektron.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa ukuran bola dianggap skala nyata. Variasi lain menyatakan bahwa atom dapat dibelah seperti benda makro dengan prosedur biasa. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa model Dalton termasuk contoh yang relevan, mengapa model pengisi ruang perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model Dalton secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta prediksi jika atom benar-benar pejal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model sebagai tahap historis bukan ontologi akhir. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ukuran bola dianggap skala nyata. Bukti dapat diperoleh dengan meminta prediksi jika atom benar-benar pejal.

9.3.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks atom sebagai bola pejal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model bola pejal berguna untuk menjelaskan hukum kombinasi kimia pada tingkat awal, tetapi atom modern memiliki struktur internal dan distribusi probabilitas elektron.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan

perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa atom dapat dibelah seperti benda makro dengan prosedur biasa. Variasi lain menyatakan bahwa atom tetap dianggap bola padat tanpa ruang. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada model pengisi ruang. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan model untuk tujuan berbeda, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan bukti hamburan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom dapat dibelah seperti benda makro dengan prosedur biasa. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan model untuk tujuan berbeda.

9.3.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks atom sebagai bola pejal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model bola pejal berguna untuk menjelaskan hukum kombinasi kimia pada tingkat awal, tetapi atom modern memiliki struktur internal dan distribusi probabilitas elektron.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengidentifikasi keterbatasan analogi bola. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa atom tetap dianggap bola padat tanpa ruang tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan

tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa hamburan alfa termasuk contoh yang relevan, mengapa model Dalton perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep orbital secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengidentifikasi keterbatasan analogi bola, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjelaskan batas permukaan probabilistik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom tetap dianggap bola padat tanpa ruang. Bukti dapat diperoleh dengan mengidentifikasi keterbatasan analogi bola.

9.3.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks atom sebagai bola pejal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model bola pejal berguna untuk menjelaskan hukum kombinasi kimia pada tingkat awal, tetapi atom modern memiliki struktur internal dan distribusi probabilitas elektron.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta prediksi jika atom benar-benar pejal. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa bola pada model molekul dianggap batas fisik keras tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa model Dalton termasuk contoh yang relevan, mengapa model pengisi ruang perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model Dalton secara konsisten dan

tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta prediksi jika atom benar-benar pejal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model sebagai tahap historis bukan ontologi akhir. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: bola pada model molekul dianggap batas fisik keras. Bukti dapat diperoleh dengan meminta prediksi jika atom benar-benar pejal.

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

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks atom sebagai bola pejal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model bola pejal berguna untuk menjelaskan hukum kombinasi kimia pada tingkat awal, tetapi atom modern memiliki struktur internal dan distribusi probabilitas elektron.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan model untuk tujuan berbeda. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa ukuran bola dianggap skala nyata tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada model pengisi ruang. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan model untuk tujuan berbeda, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan bukti hamburan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ukuran bola dianggap skala nyata. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan model untuk tujuan berbeda.

9.3.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks atom sebagai bola pejal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model bola pejal berguna untuk menjelaskan hukum kombinasi kimia pada tingkat awal, tetapi atom modern memiliki struktur internal dan distribusi probabilitas elektron.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengidentifikasi keterbatasan analogi bola. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa atom dapat dibelah seperti benda makro dengan prosedur biasa tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa hamburan alfa termasuk contoh yang relevan, mengapa model Dalton perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep orbital secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengidentifikasi keterbatasan analogi bola, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjelaskan batas permukaan probabilistik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom dapat dibelah seperti benda makro dengan prosedur biasa. Bukti dapat diperoleh dengan mengidentifikasi keterbatasan analogi bola.

9.3.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks atom sebagai bola pejal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model bola pejal berguna untuk menjelaskan hukum kombinasi kimia pada tingkat awal, tetapi atom modern memiliki struktur internal dan distribusi probabilitas elektron.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan model sebagai tahap historis bukan ontologi akhir. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa model Dalton termasuk contoh yang relevan, mengapa model pengisi ruang perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model Dalton secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta prediksi jika atom benar-benar pejal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model sebagai tahap historis bukan ontologi akhir. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom tetap dianggap bola padat tanpa ruang. Bukti dapat diperoleh dengan meminta prediksi jika atom benar-benar pejal.

9.3.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks atom sebagai bola pejal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model bola pejal berguna untuk menjelaskan hukum kombinasi kimia pada tingkat awal, tetapi atom modern memiliki struktur internal dan distribusi probabilitas elektron.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar

istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan bukti hamburan. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada model pengisi ruang. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan model untuk tujuan berbeda, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan bukti hamburan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: bola pada model molekul dianggap batas fisik keras. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan model untuk tujuan berbeda.

9.3.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks atom sebagai bola pejal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model bola pejal berguna untuk menjelaskan hukum kombinasi kimia pada tingkat awal, tetapi atom modern memiliki struktur internal dan distribusi probabilitas elektron.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menjelaskan batas permukaan probabilistik. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada

demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa hamburan alfa termasuk contoh yang relevan, mengapa model Dalton perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep orbital secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengidentifikasi keterbatasan analogi bola, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjelaskan batas permukaan probabilistik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ukuran bola dianggap skala nyata. Bukti dapat diperoleh dengan mengidentifikasi keterbatasan analogi bola.

9.4 Inti Atom dan Ruang Kosong

Subbab ini membahas inti atom dan ruang kosong sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Sebagian besar massa atom terpusat pada inti yang sangat kecil, sedangkan wilayah elektron menempati volume atom secara probabilistik; istilah ruang kosong tidak berarti tanpa medan atau tanpa kemungkinan menemukan elektron.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup inti atom, gaya elektrostatik, skala mikroskopik. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa atom dianggap memiliki rongga kosong seperti ruangan makro dan bahwa inti digambar terlalu besar sehingga dianggap sebanding dengan atom. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks skala inti sekitar femtometer dan atom sekitar angstrom, hamburan Rutherford, dan awan elektron dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan analogi stadion dengan batasnya, menyertakan angka orde besaran, dan membedakan ruang geometri dan densitas

probabilitas. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Sebagian besar massa atom terpusat pada inti yang sangat kecil, sedangkan wilayah elektron menempati volume atom secara probabilistik; istilah ruang kosong tidak berarti tanpa medan atau tanpa kemungkinan menemukan elektron.

Pertanyaan diagnosis utama: membandingkan skala dengan rasio.

Remediasi awal: menggunakan analogi stadion dengan batasnya.

9.4.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks inti atom dan ruang kosong, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sebagian besar massa atom terpusat pada inti yang sangat kecil, sedangkan wilayah elektron menempati volume atom secara probabilistik; istilah ruang kosong tidak berarti tanpa medan atau tanpa kemungkinan menemukan elektron.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh skala inti sekitar femtometer dan atom sekitar angstrom dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan hamburan Rutherford. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan inti atom serta gaya elektrostatik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa skala inti sekitar femtometer dan atom sekitar angstrom termasuk contoh yang relevan, mengapa hamburan Rutherford perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep inti atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan skala dengan rasio, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan analogi stadion dengan batasnya. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer

juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ruang kosong dianggap tidak memiliki pengaruh apa pun. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan skala dengan rasio.

9.4.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks inti atom dan ruang kosong, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sebagian besar massa atom terpusat pada inti yang sangat kecil, sedangkan wilayah elektron menempati volume atom secara probabilistik; istilah ruang kosong tidak berarti tanpa medan atau tanpa kemungkinan menemukan elektron.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh hamburan Rutherford dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan awan elektron. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan gaya elektrostatik serta skala mikroskopik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa hamburan Rutherford termasuk contoh yang relevan, mengapa awan elektron perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep gaya elektrostatik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan gambar tidak berskala, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyertakan angka orde besaran. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom dianggap memiliki rongga kosong seperti ruangan makro. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan gambar tidak berskala.

9.4.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks inti atom dan ruang kosong, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sebagian besar massa atom terpusat pada inti yang sangat kecil, sedangkan wilayah elektron menempati volume atom secara probabilistik; istilah ruang kosong tidak berarti tanpa medan atau tanpa kemungkinan menemukan elektron.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh awan elektron dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan skala inti sekitar femtometer dan atom sekitar angstrom. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan skala mikroskopik serta inti atom perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada awan elektron. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan makna ruang kosong dalam model kuantum, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan ruang geometri dan densitas probabilitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: inti digambar terlalu besar sehingga dianggap sebanding dengan atom. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan makna ruang kosong dalam model kuantum.

9.4.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks inti atom dan ruang kosong, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sebagian besar massa atom terpusat pada inti yang sangat kecil, sedangkan wilayah elektron menempati volume

atom secara probabilistik; istilah ruang kosong tidak berarti tanpa medan atau tanpa kemungkinan menemukan elektron.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh skala inti sekitar femtometer dan atom sekitar angstrom dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan hamburan Rutherford. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan inti atom serta gaya elektrostatik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada skala inti sekitar femtometer dan atom sekitar angstrom. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan skala dengan rasio, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan analogi stadion dengan batasnya. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron mengisi ruang sebagai fluida. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan skala dengan rasio.

9.4.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks inti atom dan ruang kosong, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sebagian besar massa atom terpusat pada inti yang sangat kecil, sedangkan wilayah elektron menempati volume atom secara probabilistik; istilah ruang kosong tidak berarti tanpa medan atau tanpa kemungkinan menemukan elektron.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh hamburan Rutherford dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan awan elektron. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan gaya elektrostatik serta skala mikroskopik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada hamburan Rutherford. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan gambar tidak berskala, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyertakan angka orde besaran. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ruang kosong dianggap tidak memiliki pengaruh apa pun. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan gambar tidak berskala.

9.4.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks inti atom dan ruang kosong, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sebagian besar massa atom terpusat pada inti yang sangat kecil, sedangkan wilayah elektron menempati volume atom secara probabilistik; istilah ruang kosong tidak berarti tanpa medan atau tanpa kemungkinan menemukan elektron.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh awan elektron dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan skala inti sekitar femtometer dan atom sekitar angstrom. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan skala mikroskopik serta inti atom perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada awan elektron. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan makna ruang kosong dalam model kuantum, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan ruang geometri dan densitas probabilitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom dianggap memiliki rongga kosong seperti ruangan makro. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan makna ruang kosong dalam model kuantum.

9.4.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks inti atom dan ruang kosong, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sebagian besar massa atom terpusat pada inti yang sangat kecil, sedangkan wilayah elektron menempati volume atom secara probabilistik; istilah ruang kosong tidak berarti tanpa medan atau tanpa kemungkinan menemukan elektron.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh skala inti sekitar femtometer dan atom sekitar angstrom dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan hamburan Rutherford. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan inti atom serta gaya elektrostatik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada skala inti sekitar femtometer dan atom sekitar angstrom. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan;

misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan skala dengan rasio, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan analogi stadion dengan batasnya. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: inti digambar terlalu besar sehingga dianggap sebanding dengan atom. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan skala dengan rasio.

9.4.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks inti atom dan ruang kosong, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sebagian besar massa atom terpusat pada inti yang sangat kecil, sedangkan wilayah elektron menempati volume atom secara probabilistik; istilah ruang kosong tidak berarti tanpa medan atau tanpa kemungkinan menemukan elektron.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa elektron mengisi ruang sebagai fluida. Variasi lain menyatakan bahwa ruang kosong dianggap tidak memiliki pengaruh apa pun. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa hamburan Rutherford termasuk contoh yang relevan, mengapa awan elektron perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep gaya elektrostatik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan gambar tidak berskala, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyertakan angka orde besaran. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron mengisi ruang sebagai fluida. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan gambar tidak berskala.

9.4.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks inti atom dan ruang kosong, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sebagian besar massa atom terpusat pada inti yang sangat kecil, sedangkan wilayah elektron menempati volume atom secara probabilistik; istilah ruang kosong tidak berarti tanpa medan atau tanpa kemungkinan menemukan elektron.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa ruang kosong dianggap tidak memiliki pengaruh apa pun. Variasi lain menyatakan bahwa atom dianggap memiliki rongga kosong seperti ruangan makro. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa awan elektron termasuk contoh yang relevan, mengapa skala inti sekitar femtometer dan atom sekitar angstrom perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep skala mikroskopik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan makna ruang kosong dalam model kuantum, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan ruang geometri dan densitas probabilitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ruang kosong dianggap tidak memiliki pengaruh apa pun. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan makna ruang kosong dalam model kuantum.

9.4.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks inti atom dan ruang kosong, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sebagian besar massa atom terpusat pada inti yang sangat kecil, sedangkan wilayah elektron menempati volume atom secara probabilistik; istilah ruang kosong tidak berarti tanpa medan atau tanpa kemungkinan menemukan elektron.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa atom dianggap memiliki rongga kosong seperti ruangan makro. Variasi lain menyatakan bahwa inti digambar terlalu besar sehingga dianggap sebanding dengan atom. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada skala inti sekitar femtometer dan atom sekitar angstrom. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan skala dengan rasio, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan analogi stadion dengan batasnya. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom dianggap memiliki rongga kosong seperti ruangan makro. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan skala dengan rasio.

9.4.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks inti atom dan ruang kosong, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sebagian besar massa atom terpusat pada inti yang sangat kecil, sedangkan wilayah elektron menempati volume atom secara probabilistik; istilah ruang kosong tidak berarti tanpa medan atau tanpa

kemungkinan menemukan elektron.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menafsirkan gambar tidak berskala. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa inti digambar terlalu besar sehingga dianggap sebanding dengan atom tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa hamburan Rutherford termasuk contoh yang relevan, mengapa awan elektron perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep gaya elektrostatik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan gambar tidak berskala, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyertakan angka orde besaran. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: inti digambar terlalu besar sehingga dianggap sebanding dengan atom. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan gambar tidak berskala.

9.4.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks inti atom dan ruang kosong, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sebagian besar massa atom terpusat pada inti yang sangat kecil, sedangkan wilayah elektron menempati volume atom secara probabilistik; istilah ruang kosong tidak berarti tanpa medan atau tanpa kemungkinan menemukan elektron.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menanyakan makna ruang kosong dalam model kuantum. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan,

tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa elektron mengisi ruang sebagai fluida tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa awan elektron termasuk contoh yang relevan, mengapa skala inti sekitar femtometer dan atom sekitar angstrom perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep skala mikroskopik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan makna ruang kosong dalam model kuantum, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan ruang geometri dan densitas probabilitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron mengisi ruang sebagai fluida. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan makna ruang kosong dalam model kuantum.

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

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks inti atom dan ruang kosong, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sebagian besar massa atom terpusat pada inti yang sangat kecil, sedangkan wilayah elektron menempati volume atom secara probabilistik; istilah ruang kosong tidak berarti tanpa medan atau tanpa kemungkinan menemukan elektron.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan skala dengan rasio. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa ruang kosong dianggap tidak memiliki pengaruh apa pun tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada skala inti sekitar femtometer dan atom sekitar angstrom. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan skala dengan rasio, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan analogi stadion dengan batasnya. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ruang kosong dianggap tidak memiliki pengaruh apa pun. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan skala dengan rasio.

9.4.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks inti atom dan ruang kosong, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sebagian besar massa atom terpusat pada inti yang sangat kecil, sedangkan wilayah elektron menempati volume atom secara probabilistik; istilah ruang kosong tidak berarti tanpa medan atau tanpa kemungkinan menemukan elektron.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menafsirkan gambar tidak berskala. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa atom dianggap memiliki rongga kosong seperti ruangan makro tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa hamburan Rutherford termasuk contoh yang relevan, mengapa awan elektron perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep gaya elektrostatik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan gambar tidak berskala, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyertakan angka orde besaran. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom dianggap memiliki rongga kosong seperti ruangan makro. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan gambar tidak berskala.

9.4.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks inti atom dan ruang kosong, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sebagian besar massa atom terpusat pada inti yang sangat kecil, sedangkan wilayah elektron menempati volume atom secara probabilistik; istilah ruang kosong tidak berarti tanpa medan atau tanpa kemungkinan menemukan elektron.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membedakan ruang geometri dan densitas probabilitas. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa awan elektron termasuk contoh yang relevan, mengapa skala inti sekitar femtometer dan atom sekitar angstrom perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep skala mikroskopik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan makna ruang kosong dalam model kuantum, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan ruang geometri dan densitas probabilitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: inti digambar terlalu besar sehingga dianggap sebanding dengan atom. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan makna ruang kosong dalam model kuantum.

9.4.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebutkan definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks inti atom dan ruang kosong, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sebagian besar massa atom terpusat pada inti yang sangat kecil, sedangkan wilayah elektron menempati volume atom secara probabilistik; istilah ruang kosong tidak berarti tanpa medan atau tanpa kemungkinan menemukan elektron.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan analogi stadion dengan batasnya. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada skala inti sekitar femtometer dan atom sekitar angstrom. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan skala dengan rasio, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan analogi stadion dengan batasnya. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron mengisi ruang sebagai fluida. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan skala dengan rasio.

9.4.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks inti atom dan ruang kosong, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sebagian besar massa

atom terpusat pada inti yang sangat kecil, sedangkan wilayah elektron menempati volume atom secara probabilistik; istilah ruang kosong tidak berarti tanpa medan atau tanpa kemungkinan menemukan elektron.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menyertakan angka orde besaran. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa hamburan Rutherford termasuk contoh yang relevan, mengapa awan elektron perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep gaya elektrostatik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan gambar tidak berskala, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyertakan angka orde besaran. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ruang kosong dianggap tidak memiliki pengaruh apa pun. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan gambar tidak berskala.

9.5 Proton, Neutron, dan Elektron

Subbab ini membahas proton, neutron, dan elektron sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Proton dan neutron berada di inti, elektron berada dalam keadaan kuantum di luar inti; muatan, massa, dan perannya berbeda serta jumlahnya menentukan identitas, isotop, dan muatan ion.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup nomor atom, isotop, ion. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa elektron memiliki massa nol dan bahwa proton dan neutron identik kecuali muatan. Respons seperti

itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks atom hidrogen protium, inti helium-4, dan ion Na^+ dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan data massa relatif dan absolut, mengaitkan jumlah partikel dengan simbol nuklida, dan menghindari gambar orbit planet. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Proton dan neutron berada di inti, elektron berada dalam keadaan kuantum di luar inti; muatan, massa, dan perannya berbeda serta jumlahnya menentukan identitas, isotop, dan muatan ion.

Pertanyaan diagnosis utama: mengisi tabel muatan-massa-lokasi-peran.

Remediasi awal: menggunakan data massa relatif dan absolut.

9.5.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks proton, neutron, dan elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa proton dan neutron berada di inti, elektron berada dalam keadaan kuantum di luar inti; muatan, massa, dan perannya berbeda serta jumlahnya menentukan identitas, isotop, dan muatan ion.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh ion Na^+ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan atom hidrogen protium. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ion serta nomor atom perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ion Na^+ termasuk contoh yang relevan, mengapa atom hidrogen protium perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ion secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan atom dan isotop, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari gambar orbit planet. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron memiliki massa nol. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan atom dan isotop.

9.5.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks proton, neutron, dan elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa proton dan neutron berada di inti, elektron berada dalam keadaan kuantum di luar inti; muatan, massa, dan perannya berbeda serta jumlahnya menentukan identitas, isotop, dan muatan ion.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh atom hidrogen protium dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan inti helium-4. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan nomor atom serta isotop perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa atom hidrogen protium termasuk contoh yang relevan, mengapa inti helium-4 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep nomor atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengisi tabel muatan-massa-lokasi-peran, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data massa relatif dan absolut. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: proton dan neutron identik kecuali muatan. Bukti dapat diperoleh dengan mengisi tabel muatan-massa-lokasi-peran.

9.5.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks proton, neutron, dan elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa proton dan neutron berada di inti, elektron berada dalam keadaan kuantum di luar inti; muatan, massa, dan perannya berbeda serta jumlahnya menentukan identitas, isotop, dan muatan ion.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh inti helium-4 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ion Na^+ . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan isotop serta ion perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada inti helium-4. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan perubahan saat atom menjadi ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan jumlah partikel dengan simbol nuklida. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron tersimpan pada kulit seperti manik-manik. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan perubahan saat atom menjadi ion.

9.5.4 Model Submikroskopik

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks proton, neutron, dan elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa proton dan neutron berada di inti, elektron berada dalam keadaan kuantum di luar inti; muatan,

massa, dan perannya berbeda serta jumlahnya menentukan identitas, isotop, dan muatan ion.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh ion Na^+ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan atom hidrogen protium. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ion serta nomor atom perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ion Na^+ . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan atom dan isotop, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari gambar orbit planet. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel subatom memiliki ukuran dan massa yang sama. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan atom dan isotop.

9.5.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks proton, neutron, dan elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa proton dan neutron berada di inti, elektron berada dalam keadaan kuantum di luar inti; muatan, massa, dan perannya berbeda serta jumlahnya menentukan identitas, isotop, dan muatan ion.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh atom hidrogen protium dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan inti helium-4. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan

permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan nomor atom serta isotop perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada atom hidrogen protium. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengisi tabel muatan-massa-lokasi-peran, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data massa relatif dan absolut. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron memiliki massa nol. Bukti dapat diperoleh dengan mengisi tabel muatan-massa-lokasi-peran.

9.5.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks proton, neutron, dan elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa proton dan neutron berada di inti, elektron berada dalam keadaan kuantum di luar inti; muatan, massa, dan perannya berbeda serta jumlahnya menentukan identitas, isotop, dan muatan ion.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh inti helium-4 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ion Na^+ . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan isotop serta ion perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada inti helium-4. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada

entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan perubahan saat atom menjadi ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan jumlah partikel dengan simbol nuklida. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: proton dan neutron identik kecuali muatan. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan perubahan saat atom menjadi ion.

9.5.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks proton, neutron, dan elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa proton dan neutron berada di inti, elektron berada dalam keadaan kuantum di luar inti; muatan, massa, dan perannya berbeda serta jumlahnya menentukan identitas, isotop, dan muatan ion.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh ion Na^+ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan atom hidrogen protium. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ion serta nomor atom perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ion Na^+ . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan atom dan isotop, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari gambar orbit planet.

Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron tersimpan pada kulit seperti manik-manik. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan atom dan isotop.

9.5.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks proton, neutron, dan elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa proton dan neutron berada di inti, elektron berada dalam keadaan kuantum di luar inti; muatan, massa, dan perannya berbeda serta jumlahnya menentukan identitas, isotop, dan muatan ion.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa partikel subatom memiliki ukuran dan massa yang sama. Variasi lain menyatakan bahwa elektron memiliki massa nol. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa atom hidrogen protium termasuk contoh yang relevan, mengapa inti helium-4 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep nomor atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengisi tabel muatan-massa-lokasi-peran, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data massa relatif dan absolut. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel subatom memiliki ukuran dan massa yang sama. Bukti dapat diperoleh dengan mengisi tabel muatan-massa-lokasi-peran.

9.5.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks proton, neutron, dan elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa proton dan neutron berada di inti, elektron berada dalam keadaan kuantum di luar inti; muatan, massa, dan perannya berbeda serta jumlahnya menentukan identitas, isotop, dan muatan ion.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa elektron memiliki massa nol. Variasi lain menyatakan bahwa proton dan neutron identik kecuali muatan. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa inti helium-4 termasuk contoh yang relevan, mengapa ion Na^+ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep isotop secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan perubahan saat atom menjadi ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan jumlah partikel dengan simbol nuklida. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron memiliki massa nol. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan perubahan saat atom menjadi ion.

9.5.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks proton, neutron, dan elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa proton dan neutron berada di inti, elektron berada dalam keadaan kuantum di luar inti; muatan, massa, dan perannya berbeda serta jumlahnya menentukan identitas, isotop, dan muatan ion.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi,

skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa proton dan neutron identik kecuali muatan. Variasi lain menyatakan bahwa elektron tersimpan pada kulit seperti manik-manik. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ion Na^+ . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan atom dan isotop, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari gambar orbit planet. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: proton dan neutron identik kecuali muatan. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan atom dan isotop.

9.5.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks proton, neutron, dan elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa proton dan neutron berada di inti, elektron berada dalam keadaan kuantum di luar inti; muatan, massa, dan perannya berbeda serta jumlahnya menentukan identitas, isotop, dan muatan ion.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengisi tabel muatan-massa-lokasi-peran. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa elektron tersimpan pada kulit seperti manik-manik tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks.

Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa atom hidrogen protium termasuk contoh yang relevan, mengapa inti helium-4 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep nomor atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengisi tabel muatan-massa-lokasi-peran, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data massa relatif dan absolut. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron tersimpan pada kulit seperti manik-manik. Bukti dapat diperoleh dengan mengisi tabel muatan-massa-lokasi-peran.

9.5.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks proton, neutron, dan elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa proton dan neutron berada di inti, elektron berada dalam keadaan kuantum di luar inti; muatan, massa, dan perannya berbeda serta jumlahnya menentukan identitas, isotop, dan muatan ion.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menjelaskan perubahan saat atom menjadi ion. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa partikel subatom memiliki ukuran dan massa yang sama tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa inti helium-4 termasuk contoh yang relevan, mengapa ion Na^+ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep isotop secara konsisten dan tidak menggantinya dengan

slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan perubahan saat atom menjadi ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan jumlah partikel dengan simbol nuklida. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel subatom memiliki ukuran dan massa yang sama. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan perubahan saat atom menjadi ion.

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

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks proton, neutron, dan elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa proton dan neutron berada di inti, elektron berada dalam keadaan kuantum di luar inti; muatan, massa, dan perannya berbeda serta jumlahnya menentukan identitas, isotop, dan muatan ion.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan atom dan isotop. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa elektron memiliki massa nol tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ion Na^+ . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan atom dan isotop, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari gambar orbit planet. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron memiliki massa nol. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan atom dan isotop.

9.5.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks proton, neutron, dan elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa proton dan neutron berada di inti, elektron berada dalam keadaan kuantum di luar inti; muatan, massa, dan perannya berbeda serta jumlahnya menentukan identitas, isotop, dan muatan ion.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengisi tabel muatan-massa-lokasi-peran. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa proton dan neutron identik kecuali muatan tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa atom hidrogen protium termasuk contoh yang relevan, mengapa inti helium-4 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep nomor atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengisi tabel muatan-massa-lokasi-peran, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data massa relatif dan absolut. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: proton dan neutron identik kecuali muatan. Bukti dapat diperoleh dengan mengisi tabel muatan-massa-lokasi-peran.

9.5.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks proton, neutron, dan elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa proton dan neutron berada di inti, elektron berada dalam keadaan kuantum di luar inti; muatan, massa, dan perannya berbeda serta jumlahnya menentukan identitas, isotop, dan muatan ion.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Remediasi dapat dirancang dengan cara mengaitkan jumlah partikel dengan simbol nuklida. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa inti helium-4 termasuk contoh yang relevan, mengapa ion Na^+ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep isotop secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan perubahan saat atom menjadi ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan jumlah partikel dengan simbol nuklida. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron tersimpan pada kulit seperti manik-manik. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan perubahan saat atom menjadi ion.

9.5.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks proton, neutron, dan elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa proton dan neutron berada di inti, elektron berada dalam keadaan kuantum di luar inti; muatan, massa, dan perannya berbeda serta jumlahnya menentukan identitas, isotop, dan muatan ion.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar

istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghindari gambar orbit planet. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ion Na^+ . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan atom dan isotop, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari gambar orbit planet. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel subatom memiliki ukuran dan massa yang sama. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan atom dan isotop.

9.5.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks proton, neutron, dan elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa proton dan neutron berada di inti, elektron berada dalam keadaan kuantum di luar inti; muatan, massa, dan perannya berbeda serta jumlahnya menentukan identitas, isotop, dan muatan ion.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan data massa relatif dan absolut. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada

demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa atom hidrogen protium termasuk contoh yang relevan, mengapa inti helium-4 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep nomor atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengisi tabel muatan-massa-lokasi-peran, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data massa relatif dan absolut. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron memiliki massa nol. Bukti dapat diperoleh dengan mengisi tabel muatan-massa-lokasi-peran.

9.6 Nomor Atom dan Nomor Massa

Subbab ini membahas nomor atom dan nomor massa sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Nomor atom Z adalah jumlah proton dan menentukan identitas unsur; nomor massa A adalah jumlah proton plus neutron untuk satu nuklida, bukan massa rata-rata atom unsur.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup isotop, massa atom relatif, simbol nuklida. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa nomor massa dianggap sama dengan massa atom relatif dan bahwa nomor atom dianggap jumlah semua partikel. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks ^{23}Na dengan Z 11 dan A 23, ^{35}Cl dan ^{37}Cl , dan ion $^{24}\text{Mg}^{2+}$ dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan matriks simbol-partikel, latihan kebalikan dari data ke simbol, dan menjelaskan satuan dan jenis besaran. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda,

dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Nomor atom Z adalah jumlah proton dan menentukan identitas unsur; nomor massa A adalah jumlah proton plus neutron untuk satu nuklida, bukan massa rata-rata atom unsur.

Pertanyaan diagnosis utama: menentukan p , n , e dari simbol nuklida.

Remediasi awal: menggunakan matriks simbol-partikel.

9.6.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks nomor atom dan nomor massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa nomor atom Z adalah jumlah proton dan menentukan identitas unsur; nomor massa A adalah jumlah proton plus neutron untuk satu nuklida, bukan massa rata-rata atom unsur.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh ^{35}Cl dan ^{37}Cl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ion $^{24}\text{Mg}^{2+}$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan massa atom relatif serta simbol nuklida perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ^{35}Cl dan ^{37}Cl termasuk contoh yang relevan, mengapa ion $^{24}\text{Mg}^{2+}$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep massa atom relatif secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan bilangan bulat A dan nilai relatif A_r , lalu menindaklanjuti respons dengan strategi latihan kebalikan dari data ke simbol. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nomor atom dianggap jumlah semua partikel. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan bilangan bulat A dan nilai relatif A_r .

9.6.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks nomor atom dan nomor massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa nomor atom Z adalah jumlah proton dan menentukan identitas unsur; nomor massa A adalah jumlah proton plus neutron untuk satu nuklida, bukan massa rata-rata atom unsur.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh ion $^{24}\text{Mg}^{2+}$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ^{23}Na dengan Z 11 dan A 23. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan simbol nuklida serta isotop perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ion $^{24}\text{Mg}^{2+}$ termasuk contoh yang relevan, mengapa ^{23}Na dengan Z 11 dan A 23 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep simbol nuklida secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji perubahan partikel satu per satu, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjelaskan satuan dan jenis besaran. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perubahan neutron dianggap mengubah unsur. Bukti dapat diperoleh dengan menguji perubahan partikel satu per satu.

9.6.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks nomor atom dan nomor massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa nomor atom Z adalah jumlah proton dan menentukan identitas unsur; nomor massa A adalah jumlah proton plus

neutron untuk satu nuklida, bukan massa rata-rata atom unsur.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh ^{23}Na dengan Z 11 dan A 23 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ^{35}Cl dan ^{37}Cl . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan isotop serta massa atom relatif perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ^{23}Na dengan Z 11 dan A 23. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan p , n , e dari simbol nuklida, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan matriks simbol-partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron dimasukkan dalam nomor massa. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan p , n , e dari simbol nuklida.

9.6.4 Model Submikroskopik

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks nomor atom dan nomor massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa nomor atom Z adalah jumlah proton dan menentukan identitas unsur; nomor massa A adalah jumlah proton plus neutron untuk satu nuklida, bukan massa rata-rata atom unsur.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh ^{35}Cl dan ^{37}Cl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ion $^{24}\text{Mg}^{2+}$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan,

melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan massa atom relatif serta simbol nuklida perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ^{35}Cl dan ^{37}Cl . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan bilangan bulat A dan nilai relatif A_r , lalu menindaklanjuti respons dengan strategi latihan kebalikan dari data ke simbol. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nomor massa dianggap sama dengan massa atom relatif. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan bilangan bulat A dan nilai relatif A_r .

9.6.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks nomor atom dan nomor massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa nomor atom Z adalah jumlah proton dan menentukan identitas unsur; nomor massa A adalah jumlah proton plus neutron untuk satu nuklida, bukan massa rata-rata atom unsur.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh ion $^{24}\text{Mg}^{2+}$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ^{23}Na dengan Z 11 dan A 23. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan simbol nuklida serta isotop perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ion 24Mg^{2+} . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji perubahan partikel satu per satu, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjelaskan satuan dan jenis besaran. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nomor atom dianggap jumlah semua partikel. Bukti dapat diperoleh dengan menguji perubahan partikel satu per satu.

9.6.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks nomor atom dan nomor massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa nomor atom Z adalah jumlah proton dan menentukan identitas unsur; nomor massa A adalah jumlah proton plus neutron untuk satu nuklida, bukan massa rata-rata atom unsur.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh ^{23}Na dengan Z 11 dan A 23 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ^{35}Cl dan ^{37}Cl . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan isotop serta massa atom relatif perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ^{23}Na dengan Z 11 dan A 23. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan p , n , e dari simbol nuklida, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan matriks simbol-partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perubahan neutron dianggap mengubah unsur. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan p , n , e dari simbol nuklida.

9.6.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks nomor atom dan nomor massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa nomor atom Z adalah jumlah proton dan menentukan identitas unsur; nomor massa A adalah jumlah proton plus neutron untuk satu nuklida, bukan massa rata-rata atom unsur.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh ^{35}Cl dan ^{37}Cl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ion $^{24}\text{Mg}^{2+}$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan massa atom relatif serta simbol nuklida perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ^{35}Cl dan ^{37}Cl . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan bilangan bulat A dan nilai relatif A_r , lalu menindaklanjuti respons dengan strategi latihan kebalikan dari data ke simbol. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron dimasukkan dalam nomor massa. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan bilangan bulat A dan nilai relatif Ar.

9.6.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks nomor atom dan nomor massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa nomor atom Z adalah jumlah proton dan menentukan identitas unsur; nomor massa A adalah jumlah proton plus neutron untuk satu nuklida, bukan massa rata-rata atom unsur.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa nomor massa dianggap sama dengan massa atom relatif. Variasi lain menyatakan bahwa nomor atom dianggap jumlah semua partikel. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ion $^{24}\text{Mg}^{2+}$ termasuk contoh yang relevan, mengapa ^{23}Na dengan Z 11 dan A 23 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep simbol nuklida secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji perubahan partikel satu per satu, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjelaskan satuan dan jenis besaran. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nomor massa dianggap sama dengan massa atom relatif. Bukti dapat diperoleh dengan menguji perubahan partikel satu per satu.

9.6.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks nomor atom dan nomor massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa nomor atom Z adalah jumlah proton dan menentukan identitas unsur; nomor massa A adalah jumlah proton plus neutron untuk satu nuklida, bukan massa rata-rata atom unsur.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk

membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa nomor atom dianggap jumlah semua partikel. Variasi lain menyatakan bahwa perubahan neutron dianggap mengubah unsur. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ^{23}Na dengan Z 11 dan A 23 termasuk contoh yang relevan, mengapa ^{35}Cl dan ^{37}Cl perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep isotop secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan p , n , e dari simbol nuklida, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan matriks simbol-partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nomor atom dianggap jumlah semua partikel. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan p , n , e dari simbol nuklida.

9.6.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks nomor atom dan nomor massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa nomor atom Z adalah jumlah proton dan menentukan identitas unsur; nomor massa A adalah jumlah proton plus neutron untuk satu nuklida, bukan massa rata-rata atom unsur.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa perubahan neutron dianggap mengubah unsur. Variasi lain menyatakan bahwa elektron dimasukkan dalam nomor massa. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar

domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ^{35}Cl dan ^{37}Cl . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan bilangan bulat A dan nilai relatif A_r , lalu menindaklanjuti respons dengan strategi latihan kebalikan dari data ke simbol. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perubahan neutron dianggap mengubah unsur. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan bilangan bulat A dan nilai relatif A_r .

9.6.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks nomor atom dan nomor massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa nomor atom Z adalah jumlah proton dan menentukan identitas unsur; nomor massa A adalah jumlah proton plus neutron untuk satu nuklida, bukan massa rata-rata atom unsur.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menguji perubahan partikel satu per satu. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa elektron dimasukkan dalam nomor massa tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ion $^{24}\text{Mg}^{2+}$ termasuk contoh yang relevan, mengapa ^{23}Na dengan Z 11 dan A 23 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep simbol nuklida secara konsisten dan

tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji perubahan partikel satu per satu, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjelaskan satuan dan jenis besaran. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron dimasukkan dalam nomor massa. Bukti dapat diperoleh dengan menguji perubahan partikel satu per satu.

9.6.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks nomor atom dan nomor massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa nomor atom Z adalah jumlah proton dan menentukan identitas unsur; nomor massa A adalah jumlah proton plus neutron untuk satu nuklida, bukan massa rata-rata atom unsur.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menentukan p , n , e dari simbol nuklida. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa nomor massa dianggap sama dengan massa atom relatif tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ^{23}Na dengan Z 11 dan A 23 termasuk contoh yang relevan, mengapa ^{35}Cl dan ^{37}Cl perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep isotop secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan p , n , e dari simbol nuklida, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan matriks simbol-partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nomor massa dianggap sama dengan massa atom relatif. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan p , n , e dari simbol nuklida.

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

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks nomor atom dan nomor massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa nomor atom Z adalah jumlah proton dan menentukan identitas unsur; nomor massa A adalah jumlah proton plus neutron untuk satu nuklida, bukan massa rata-rata atom unsur.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan bilangan bulat A dan nilai relatif A_r . Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa nomor atom dianggap jumlah semua partikel tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ^{35}Cl dan ^{37}Cl . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan bilangan bulat A dan nilai relatif A_r , lalu menindaklanjuti respons dengan strategi latihan kebalikan dari data ke simbol. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nomor atom dianggap jumlah semua partikel. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan bilangan bulat A dan nilai relatif A_r .

9.6.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks nomor atom dan nomor massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa nomor atom Z adalah jumlah proton dan menentukan identitas unsur; nomor massa A adalah jumlah proton plus neutron untuk satu nuklida, bukan massa rata-rata atom unsur.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menguji perubahan partikel satu per satu. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa perubahan neutron dianggap mengubah unsur tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ion $^{24}\text{Mg}^{2+}$ termasuk contoh yang relevan, mengapa ^{23}Na dengan Z 11 dan A 23 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep simbol nuklida secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji perubahan partikel satu per satu, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjelaskan satuan dan jenis besaran. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perubahan neutron dianggap mengubah unsur. Bukti dapat diperoleh dengan menguji perubahan partikel satu per satu.

9.6.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks nomor atom dan nomor massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa nomor atom Z adalah jumlah proton dan menentukan identitas unsur; nomor massa A adalah jumlah proton plus neutron untuk satu nuklida, bukan massa rata-rata atom unsur.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan,

dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan matriks simbol-partikel. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ^{23}Na dengan Z 11 dan A 23 termasuk contoh yang relevan, mengapa ^{35}Cl dan ^{37}Cl perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep isotop secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan p , n , e dari simbol nuklida, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan matriks simbol-partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron dimasukkan dalam nomor massa. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan p , n , e dari simbol nuklida.

9.6.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pembahasan ini perlu dimulai dari pembedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks nomor atom dan nomor massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa nomor atom Z adalah jumlah proton dan menentukan identitas unsur; nomor massa A adalah jumlah proton plus neutron untuk satu nuklida, bukan massa rata-rata atom unsur.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Remediasi dapat dirancang dengan cara latihan kebalikan dari data ke simbol. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ^{35}Cl dan ^{37}Cl . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan bilangan bulat A dan nilai relatif A_r , lalu menindaklanjuti respons dengan strategi latihan kebalikan dari data ke simbol. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nomor massa dianggap sama dengan massa atom relatif. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan bilangan bulat A dan nilai relatif A_r .

9.6.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks nomor atom dan nomor massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa nomor atom Z adalah jumlah proton dan menentukan identitas unsur; nomor massa A adalah jumlah proton plus neutron untuk satu nuklida, bukan massa rata-rata atom unsur.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menjelaskan satuan dan jenis besaran. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ion $^{24}\text{Mg}^{2+}$ termasuk contoh yang relevan, mengapa ^{23}Na dengan Z 11 dan A 23 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep simbol nuklida secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji perubahan partikel satu per satu, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjelaskan satuan dan jenis besaran. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nomor atom dianggap jumlah semua partikel. Bukti dapat diperoleh dengan menguji perubahan partikel satu per satu.

9.7 Atom Netral dan Ion

Subbab ini membahas atom netral dan ion sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Atom netral memiliki jumlah proton dan elektron sama; ion terbentuk melalui perubahan jumlah elektron, sedangkan inti dan identitas unsur tetap pada proses kimia biasa.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup ikatan ion, konfigurasi elektron, elektron valensi. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa kation terbentuk dengan menerima proton dan bahwa anion memiliki lebih banyak proton. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks Na menjadi Na^+ dengan kehilangan elektron, Cl menjadi Cl^- , dan Ca^{2+} dan O^{2-} dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan neraca muatan, mengaitkan ion dengan konfigurasi elektron, dan menekankan inti tidak berubah. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Atom netral memiliki jumlah proton dan elektron sama; ion terbentuk melalui perubahan jumlah elektron, sedangkan inti dan identitas unsur tetap pada proses kimia biasa.

Pertanyaan diagnosis utama: menelusuri jumlah p, n, e sebelum-sesudah.

Remediasi awal: menggunakan neraca muatan.

9.7.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks atom netral dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom netral memiliki jumlah proton dan elektron sama; ion terbentuk melalui perubahan jumlah elektron, sedangkan inti dan identitas unsur tetap pada proses kimia biasa.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh Na menjadi Na^+ dengan kehilangan elektron dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Cl menjadi Cl^- . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ikatan ion serta konfigurasi elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Na menjadi Na^+ dengan kehilangan elektron termasuk contoh yang relevan, mengapa Cl menjadi Cl^- perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan ion secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menelusuri jumlah p, n, e sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan neraca muatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ion dianggap atom yang tidak stabil dan segera hilang. Bukti dapat diperoleh dengan menelusuri jumlah p, n, e sebelum-sesudah.

9.7.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks atom netral dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom netral memiliki jumlah proton dan elektron sama; ion terbentuk melalui perubahan jumlah elektron, sedangkan inti dan identitas unsur tetap pada proses kimia biasa.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan

perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh Cl menjadi Cl⁻ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Ca²⁺ dan O²⁻. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konfigurasi elektron serta elektron valensi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Cl menjadi Cl⁻ termasuk contoh yang relevan, mengapa Ca²⁺ dan O²⁻ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar elektron valensi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan ion dengan konfigurasi elektron. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: muatan ditentukan oleh neutron. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar elektron valensi.

9.7.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks atom netral dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom netral memiliki jumlah proton dan elektron sama; ion terbentuk melalui perubahan jumlah elektron, sedangkan inti dan identitas unsur tetap pada proses kimia biasa.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh Ca²⁺ dan O²⁻ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Na menjadi Na⁺ dengan kehilangan elektron. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan elektron valensi serta ikatan ion perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke

gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Ca^{2+} dan O_2^- . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan proses kimia dan nuklir, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan inti tidak berubah. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kation terbentuk dengan menerima proton. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan proses kimia dan nuklir.

9.7.4 Model Submikroskopik

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks atom netral dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom netral memiliki jumlah proton dan elektron sama; ion terbentuk melalui perubahan jumlah elektron, sedangkan inti dan identitas unsur tetap pada proses kimia biasa.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh Na menjadi Na^+ dengan kehilangan elektron dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Cl menjadi Cl^- . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ikatan ion serta konfigurasi elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Na menjadi Na^+ dengan kehilangan elektron. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan;

misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menelusuri jumlah p , n , e sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan neraca muatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: anion memiliki lebih banyak proton. Bukti dapat diperoleh dengan menelusuri jumlah p , n , e sebelum-sesudah.

9.7.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks atom netral dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom netral memiliki jumlah proton dan elektron sama; ion terbentuk melalui perubahan jumlah elektron, sedangkan inti dan identitas unsur tetap pada proses kimia biasa.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh Cl menjadi Cl^- dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Ca^{2+} dan O^{2-} . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konfigurasi elektron serta elektron valensi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Cl menjadi Cl^- . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar elektron valensi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan ion dengan konfigurasi elektron. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan

konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ion dianggap atom yang tidak stabil dan segera hilang. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar elektron valensi.

9.7.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks atom netral dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom netral memiliki jumlah proton dan elektron sama; ion terbentuk melalui perubahan jumlah elektron, sedangkan inti dan identitas unsur tetap pada proses kimia biasa.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh Ca^{2+} dan O^{2-} dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Na menjadi Na^+ dengan kehilangan elektron. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan elektron valensi serta ikatan ion perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Ca^{2+} dan O^{2-} . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan proses kimia dan nuklir, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan inti tidak berubah. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: muatan ditentukan oleh neutron. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan proses kimia dan nuklir.

9.7.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks atom netral dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom netral memiliki jumlah proton dan elektron sama; ion terbentuk melalui perubahan jumlah elektron, sedangkan inti dan identitas unsur tetap pada proses kimia biasa.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh Na menjadi Na^+ dengan kehilangan elektron dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Cl menjadi Cl^- . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ikatan ion serta konfigurasi elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Na menjadi Na^+ dengan kehilangan elektron. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menelusuri jumlah p, n, e sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan neraca muatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kation terbentuk dengan menerima proton. Bukti dapat diperoleh dengan menelusuri jumlah p, n, e sebelum-sesudah.

9.7.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks atom netral dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom netral memiliki jumlah proton dan elektron sama; ion terbentuk melalui perubahan jumlah elektron, sedangkan inti dan identitas unsur tetap pada proses kimia biasa.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi.

Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa anion memiliki lebih banyak proton. Variasi lain menyatakan bahwa ion dianggap atom yang tidak stabil dan segera hilang. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Cl menjadi Cl^- termasuk contoh yang relevan, mengapa Ca^{2+} dan O^{2-} perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar elektron valensi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan ion dengan konfigurasi elektron. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: anion memiliki lebih banyak proton. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar elektron valensi.

9.7.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks atom netral dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom netral memiliki jumlah proton dan elektron sama; ion terbentuk melalui perubahan jumlah elektron, sedangkan inti dan identitas unsur tetap pada proses kimia biasa.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa ion dianggap atom yang tidak stabil dan segera hilang. Variasi lain menyatakan bahwa muatan ditentukan oleh neutron. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar

domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Ca^{2+} dan O^{2-} termasuk contoh yang relevan, mengapa Na menjadi Na^+ dengan kehilangan elektron perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep elektron valensi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan proses kimia dan nuklir, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan inti tidak berubah. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ion dianggap atom yang tidak stabil dan segera hilang. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan proses kimia dan nuklir.

9.7.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks atom netral dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom netral memiliki jumlah proton dan elektron sama; ion terbentuk melalui perubahan jumlah elektron, sedangkan inti dan identitas unsur tetap pada proses kimia biasa.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa muatan ditentukan oleh neutron. Variasi lain menyatakan bahwa kation terbentuk dengan menerima proton. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Na menjadi Na^+ dengan kehilangan elektron. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan;

misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menelusuri jumlah p , n , e sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan neraca muatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: muatan ditentukan oleh neutron. Bukti dapat diperoleh dengan menelusuri jumlah p , n , e sebelum-sesudah.

9.7.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks atom netral dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom netral memiliki jumlah proton dan elektron sama; ion terbentuk melalui perubahan jumlah elektron, sedangkan inti dan identitas unsur tetap pada proses kimia biasa.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggambar elektron valensi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa kation terbentuk dengan menerima proton tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Cl menjadi Cl^- termasuk contoh yang relevan, mengapa Ca^{2+} dan O^{2-} perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar elektron valensi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan ion dengan konfigurasi elektron. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kation terbentuk dengan menerima proton. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar elektron valensi.

9.7.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks atom netral dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom netral memiliki jumlah proton dan elektron sama; ion terbentuk melalui perubahan jumlah elektron, sedangkan inti dan identitas unsur tetap pada proses kimia biasa.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan proses kimia dan nuklir. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa anion memiliki lebih banyak proton tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Ca^{2+} dan O^{2-} termasuk contoh yang relevan, mengapa Na menjadi Na^+ dengan kehilangan elektron perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep elektron valensi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan proses kimia dan nuklir, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan inti tidak berubah. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: anion memiliki lebih banyak proton. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan proses kimia dan nuklir.

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

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks atom netral dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom netral memiliki jumlah proton dan elektron sama; ion terbentuk melalui perubahan jumlah elektron, sedangkan inti dan identitas unsur tetap pada proses kimia biasa.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menelusuri jumlah p, n, e sebelum-sesudah. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa ion dianggap atom yang tidak stabil dan segera hilang tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Na menjadi Na^+ dengan kehilangan elektron. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menelusuri jumlah p, n, e sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan neraca muatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ion dianggap atom yang tidak stabil dan segera hilang. Bukti dapat diperoleh dengan menelusuri jumlah p, n, e sebelum-sesudah.

9.7.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks atom netral dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom netral memiliki jumlah proton dan elektron sama; ion terbentuk melalui perubahan jumlah elektron, sedangkan inti dan identitas unsur tetap pada proses kimia biasa.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu

menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggambar elektron valensi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa muatan ditentukan oleh neutron tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Cl menjadi Cl⁻ termasuk contoh yang relevan, mengapa Ca²⁺ dan O²⁻ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar elektron valensi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan ion dengan konfigurasi elektron. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: muatan ditentukan oleh neutron. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar elektron valensi.

9.7.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks atom netral dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom netral memiliki jumlah proton dan elektron sama; ion terbentuk melalui perubahan jumlah elektron, sedangkan inti dan identitas unsur tetap pada proses kimia biasa.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menekankan inti tidak berubah. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Ca^{2+} dan O^{2-} termasuk contoh yang relevan, mengapa Na menjadi Na^+ dengan kehilangan elektron perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep elektron valensi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan proses kimia dan nuklir, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan inti tidak berubah. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kation terbentuk dengan menerima proton. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan proses kimia dan nuklir.

9.7.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks atom netral dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom netral memiliki jumlah proton dan elektron sama; ion terbentuk melalui perubahan jumlah elektron, sedangkan inti dan identitas unsur tetap pada proses kimia biasa. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan neraca muatan. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Na menjadi Na^+ dengan kehilangan elektron. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menelusuri jumlah p, n, e sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan neraca muatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: anion memiliki lebih banyak proton. Bukti dapat diperoleh dengan menelusuri jumlah p, n, e sebelum-sesudah.

9.7.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks atom netral dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa atom netral memiliki jumlah proton dan elektron sama; ion terbentuk melalui perubahan jumlah elektron, sedangkan inti dan identitas unsur tetap pada proses kimia biasa.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Remediasi dapat dirancang dengan cara mengaitkan ion dengan konfigurasi elektron. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Cl menjadi Cl⁻ termasuk contoh yang relevan, mengapa Ca²⁺ dan O²⁻ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar elektron valensi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan ion dengan konfigurasi elektron. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ion dianggap atom yang tidak stabil dan segera hilang. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar elektron valensi.

9.8 Isotop, Isobar, dan Isoton

Subbab ini membahas isotop, isobar, dan isoton sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Isotop memiliki Z sama dan neutron berbeda; isobar memiliki A sama dan Z berbeda; isoton memiliki jumlah neutron sama. Kategori ini relasional antar-nuklida.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup nomor atom, massa atom relatif, nuklida. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa isotop dianggap unsur berbeda dan bahwa semua isotop memiliki kelimpahan sama. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks ^{12}C dan ^{13}C , ^{40}Ar dan ^{40}Ca , dan ^{14}C dan ^{15}N sebagai isoton tertentu dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan diagram Venn relasional, menghubungkan isotop dengan Ar, dan membedakan sifat kimia dan nuklir. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Isotop memiliki Z sama dan neutron berbeda; isobar memiliki A sama dan Z berbeda; isoton memiliki jumlah neutron sama. Kategori ini relasional antar-nuklida.

Pertanyaan diagnosis utama: mengelompokkan kartu nuklida.

Remediasi awal: menggunakan diagram Venn relasional.

9.8.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks isotop, isobar, dan isoton, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa isotop memiliki Z sama dan neutron berbeda; isobar memiliki A sama dan Z berbeda; isoton memiliki jumlah neutron sama. Kategori ini relasional antar-nuklida.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh ^{14}C dan ^{15}N sebagai isoton tertentu dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ^{12}C dan ^{13}C . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan nuklida serta nomor atom perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ^{14}C dan ^{15}N sebagai isoton tertentu termasuk contoh yang relevan, mengapa ^{12}C dan ^{13}C perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep nuklida secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan dasar kesamaan dan perbedaan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan sifat kimia dan nuklir. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: sifat kimia isotop dianggap sepenuhnya berbeda. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan dasar kesamaan dan perbedaan.

9.8.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks isotop, isobar, dan isoton, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa isotop memiliki Z sama dan neutron berbeda; isobar memiliki A sama dan Z berbeda; isoton memiliki jumlah neutron sama. Kategori ini relasional antar-nuklida.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh ^{12}C dan ^{13}C dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ^{40}Ar dan ^{40}Ca . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan nomor atom serta massa atom relatif perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ^{12}C dan ^{13}C termasuk contoh yang relevan, mengapa ^{40}Ar dan ^{40}Ca perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep nomor atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengelompokkan kartu nuklida, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram Venn relasional. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: isotop dianggap unsur berbeda. Bukti dapat diperoleh dengan mengelompokkan kartu nuklida.

9.8.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks isotop, isobar, dan isoton, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa isotop memiliki Z sama dan neutron berbeda; isobar memiliki A sama dan Z berbeda; isoton memiliki jumlah neutron sama. Kategori ini relasional antar-nuklida.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh ^{40}Ar dan ^{40}Ca dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ^{14}C dan ^{15}N sebagai isoton tertentu. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan massa atom relatif serta nuklida perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ^{40}Ar dan ^{40}Ca . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung Z , A , N , lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan isotop dengan Ar . Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua isotop memiliki kelimpahan sama. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung Z , A , N .

9.8.4 Model Submikroskopik

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks isotop, isobar, dan isoton, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa isotop memiliki Z sama dan neutron berbeda; isobar memiliki A sama dan Z berbeda; isoton memiliki jumlah neutron sama. Kategori ini relasional antar-nuklida.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh ^{14}C dan ^{15}N sebagai isoton tertentu dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ^{12}C dan ^{13}C . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan nuklida serta nomor atom perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ^{14}C dan ^{15}N sebagai isoton tertentu. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan dasar kesamaan dan perbedaan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan sifat kimia dan nuklir. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: isobar dianggap isotop. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan dasar kesamaan dan perbedaan.

9.8.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks isotop, isobar, dan isoton, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa isotop memiliki Z sama dan neutron berbeda; isobar memiliki A sama dan Z berbeda; isoton memiliki jumlah neutron sama. Kategori ini relasional antar-nuklida.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh ^{12}C dan ^{13}C dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ^{40}Ar dan ^{40}Ca . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan nomor atom serta massa atom relatif perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ^{12}C dan ^{13}C . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengelompokkan kartu nuklida, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram Venn relasional. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: sifat kimia isotop dianggap sepenuhnya berbeda. Bukti dapat diperoleh dengan mengelompokkan kartu nuklida.

9.8.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks isotop, isobar, dan isoton, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa isotop memiliki Z sama dan neutron berbeda; isobar memiliki A sama dan Z berbeda; isoton memiliki jumlah neutron

sama. Kategori ini relasional antar-nuklida.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh ^{40}Ar dan ^{40}Ca dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ^{14}C dan ^{15}N sebagai isoton tertentu. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan massa atom relatif serta nuklida perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ^{40}Ar dan ^{40}Ca . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung Z , A , N , lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan isotop dengan Ar . Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: isotop dianggap unsur berbeda. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung Z , A , N .

9.8.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pembahasan ini perlu dimulai dari pembedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks isotop, isobar, dan isoton, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa isotop memiliki Z sama dan neutron berbeda; isobar memiliki A sama dan Z berbeda; isoton memiliki jumlah neutron sama. Kategori ini relasional antar-nuklida.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh ^{14}C dan ^{15}N sebagai isoton tertentu dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ^{12}C dan ^{13}C . Perbandingan itu bukan sekadar mencari

persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan nuklida serta nomor atom perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ^{14}C dan ^{15}N sebagai isoton tertentu. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan dasar kesamaan dan perbedaan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan sifat kimia dan nuklir. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua isotop memiliki kelimpahan sama. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan dasar kesamaan dan perbedaan.

9.8.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks isotop, isobar, dan isoton, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa isotop memiliki Z sama dan neutron berbeda; isobar memiliki A sama dan Z berbeda; isoton memiliki jumlah neutron sama. Kategori ini relasional antar-nuklida. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa isobar dianggap isotop. Variasi lain menyatakan bahwa sifat kimia isotop dianggap sepenuhnya berbeda. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ^{12}C dan ^{13}C termasuk contoh yang relevan, mengapa ^{40}Ar dan ^{40}Ca perlu

diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep nomor atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengelompokkan kartu nuklida, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram Venn relasional. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: isobar dianggap isotop. Bukti dapat diperoleh dengan mengelompokkan kartu nuklida.

9.8.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks isotop, isobar, dan isoton, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa isotop memiliki Z sama dan neutron berbeda; isobar memiliki A sama dan Z berbeda; isoton memiliki jumlah neutron sama. Kategori ini relasional antar-nuklida.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa sifat kimia isotop dianggap sepenuhnya berbeda. Variasi lain menyatakan bahwa isotop dianggap unsur berbeda. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ^{40}Ar dan ^{40}Ca termasuk contoh yang relevan, mengapa ^{14}C dan ^{15}N sebagai isoton tertentu perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep massa atom relatif secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung Z , A , N , lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan isotop dengan Ar . Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila

alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: sifat kimia isotop dianggap sepenuhnya berbeda. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung Z , A , N .

9.8.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks isotop, isobar, dan isoton, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa isotop memiliki Z sama dan neutron berbeda; isobar memiliki A sama dan Z berbeda; isoton memiliki jumlah neutron sama. Kategori ini relasional antar-nuklida.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa isotop dianggap unsur berbeda. Variasi lain menyatakan bahwa semua isotop memiliki kelimpahan sama. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ^{14}C dan ^{15}N sebagai isoton tertentu. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan dasar kesamaan dan perbedaan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan sifat kimia dan nuklir. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: isotop dianggap unsur berbeda. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan dasar kesamaan dan perbedaan.

9.8.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks isotop, isobar, dan isoton, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa isotop memiliki Z sama dan neutron berbeda; isobar memiliki A sama dan Z berbeda; isoton memiliki jumlah neutron sama. Kategori ini relasional antar-nuklida.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengelompokkan kartu nuklida. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa semua isotop memiliki kelimpahan sama tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ^{12}C dan ^{13}C termasuk contoh yang relevan, mengapa ^{40}Ar dan ^{40}Ca perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep nomor atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengelompokkan kartu nuklida, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram Venn relasional. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua isotop memiliki kelimpahan sama. Bukti dapat diperoleh dengan mengelompokkan kartu nuklida.

9.8.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks isotop, isobar, dan isoton, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa isotop memiliki Z sama dan neutron berbeda; isobar memiliki A sama dan Z berbeda; isoton memiliki jumlah neutron sama. Kategori ini relasional antar-nuklida.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar

istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghitung Z , A , N . Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa isobar dianggap isotop tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ^{40}Ar dan ^{40}Ca termasuk contoh yang relevan, mengapa ^{14}C dan ^{15}N sebagai isoton tertentu perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep massa atom relatif secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung Z , A , N , lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan isotop dengan Ar . Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: isobar dianggap isotop. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung Z , A , N .

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

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks isotop, isobar, dan isoton, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa isotop memiliki Z sama dan neutron berbeda; isobar memiliki A sama dan Z berbeda; isoton memiliki jumlah neutron sama. Kategori ini relasional antar-nuklida. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menjelaskan dasar kesamaan dan perbedaan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa sifat kimia isotop dianggap sepenuhnya berbeda tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ^{14}C dan ^{15}N sebagai isoton tertentu. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan dasar kesamaan dan perbedaan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan sifat kimia dan nuklir. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: sifat kimia isotop dianggap sepenuhnya berbeda. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan dasar kesamaan dan perbedaan.

9.8.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks isotop, isobar, dan isoton, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa isotop memiliki Z sama dan neutron berbeda; isobar memiliki A sama dan Z berbeda; isoton memiliki jumlah neutron sama. Kategori ini relasional antar-nuklida.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengelompokkan kartu nuklida. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa isotop dianggap unsur berbeda tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ^{12}C dan ^{13}C termasuk contoh yang relevan, mengapa ^{40}Ar dan ^{40}Ca perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep nomor atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengelompokkan kartu nuklida, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram Venn

relasional. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: isotop dianggap unsur berbeda. Bukti dapat diperoleh dengan mengelompokkan kartu nuklida.

9.8.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks isotop, isobar, dan isoton, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa isotop memiliki Z sama dan neutron berbeda; isobar memiliki A sama dan Z berbeda; isoton memiliki jumlah neutron sama. Kategori ini relasional antar-nuklida.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan isotop dengan Ar. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa 40Ar dan 40Ca termasuk contoh yang relevan, mengapa 14C dan 15N sebagai isoton tertentu perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep massa atom relatif secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung Z , A , N , lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan isotop dengan Ar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua isotop memiliki kelimpahan sama. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung Z , A , N .

9.8.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks isotop, isobar, dan isoton, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa isotop memiliki Z sama dan neutron berbeda; isobar memiliki A sama dan Z berbeda; isoton memiliki jumlah neutron sama. Kategori ini relasional antar-nuklida.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membedakan sifat kimia dan nuklir. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ^{14}C dan ^{15}N sebagai isoton tertentu. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan dasar kesamaan dan perbedaan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan sifat kimia dan nuklir. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: isobar dianggap isotop. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan dasar kesamaan dan perbedaan.

9.8.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks isotop, isobar, dan isoton, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa isotop memiliki Z sama dan neutron berbeda; isobar memiliki A sama dan Z berbeda; isoton memiliki jumlah neutron sama. Kategori ini relasional antar-nuklida.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah

pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan diagram Venn relasional. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ^{12}C dan ^{13}C termasuk contoh yang relevan, mengapa ^{40}Ar dan ^{40}Ca perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep nomor atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengelompokkan kartu nuklida, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram Venn relasional. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: sifat kimia isotop dianggap sepenuhnya berbeda. Bukti dapat diperoleh dengan mengelompokkan kartu nuklida.

9.9 Massa Atom Relatif

Subbab ini membahas massa atom relatif sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Massa atom relatif adalah rata-rata berbobot massa isotop suatu unsur relatif terhadap $1/12$ massa atom karbon-12; nilainya bukan nomor massa satu atom dan tidak bersatuan.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup isotop, mol, massa molar. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa Ar dianggap jumlah proton dan neutron yang selalu bulat dan bahwa rata-rata dihitung tanpa pembobot kelimpahan. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks Ar klorin sekitar 35,45, perhitungan dua isotop, dan spektrum massa dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan model populasi koin/isotop, mengaitkan dengan data spektrum massa, dan menekankan besaran relatif tak berdimensi. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Massa atom relatif adalah rata-rata berbobot massa isotop suatu unsur relatif terhadap $1/12$ massa atom karbon-12; nilainya bukan nomor massa satu atom dan tidak bersatuan.

Pertanyaan diagnosis utama: meminta makna nilai desimal.

Remediasi awal: menggunakan model populasi koin/isotop.

9.9.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks massa atom relatif, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa atom relatif adalah rata-rata berbobot massa isotop suatu unsur relatif terhadap $1/12$ massa atom karbon-12; nilainya bukan nomor massa satu atom dan tidak bersatuan.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh perhitungan dua isotop dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan spektrum massa. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan mol serta massa molar perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa perhitungan dua isotop termasuk contoh yang relevan, mengapa spektrum massa perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep mol secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung rata-rata berbobot dan proses balik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan dengan data spektrum massa. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Ar dianggap jumlah proton dan neutron yang selalu bulat. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung rata-rata berbobot dan proses balik.

9.9.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks massa atom relatif, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa atom relatif adalah rata-rata berbobot massa isotop suatu unsur relatif terhadap $1/12$ massa atom karbon-12; nilainya bukan nomor massa satu atom dan tidak bersatuan.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh spektrum massa dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Ar klorin sekitar 35,45. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan massa molar serta isotop perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa spektrum massa termasuk contoh yang relevan, mengapa Ar klorin sekitar 35,45 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep massa molar secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan Ar, A, dan massa atom aktual, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan besaran relatif tak berdimensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: rata-rata dihitung tanpa pembobot kelimpahan. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan A_r , A , dan massa atom aktual.

9.9.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks massa atom relatif, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa atom relatif adalah rata-rata berbobot massa isotop suatu unsur relatif terhadap $1/12$ massa atom karbon-12; nilainya bukan nomor massa satu atom dan tidak bersatuan.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh A_r klorin sekitar 35,45 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan perhitungan dua isotop. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan isotop serta mol perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada A_r klorin sekitar 35,45. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta makna nilai desimal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model populasi koin/isotop. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: A_r dianggap massa satu atom dalam gram. Bukti dapat diperoleh dengan meminta makna nilai desimal.

9.9.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks massa atom relatif, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa atom relatif adalah rata-

rata berbobot massa isotop suatu unsur relatif terhadap $1/12$ massa atom karbon-12; nilainya bukan nomor massa satu atom dan tidak bersatuan.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh perhitungan dua isotop dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan spektrum massa. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan mol serta massa molar perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada perhitungan dua isotop. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung rata-rata berbobot dan proses balik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan dengan data spektrum massa. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: isotop minor diabaikan tanpa alasan. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung rata-rata berbobot dan proses balik.

9.9.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks massa atom relatif, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa atom relatif adalah rata-rata berbobot massa isotop suatu unsur relatif terhadap $1/12$ massa atom karbon-12; nilainya bukan nomor massa satu atom dan tidak bersatuan.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh spektrum massa dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Ar klorin sekitar 35,45. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan

permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan massa molar serta isotop perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada spektrum massa. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan A_r , A , dan massa atom aktual, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan besaran relatif tak berdimensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: A_r dianggap jumlah proton dan neutron yang selalu bulat. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan A_r , A , dan massa atom aktual.

9.9.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks massa atom relatif, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa atom relatif adalah rata-rata berbobot massa isotop suatu unsur relatif terhadap $1/12$ massa atom karbon-12; nilainya bukan nomor massa satu atom dan tidak bersatuan.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh A_r klorin sekitar 35,45 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan perhitungan dua isotop. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan isotop serta mol perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Ar klorin sekitar 35,45. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta makna nilai desimal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model populasi koin/isotop. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: rata-rata dihitung tanpa pembobot kelimpahan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta makna nilai desimal.

9.9.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks massa atom relatif, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa atom relatif adalah rata-rata berbobot massa isotop suatu unsur relatif terhadap $1/12$ massa atom karbon-12; nilainya bukan nomor massa satu atom dan tidak bersatuan.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh perhitungan dua isotop dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan spektrum massa. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan mol serta massa molar perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada perhitungan dua isotop. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung rata-rata berbobot dan proses balik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan dengan data spektrum massa. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Ar dianggap massa satu atom dalam gram. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung rata-rata berbobot dan proses balik.

9.9.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks massa atom relatif, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa atom relatif adalah rata-rata berbobot massa isotop suatu unsur relatif terhadap $1/12$ massa atom karbon-12; nilainya bukan nomor massa satu atom dan tidak bersatuan.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa isotop minor diabaikan tanpa alasan. Variasi lain menyatakan bahwa Ar dianggap jumlah proton dan neutron yang selalu bulat. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa spektrum massa termasuk contoh yang relevan, mengapa Ar klorin sekitar 35,45 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep massa molar secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan Ar, A, dan massa atom aktual, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan besaran relatif tak berdimensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: isotop minor diabaikan tanpa alasan. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan Ar, A, dan massa atom aktual.

9.9.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks massa atom relatif, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa atom relatif adalah rata-rata berbobot massa isotop suatu unsur relatif terhadap $1/12$ massa atom karbon-12; nilainya bukan nomor massa satu atom dan tidak bersatuan.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa Ar dianggap jumlah proton dan neutron yang selalu bulat. Variasi lain menyatakan bahwa rata-rata dihitung tanpa pembobot kelimpahan. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Ar klorin sekitar 35,45 termasuk contoh yang relevan, mengapa perhitungan dua isotop perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep isotop secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta makna nilai desimal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model populasi koin/isotop. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Ar dianggap jumlah proton dan neutron yang selalu bulat. Bukti dapat diperoleh dengan meminta makna nilai desimal.

9.9.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks massa atom relatif, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa atom relatif adalah rata-rata berbobot massa isotop suatu unsur relatif terhadap $1/12$ massa atom karbon-12; nilainya bukan nomor massa satu atom dan tidak bersatuan.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi.

Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa rata-rata dihitung tanpa pembobot kelimpahan. Variasi lain menyatakan bahwa A_r dianggap massa satu atom dalam gram. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada perhitungan dua isotop. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung rata-rata berbobot dan proses balik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan dengan data spektrum massa. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: rata-rata dihitung tanpa pembobot kelimpahan. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung rata-rata berbobot dan proses balik.

9.9.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks massa atom relatif, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa atom relatif adalah rata-rata berbobot massa isotop suatu unsur relatif terhadap $1/12$ massa atom karbon-12; nilainya bukan nomor massa satu atom dan tidak bersatuan.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan A_r , A , dan massa atom aktual. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa A_r dianggap massa satu atom dalam gram tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti

tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa spektrum massa termasuk contoh yang relevan, mengapa Ar klorin sekitar 35,45 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep massa molar secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan Ar, A, dan massa atom aktual, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan besaran relatif tak berdimensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Ar dianggap massa satu atom dalam gram. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan Ar, A, dan massa atom aktual.

9.9.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks massa atom relatif, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa atom relatif adalah rata-rata berbobot massa isotop suatu unsur relatif terhadap $1/12$ massa atom karbon-12; nilainya bukan nomor massa satu atom dan tidak bersatuan.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta makna nilai desimal. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa isotop minor diabaikan tanpa alasan tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Ar klorin sekitar 35,45 termasuk contoh yang relevan, mengapa perhitungan dua isotop perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep isotop secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta makna nilai desimal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model populasi koin/isotop. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: isotop minor diabaikan tanpa alasan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta makna nilai desimal.

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

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks massa atom relatif, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa atom relatif adalah rata-rata berbobot massa isotop suatu unsur relatif terhadap $1/12$ massa atom karbon-12; nilainya bukan nomor massa satu atom dan tidak bersatuan.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghitung rata-rata berbobot dan proses balik. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa Ar dianggap jumlah proton dan neutron yang selalu bulat tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada perhitungan dua isotop. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung rata-rata berbobot dan proses balik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan dengan data spektrum massa. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Ar dianggap jumlah proton dan neutron yang selalu bulat. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung rata-rata berbobot dan proses balik.

9.9.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks massa atom relatif, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa atom relatif adalah rata-rata berbobot massa isotop suatu unsur relatif terhadap $1/12$ massa atom karbon-12; nilainya bukan nomor massa satu atom dan tidak bersatuan.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan Ar, A, dan massa atom aktual. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa rata-rata dihitung tanpa pembobot kelimpahan tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa spektrum massa termasuk contoh yang relevan, mengapa Ar klorin sekitar 35,45 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep massa molar secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan Ar, A, dan massa atom aktual, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan besaran relatif tak berdimensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: rata-rata dihitung tanpa pembobot kelimpahan. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan Ar, A, dan massa atom aktual.

9.9.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks massa atom relatif, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa atom relatif adalah rata-rata berbobot massa isotop suatu unsur relatif terhadap $1/12$ massa atom karbon-12; nilainya bukan nomor massa satu atom dan tidak bersatuan.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah

diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan model populasi koin/isotop. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Ar klorin sekitar 35,45 termasuk contoh yang relevan, mengapa perhitungan dua isotop perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep isotop secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta makna nilai desimal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model populasi koin/isotop. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Ar dianggap massa satu atom dalam gram. Bukti dapat diperoleh dengan meminta makna nilai desimal.

9.9.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks massa atom relatif, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa atom relatif adalah rata-rata berbobot massa isotop suatu unsur relatif terhadap $1/12$ massa atom karbon-12; nilainya bukan nomor massa satu atom dan tidak bersatuan.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Remediasi dapat dirancang dengan cara mengaitkan dengan data spektrum massa. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada

demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada perhitungan dua isotop. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung rata-rata berbobot dan proses balik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan dengan data spektrum massa. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: isotop minor diabaikan tanpa alasan. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung rata-rata berbobot dan proses balik.

9.9.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks massa atom relatif, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa atom relatif adalah rata-rata berbobot massa isotop suatu unsur relatif terhadap $1/12$ massa atom karbon-12; nilainya bukan nomor massa satu atom dan tidak bersatuan.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menekankan besaran relatif tak berdimensi. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa spektrum massa termasuk contoh yang relevan, mengapa Ar klorin sekitar 35,45 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep massa molar secara konsisten dan tidak

menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan Ar, A, dan massa atom aktual, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan besaran relatif tak berdimensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Ar dianggap jumlah proton dan neutron yang selalu bulat. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan Ar, A, dan massa atom aktual.

9.10 Kulit, Subkulit, dan Orbital

Subbab ini membahas kulit, subkulit, dan orbital sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Kulit ditandai n , subkulit ditandai l , dan orbital adalah keadaan satu-elektron yang dicirikan oleh bilangan kuantum serta distribusi probabilitas; satu orbital menampung maksimum dua elektron dengan spin berlawanan.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup bilangan kuantum, konfigurasi elektron, orbital. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa kulit dan orbital dianggap sinonim dan bahwa subkulit digambar sebagai lapisan fisik. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks kulit $n=2$ dengan 2s dan 2p, tiga orbital p, dan lima orbital d dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan diagram hierarki, membedakan label dan objek, dan menghubungkan bentuk dengan bilangan kuantum tanpa reifikasi. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Kulit ditandai n , subkulit ditandai l , dan orbital adalah keadaan satu-elektron yang dicirikan oleh bilangan kuantum serta distribusi probabilitas; satu orbital

menampung maksimum dua elektron dengan spin berlawanan.

Pertanyaan diagnosis utama: meminta hierarki kulit-subkulit-orbital.

Remediasi awal: menggunakan diagram hierarki.

9.10.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks kulit, subkulit, dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kulit ditandai n , subkulit ditandai l , dan orbital adalah keadaan satu-elektron yang dicirikan oleh bilangan kuantum serta distribusi probabilitas; satu orbital menampung maksimum dua elektron dengan spin berlawanan.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh kulit $n=2$ dengan $2s$ dan $2p$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan tiga orbital p . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan bilangan kuantum serta konfigurasi elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kulit $n=2$ dengan $2s$ dan $2p$ termasuk contoh yang relevan, mengapa tiga orbital p perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep bilangan kuantum secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta hierarki kulit-subkulit-orbital, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram hierarki. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: subkulit digambar sebagai lapisan fisik. Bukti dapat diperoleh dengan meminta hierarki kulit-subkulit-orbital.

9.10.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks kulit, subkulit,

dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kulit ditandai n , subkulit ditandai l , dan orbital adalah keadaan satu-elektron yang dicirikan oleh bilangan kuantum serta distribusi probabilitas; satu orbital menampung maksimum dua elektron dengan spin berlawanan.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh tiga orbital p dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan lima orbital d . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konfigurasi elektron serta orbital perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa tiga orbital p termasuk contoh yang relevan, mengapa lima orbital d perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung kapasitas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan label dan objek. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: orbital dianggap lintasan. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung kapasitas.

9.10.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks kulit, subkulit, dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kulit ditandai n , subkulit ditandai l , dan orbital adalah keadaan satu-elektron yang dicirikan oleh bilangan kuantum serta distribusi probabilitas; satu orbital menampung maksimum dua elektron dengan spin berlawanan.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh lima orbital d dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan kulit $n=2$ dengan 2s dan 2p. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan orbital serta bilangan kuantum perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada lima orbital d. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan diagram kotak orbital, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan bentuk dengan bilangan kuantum tanpa reifikasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua orbital dalam kulit mempunyai energi sama pada atom banyak elektron. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan diagram kotak orbital.

9.10.4 Model Submikroskopik

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks kulit, subkulit, dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kulit ditandai n , subkulit ditandai l , dan orbital adalah keadaan satu-elektron yang dicirikan oleh bilangan kuantum serta distribusi probabilitas; satu orbital menampung maksimum dua elektron dengan spin berlawanan.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh kulit $n=2$ dengan 2s dan 2p dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan tiga orbital p. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan bilangan kuantum serta konfigurasi elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada kulit $n=2$ dengan $2s$ dan $2p$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta hierarki kulit-subkulit-orbital, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram hierarki. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kulit dan orbital dianggap sinonim. Bukti dapat diperoleh dengan meminta hierarki kulit-subkulit-orbital.

9.10.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks kulit, subkulit, dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kulit ditandai n , subkulit ditandai l , dan orbital adalah keadaan satu-elektron yang dicirikan oleh bilangan kuantum serta distribusi probabilitas; satu orbital menampung maksimum dua elektron dengan spin berlawanan.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh tiga orbital p dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan lima orbital d . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konfigurasi elektron serta orbital perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada tiga orbital p . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung kapasitas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan label dan objek. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: subkulit digambar sebagai lapisan fisik. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung kapasitas.

9.10.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks kulit, subkulit, dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kulit ditandai n , subkulit ditandai l , dan orbital adalah keadaan satu-elektron yang dicirikan oleh bilangan kuantum serta distribusi probabilitas; satu orbital menampung maksimum dua elektron dengan spin berlawanan.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh lima orbital d dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan kulit $n=2$ dengan $2s$ dan $2p$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan orbital serta bilangan kuantum perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada lima orbital d . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan diagram kotak orbital, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan bentuk dengan bilangan kuantum tanpa reifikasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: orbital dianggap lintasan. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan diagram kotak orbital.

9.10.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks kulit, subkulit, dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kulit ditandai n , subkulit ditandai l , dan orbital adalah keadaan satu-elektron yang dicirikan oleh bilangan kuantum serta distribusi probabilitas; satu orbital menampung maksimum dua elektron dengan spin berlawanan.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh kulit $n=2$ dengan $2s$ dan $2p$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan tiga orbital p . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan bilangan kuantum serta konfigurasi elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada kulit $n=2$ dengan $2s$ dan $2p$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta hierarki kulit-subkulit-orbital, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram hierarki. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua orbital dalam kulit mempunyai energi sama pada atom banyak elektron. Bukti dapat diperoleh dengan meminta hierarki kulit-subkulit-orbital.

9.10.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pembahasan ini perlu dimulai dari pembedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks kulit, subkulit, dan orbital, gagasan

ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kulit ditandai n , subkulit ditandai l , dan orbital adalah keadaan satu-elektron yang dicirikan oleh bilangan kuantum serta distribusi probabilitas; satu orbital menampung maksimum dua elektron dengan spin berlawanan.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa kulit dan orbital dianggap sinonim. Variasi lain menyatakan bahwa subkulit digambar sebagai lapisan fisik. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa tiga orbital p termasuk contoh yang relevan, mengapa lima orbital d perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung kapasitas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan label dan objek. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kulit dan orbital dianggap sinonim. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung kapasitas.

9.10.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks kulit, subkulit, dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kulit ditandai n , subkulit ditandai l , dan orbital adalah keadaan satu-elektron yang dicirikan oleh bilangan kuantum serta distribusi probabilitas; satu orbital menampung maksimum dua elektron dengan spin berlawanan.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa subkulit digambar sebagai lapisan fisik. Variasi lain menyatakan bahwa orbital dianggap lintasan. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa lima orbital d termasuk contoh yang relevan, mengapa kulit $n=2$ dengan 2s dan 2p perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep orbital secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan diagram kotak orbital, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan bentuk dengan bilangan kuantum tanpa reifikasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: subkulit digambar sebagai lapisan fisik. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan diagram kotak orbital.

9.10.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks kulit, subkulit, dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kulit ditandai n , subkulit ditandai l , dan orbital adalah keadaan satu-elektron yang dicirikan oleh bilangan kuantum serta distribusi probabilitas; satu orbital menampung maksimum dua elektron dengan spin berlawanan.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa orbital dianggap lintasan. Variasi lain menyatakan bahwa semua orbital dalam kulit mempunyai energi sama pada atom banyak elektron. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada kulit $n=2$ dengan 2s dan 2p. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi

pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta hierarki kulit-subkulit-orbital, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram hierarki. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: orbital dianggap lintasan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta hierarki kulit-subkulit-orbital.

9.10.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks kulit, subkulit, dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kulit ditandai n , subkulit ditandai l , dan orbital adalah keadaan satu-elektron yang dicirikan oleh bilangan kuantum serta distribusi probabilitas; satu orbital menampung maksimum dua elektron dengan spin berlawanan.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghitung kapasitas. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa semua orbital dalam kulit mempunyai energi sama pada atom banyak elektron tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa tiga orbital p termasuk contoh yang relevan, mengapa lima orbital d perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung kapasitas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan label dan objek. Setelah

pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua orbital dalam kulit mempunyai energi sama pada atom banyak elektron. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung kapasitas.

9.10.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks kulit, subkulit, dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kulit ditandai n , subkulit ditandai l , dan orbital adalah keadaan satu-elektron yang dicirikan oleh bilangan kuantum serta distribusi probabilitas; satu orbital menampung maksimum dua elektron dengan spin berlawanan.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menafsirkan diagram kotak orbital. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa kulit dan orbital dianggap sinonim tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa lima orbital d termasuk contoh yang relevan, mengapa kulit $n=2$ dengan $2s$ dan $2p$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep orbital secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan diagram kotak orbital, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan bentuk dengan bilangan kuantum tanpa reifikasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kulit dan orbital dianggap sinonim. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan diagram kotak orbital.

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

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks kulit, subkulit, dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kulit ditandai n , subkulit ditandai l , dan orbital adalah keadaan satu-elektron yang dicirikan oleh bilangan kuantum serta distribusi probabilitas; satu orbital menampung maksimum dua elektron dengan spin berlawanan.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta hierarki kulit-subkulit-orbital. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa subkulit digambar sebagai lapisan fisik tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada kulit $n=2$ dengan $2s$ dan $2p$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta hierarki kulit-subkulit-orbital, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram hierarki. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: subkulit digambar sebagai lapisan fisik. Bukti dapat diperoleh dengan meminta hierarki kulit-subkulit-orbital.

9.10.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks kulit, subkulit, dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kulit ditandai n , subkulit ditandai l , dan orbital adalah keadaan satu-elektron yang dicirikan oleh bilangan kuantum serta distribusi probabilitas; satu orbital menampung maksimum dua elektron

dengan spin berlawanan.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghitung kapasitas. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa orbital dianggap lintasan tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa tiga orbital p termasuk contoh yang relevan, mengapa lima orbital d perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung kapasitas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan label dan objek. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: orbital dianggap lintasan. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung kapasitas.

9.10.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks kulit, subkulit, dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kulit ditandai n , subkulit ditandai l , dan orbital adalah keadaan satu-elektron yang dicirikan oleh bilangan kuantum serta distribusi probabilitas; satu orbital menampung maksimum dua elektron dengan spin berlawanan.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan bentuk dengan bilangan kuantum tanpa reifikasi. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal,

kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa lima orbital d termasuk contoh yang relevan, mengapa kulit $n=2$ dengan $2s$ dan $2p$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep orbital secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan diagram kotak orbital, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan bentuk dengan bilangan kuantum tanpa reifikasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua orbital dalam kulit mempunyai energi sama pada atom banyak elektron. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan diagram kotak orbital.

9.10.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks kulit, subkulit, dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kulit ditandai n , subkulit ditandai l , dan orbital adalah keadaan satu-elektron yang dicirikan oleh bilangan kuantum serta distribusi probabilitas; satu orbital menampung maksimum dua elektron dengan spin berlawanan.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan diagram hierarki. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada kulit $n=2$ dengan $2s$ dan $2p$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga

tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta hierarki kulit-subkulit-orbital, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram hierarki. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kulit dan orbital dianggap sinonim. Bukti dapat diperoleh dengan meminta hierarki kulit-subkulit-orbital.

9.10.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks kulit, subkulit, dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kulit ditandai n , subkulit ditandai l , dan orbital adalah keadaan satu-elektron yang dicirikan oleh bilangan kuantum serta distribusi probabilitas; satu orbital menampung maksimum dua elektron dengan spin berlawanan.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membedakan label dan objek. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa tiga orbital p termasuk contoh yang relevan, mengapa lima orbital d perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung kapasitas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan label dan objek. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti

hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: subkulit digambar sebagai lapisan fisik. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung kapasitas.

9.11 Orbit dan Orbital

Subbab ini membahas orbit dan orbital sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Orbit Bohr adalah lintasan tertentu dalam model semiklasik, sedangkan orbital dalam mekanika kuantum adalah fungsi keadaan/distribusi probabilitas; keduanya bukan istilah yang dapat dipertukarkan.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup model Bohr, mekanika kuantum, bilangan kuantum. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa elektron bergerak mengelilingi inti pada jalur elips tetap dan bahwa orbital digambar sebagai wadah kosong. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks orbit n pada Bohr, orbital $1s$ dan $2p$, dan permukaan isoprobabilitas dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi mengontraskan model secara eksplisit, menggunakan bahasa probabilitas, dan menghindari animasi lintasan tanpa penjelasan. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Orbit Bohr adalah lintasan tertentu dalam model semiklasik, sedangkan orbital dalam mekanika kuantum adalah fungsi keadaan/distribusi probabilitas; keduanya bukan istilah yang dapat dipertukarkan.

Pertanyaan diagnosis utama: membandingkan prediksi orbit dan orbital.

Remediasi awal: mengontraskan model secara eksplisit.

9.11.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks orbit dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa orbit Bohr adalah lintasan tertentu dalam model semiklasik, sedangkan orbital dalam mekanika kuantum adalah fungsi keadaan/distribusi

probabilitas; keduanya bukan istilah yang dapat dipertukarkan.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh permukaan isoprobabilitas dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan orbit n pada Bohr. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan bilangan kuantum serta model Bohr perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa permukaan isoprobabilitas termasuk contoh yang relevan, mengapa orbit n pada Bohr perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep bilangan kuantum secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta penjelasan ketidakpastian, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari animasi lintasan tanpa penjelasan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: batas orbital adalah dinding. Bukti dapat diperoleh dengan meminta penjelasan ketidakpastian.

9.11.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks orbit dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa orbit Bohr adalah lintasan tertentu dalam model semiklasik, sedangkan orbital dalam mekanika kuantum adalah fungsi keadaan/distribusi probabilitas; keduanya bukan istilah yang dapat dipertukarkan.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh orbit n pada Bohr dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan orbital $1s$ dan $2p$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan,

melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan model Bohr serta mekanika kuantum perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa orbit n pada Bohr termasuk contoh yang relevan, mengapa orbital $1s$ dan $2p$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model Bohr secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan prediksi orbit dan orbital, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengontraskan model secara eksplisit. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron mempunyai posisi dan lintasan pasti sekaligus. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan prediksi orbit dan orbital.

9.11.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks orbit dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa orbit Bohr adalah lintasan tertentu dalam model semiklasik, sedangkan orbital dalam mekanika kuantum adalah fungsi keadaan/distribusi probabilitas; keduanya bukan istilah yang dapat dipertukarkan.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh orbital $1s$ dan $2p$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan permukaan isoprobabilitas. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan mekanika kuantum serta bilangan kuantum perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada orbital $1s$ dan $2p$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada

entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan arti garis pada gambar, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan bahasa probabilitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron bergerak mengelilingi inti pada jalur elips tetap. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan arti garis pada gambar.

9.11.4 Model Submikroskopik

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks orbit dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa orbit Bohr adalah lintasan tertentu dalam model semiklasik, sedangkan orbital dalam mekanika kuantum adalah fungsi keadaan/distribusi probabilitas; keduanya bukan istilah yang dapat dipertukarkan.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh permukaan isoprobabilitas dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan orbit n pada Bohr. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan bilangan kuantum serta model Bohr perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada permukaan isoprobabilitas. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta penjelasan ketidakpastian, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari animasi lintasan

tanpa penjelasan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: orbital digambar sebagai wadah kosong. Bukti dapat diperoleh dengan meminta penjelasan ketidakpastian.

9.11.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks orbit dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa orbit Bohr adalah lintasan tertentu dalam model semiklasik, sedangkan orbital dalam mekanika kuantum adalah fungsi keadaan/distribusi probabilitas; keduanya bukan istilah yang dapat dipertukarkan.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh orbit n pada Bohr dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan orbital $1s$ dan $2p$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan model Bohr serta mekanika kuantum perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada orbit n pada Bohr. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan prediksi orbit dan orbital, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengontraskan model secara eksplisit. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: batas orbital adalah dinding. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan prediksi orbit dan orbital.

9.11.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks orbit dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa orbit Bohr adalah lintasan tertentu dalam model semiklasik, sedangkan orbital dalam mekanika kuantum adalah fungsi keadaan/distribusi probabilitas; keduanya bukan istilah yang dapat dipertukarkan.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh orbital 1s dan 2p dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan permukaan isoprobabilitas. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan mekanika kuantum serta bilangan kuantum perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada orbital 1s dan 2p. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan arti garis pada gambar, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan bahasa probabilitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron mempunyai posisi dan lintasan pasti sekaligus. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan arti garis pada gambar.

9.11.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks orbit dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa orbit Bohr adalah lintasan

tertentu dalam model semiklasik, sedangkan orbital dalam mekanika kuantum adalah fungsi keadaan/distribusi probabilitas; keduanya bukan istilah yang dapat dipertukarkan.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh permukaan isoprobabilitas dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan orbit n pada Bohr. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan bilangan kuantum serta model Bohr perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada permukaan isoprobabilitas. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta penjelasan ketidakpastian, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari animasi lintasan tanpa penjelasan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron bergerak mengelilingi inti pada jalur elips tetap. Bukti dapat diperoleh dengan meminta penjelasan ketidakpastian.

9.11.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks orbit dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa orbit Bohr adalah lintasan tertentu dalam model semiklasik, sedangkan orbital dalam mekanika kuantum adalah fungsi keadaan/distribusi probabilitas; keduanya bukan istilah yang dapat dipertukarkan.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa orbital digambar sebagai wadah kosong. Variasi lain menyatakan bahwa batas orbital adalah dinding. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa orbit n pada Bohr termasuk contoh yang relevan, mengapa orbital $1s$ dan $2p$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model Bohr secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan prediksi orbit dan orbital, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengontraskan model secara eksplisit. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: orbital digambar sebagai wadah kosong. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan prediksi orbit dan orbital.

9.11.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks orbit dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa orbit Bohr adalah lintasan tertentu dalam model semiklasik, sedangkan orbital dalam mekanika kuantum adalah fungsi keadaan/distribusi probabilitas; keduanya bukan istilah yang dapat dipertukarkan.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa batas orbital adalah dinding. Variasi lain menyatakan bahwa elektron mempunyai posisi dan lintasan pasti sekaligus. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa orbital $1s$ dan $2p$ termasuk contoh yang relevan, mengapa permukaan

isoprobabilitas perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep mekanika kuantum secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan arti garis pada gambar, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan bahasa probabilitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: batas orbital adalah dinding. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan arti garis pada gambar.

9.11.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks orbit dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa orbit Bohr adalah lintasan tertentu dalam model semiklasik, sedangkan orbital dalam mekanika kuantum adalah fungsi keadaan/distribusi probabilitas; keduanya bukan istilah yang dapat dipertukarkan.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa elektron mempunyai posisi dan lintasan pasti sekaligus. Variasi lain menyatakan bahwa elektron bergerak mengelilingi inti pada jalur elips tetap. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada permukaan isoprobabilitas. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta penjelasan ketidakpastian, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari animasi lintasan

tanpa penjelasan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron mempunyai posisi dan lintasan pasti sekaligus. Bukti dapat diperoleh dengan meminta penjelasan ketidakpastian.

9.11.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks orbit dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa orbit Bohr adalah lintasan tertentu dalam model semiklasik, sedangkan orbital dalam mekanika kuantum adalah fungsi keadaan/distribusi probabilitas; keduanya bukan istilah yang dapat dipertukarkan.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan prediksi orbit dan orbital. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa elektron bergerak mengelilingi inti pada jalur elips tetap tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa orbit n pada Bohr termasuk contoh yang relevan, mengapa orbital $1s$ dan $2p$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model Bohr secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan prediksi orbit dan orbital, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengontraskan model secara eksplisit. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron bergerak mengelilingi inti pada jalur elips tetap. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan prediksi orbit dan orbital.

9.11.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks orbit dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa orbit Bohr adalah lintasan tertentu dalam model semiklasik, sedangkan orbital dalam mekanika kuantum adalah fungsi keadaan/distribusi probabilitas; keduanya bukan istilah yang dapat dipertukarkan.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menanyakan arti garis pada gambar. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa orbital digambar sebagai wadah kosong tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa orbital 1s dan 2p termasuk contoh yang relevan, mengapa permukaan isoprobabilitas perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep mekanika kuantum secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan arti garis pada gambar, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan bahasa probabilitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: orbital digambar sebagai wadah kosong. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan arti garis pada gambar.

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

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks orbit dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa orbit Bohr adalah lintasan tertentu dalam model semiklasik, sedangkan orbital dalam mekanika kuantum adalah fungsi keadaan/distribusi probabilitas; keduanya bukan istilah yang dapat dipertukarkan.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat

model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta penjelasan ketidakpastian. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa batas orbital adalah dinding tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada permukaan isoprobabilitas. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta penjelasan ketidakpastian, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari animasi lintasan tanpa penjelasan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: batas orbital adalah dinding. Bukti dapat diperoleh dengan meminta penjelasan ketidakpastian.

9.11.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks orbit dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa orbit Bohr adalah lintasan tertentu dalam model semiklasik, sedangkan orbital dalam mekanika kuantum adalah fungsi keadaan/distribusi probabilitas; keduanya bukan istilah yang dapat dipertukarkan. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan prediksi orbit dan orbital. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa elektron mempunyai posisi dan

lintasan pasti sekaligus tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa orbit n pada Bohr termasuk contoh yang relevan, mengapa orbital $1s$ dan $2p$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model Bohr secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan prediksi orbit dan orbital, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengontraskan model secara eksplisit. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron mempunyai posisi dan lintasan pasti sekaligus. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan prediksi orbit dan orbital.

9.11.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks orbit dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa orbit Bohr adalah lintasan tertentu dalam model semiklasik, sedangkan orbital dalam mekanika kuantum adalah fungsi keadaan/distribusi probabilitas; keduanya bukan istilah yang dapat dipertukarkan.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan bahasa probabilitas. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa orbital $1s$ dan $2p$ termasuk contoh yang relevan, mengapa permukaan isoprobabilitas perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep mekanika kuantum secara

konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menanyakan arti garis pada gambar, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan bahasa probabilitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron bergerak mengelilingi inti pada jalur elips tetap. Bukti dapat diperoleh dengan menanyakan arti garis pada gambar.

9.11.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks orbit dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa orbit Bohr adalah lintasan tertentu dalam model semiklasik, sedangkan orbital dalam mekanika kuantum adalah fungsi keadaan/distribusi probabilitas; keduanya bukan istilah yang dapat dipertukarkan.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghindari animasi lintasan tanpa penjelasan. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada permukaan isoprobabilitas. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta penjelasan ketidakpastian, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari animasi lintasan tanpa penjelasan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer

juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: orbital digambar sebagai wadah kosong. Bukti dapat diperoleh dengan meminta penjelasan ketidakpastian.

9.11.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks orbit dan orbital, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa orbit Bohr adalah lintasan tertentu dalam model semiklasik, sedangkan orbital dalam mekanika kuantum adalah fungsi keadaan/distribusi probabilitas; keduanya bukan istilah yang dapat dipertukarkan.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Remediasi dapat dirancang dengan cara mengontraskan model secara eksplisit. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa orbit n pada Bohr termasuk contoh yang relevan, mengapa orbital $1s$ dan $2p$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model Bohr secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan prediksi orbit dan orbital, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengontraskan model secara eksplisit. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: batas orbital adalah dinding. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan prediksi orbit dan orbital.

9.12 Bilangan Kuantum

Subbab ini membahas bilangan kuantum sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Empat bilangan kuantum n , l , m_l , dan

ms mengode keadaan elektron: tingkat utama, jenis subkulit, orientasi orbital, dan spin; nilai yang diizinkan saling bergantung.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup orbital, larangan Pauli, konfigurasi elektron. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa bilangan kuantum dianggap koordinat ruang klasik dan bahwa m_l menentukan jumlah elektron. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks $n=3$, $l=2$, m_l -2 sampai +2, pasangan elektron dalam 2p, dan kombinasi tidak sah $l=n$ dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan pohon keputusan nilai yang diizinkan, mengaitkan dengan spektrum tanpa berlebihan, dan latihan representasi ganda. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Empat bilangan kuantum n , l , m_l , dan m_s mengode keadaan elektron: tingkat utama, jenis subkulit, orientasi orbital, dan spin; nilai yang diizinkan saling bergantung.

Pertanyaan diagnosis utama: menilai validitas set bilangan kuantum.

Remediasi awal: menggunakan pohon keputusan nilai yang diizinkan.

9.12.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks bilangan kuantum, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa empat bilangan kuantum n , l , m_l , dan m_s mengode keadaan elektron: tingkat utama, jenis subkulit, orientasi orbital, dan spin; nilai yang diizinkan saling bergantung.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh pasangan elektron dalam 2p dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan kombinasi tidak sah $l=n$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran

yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan larangan Pauli serta konfigurasi elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pasangan elektron dalam 2p termasuk contoh yang relevan, mengapa kombinasi tidak sah $l=n$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep larangan Pauli secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan set dengan diagram orbital, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan dengan spektrum tanpa berlebihan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kombinasi nilai tidak dibatasi. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan set dengan diagram orbital.

9.12.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks bilangan kuantum, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa empat bilangan kuantum n , l , m_l , dan m_s mengode keadaan elektron: tingkat utama, jenis subkulit, orientasi orbital, dan spin; nilai yang diizinkan saling bergantung.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh kombinasi tidak sah $l=n$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $n=3$, $l=2$, m_l -2 sampai +2. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konfigurasi elektron serta orbital perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kombinasi tidak sah $l=n$ termasuk contoh yang relevan, mengapa $n=3$, $l=2$, m_l -2 sampai +2 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron

secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan makna fisik dan batas analogi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi latihan representasi ganda. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: bilangan kuantum dianggap koordinat ruang klasik. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan makna fisik dan batas analogi.

9.12.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks bilangan kuantum, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa empat bilangan kuantum n , l , m_l , dan m_s mengode keadaan elektron: tingkat utama, jenis subkulit, orientasi orbital, dan spin; nilai yang diizinkan saling bergantung.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh $n=3$, $l=2$, m_l -2 sampai +2 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pasangan elektron dalam $2p$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan orbital serta larangan Pauli perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $n=3$, $l=2$, m_l -2 sampai +2. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai validitas set bilangan kuantum, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan pohon keputusan nilai yang diizinkan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan

konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ml menentukan jumlah elektron. Bukti dapat diperoleh dengan menilai validitas set bilangan kuantum.

9.12.4 Model Submikroskopik

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks bilangan kuantum, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa empat bilangan kuantum n , l , m_l , dan m_s mengode keadaan elektron: tingkat utama, jenis subkulit, orientasi orbital, dan spin; nilai yang diizinkan saling bergantung. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh pasangan elektron dalam $2p$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan kombinasi tidak sah $l=n$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan larangan Pauli serta konfigurasi elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pasangan elektron dalam $2p$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan set dengan diagram orbital, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan dengan spektrum tanpa berlebihan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: m_s menunjukkan elektron berputar secara literal. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan set dengan diagram orbital.

9.12.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks bilangan kuantum, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa empat bilangan kuantum n , l , m_l , dan m_s mengode keadaan elektron: tingkat utama, jenis subkulit, orientasi orbital, dan spin; nilai yang diizinkan saling bergantung.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh kombinasi tidak sah $l=n$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $n=3$, $l=2$, m_l -2 sampai +2. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konfigurasi elektron serta orbital perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada kombinasi tidak sah $l=n$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan makna fisik dan batas analogi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi latihan representasi ganda. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kombinasi nilai tidak dibatasi. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan makna fisik dan batas analogi.

9.12.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks bilangan kuantum, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa empat bilangan kuantum n , l , m_l , dan m_s mengode keadaan elektron: tingkat utama, jenis subkulit, orientasi orbital, dan spin; nilai yang diizinkan saling bergantung.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan

untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh $n=3$, $l=2$, m_l -2 sampai +2 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pasangan elektron dalam 2p. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan orbital serta larangan Pauli perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $n=3$, $l=2$, m_l -2 sampai +2. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai validitas set bilangan kuantum, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan pohon keputusan nilai yang diizinkan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: bilangan kuantum dianggap koordinat ruang klasik. Bukti dapat diperoleh dengan menilai validitas set bilangan kuantum.

9.12.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks bilangan kuantum, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa empat bilangan kuantum n , l , m_l , dan m_s mengode keadaan elektron: tingkat utama, jenis subkulit, orientasi orbital, dan spin; nilai yang diizinkan saling bergantung.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh pasangan elektron dalam 2p dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan kombinasi tidak sah $l=n$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan larangan Pauli serta konfigurasi

elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pasangan elektron dalam 2p. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan set dengan diagram orbital, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan dengan spektrum tanpa berlebihan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ml menentukan jumlah elektron. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan set dengan diagram orbital.

9.12.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks bilangan kuantum, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa empat bilangan kuantum n , l , m_l , dan m_s mengode keadaan elektron: tingkat utama, jenis subkulit, orientasi orbital, dan spin; nilai yang diizinkan saling bergantung.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa m_s menunjukkan elektron berputar secara literal. Variasi lain menyatakan bahwa kombinasi nilai tidak dibatasi. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kombinasi tidak sah $l=n$ termasuk contoh yang relevan, mengapa $n=3$, $l=2$, $m_l = -2$ sampai $+2$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron

secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan makna fisik dan batas analogi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi latihan representasi ganda. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ms menunjukkan elektron berputar secara literal. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan makna fisik dan batas analogi.

9.12.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks bilangan kuantum, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa empat bilangan kuantum n , l , m_l , dan m_s mengode keadaan elektron: tingkat utama, jenis subkulit, orientasi orbital, dan spin; nilai yang diizinkan saling bergantung.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa kombinasi nilai tidak dibatasi. Variasi lain menyatakan bahwa bilangan kuantum dianggap koordinat ruang klasik. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $n=3$, $l=2$, $m_l = -2$ sampai $+2$ termasuk contoh yang relevan, mengapa pasangan elektron dalam $2p$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep orbital secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai validitas set bilangan kuantum, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan pohon keputusan nilai yang diizinkan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan

transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kombinasi nilai tidak dibatasi. Bukti dapat diperoleh dengan menilai validitas set bilangan kuantum.

9.12.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks bilangan kuantum, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa empat bilangan kuantum n , l , m_l , dan m_s mengode keadaan elektron: tingkat utama, jenis subkulit, orientasi orbital, dan spin; nilai yang diizinkan saling bergantung.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa bilangan kuantum dianggap koordinat ruang klasik. Variasi lain menyatakan bahwa m_l menentukan jumlah elektron. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pasangan elektron dalam $2p$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan set dengan diagram orbital, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan dengan spektrum tanpa berlebihan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: bilangan kuantum dianggap koordinat ruang klasik. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan set dengan diagram orbital.

9.12.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks bilangan kuantum, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa empat bilangan kuantum n , l , m_l , dan m_s mengode keadaan elektron: tingkat utama, jenis subkulit, orientasi orbital, dan spin; nilai yang diizinkan saling bergantung.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menjelaskan makna fisik dan batas analogi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa m_l menentukan jumlah elektron tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kombinasi tidak sah $l=n$ termasuk contoh yang relevan, mengapa $n=3$, $l=2$, $m_l = -2$ sampai $+2$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan makna fisik dan batas analogi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi latihan representasi ganda. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: m_l menentukan jumlah elektron. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan makna fisik dan batas analogi.

9.12.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks bilangan kuantum, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa empat bilangan kuantum n , l , m_l , dan m_s mengode keadaan elektron: tingkat utama, jenis subkulit, orientasi orbital, dan spin; nilai yang diizinkan saling bergantung.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-

keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menilai validitas set bilangan kuantum. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa ms menunjukkan elektron berputar secara literal tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $n=3$, $l=2$, $m_l = -2$ sampai $+2$ termasuk contoh yang relevan, mengapa pasangan elektron dalam $2p$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep orbital secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai validitas set bilangan kuantum, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan pohon keputusan nilai yang diizinkan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ms menunjukkan elektron berputar secara literal. Bukti dapat diperoleh dengan menilai validitas set bilangan kuantum.

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

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks bilangan kuantum, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa empat bilangan kuantum n , l , m_l , dan m_s mengode keadaan elektron: tingkat utama, jenis subkulit, orientasi orbital, dan spin; nilai yang diizinkan saling bergantung.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghubungkan set dengan diagram orbital. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa kombinasi nilai tidak

dibatasi tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pasangan elektron dalam 2p. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan set dengan diagram orbital, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan dengan spektrum tanpa berlebihan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kombinasi nilai tidak dibatasi. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan set dengan diagram orbital.

9.12.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks bilangan kuantum, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa empat bilangan kuantum n , l , m_l , dan m_s mengode keadaan elektron: tingkat utama, jenis subkulit, orientasi orbital, dan spin; nilai yang diizinkan saling bergantung.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menjelaskan makna fisik dan batas analogi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa bilangan kuantum dianggap koordinat ruang klasik tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kombinasi tidak sah $l=n$ termasuk contoh yang relevan, mengapa $n=3$, $l=2$, $m_l = -2$ sampai $+2$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron

secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan makna fisik dan batas analogi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi latihan representasi ganda. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: bilangan kuantum dianggap koordinat ruang klasik. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan makna fisik dan batas analogi.

9.12.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks bilangan kuantum, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa empat bilangan kuantum n , l , m_l , dan m_s mengode keadaan elektron: tingkat utama, jenis subkulit, orientasi orbital, dan spin; nilai yang diizinkan saling bergantung.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan pohon keputusan nilai yang diizinkan. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $n=3$, $l=2$, $m_l = -2$ sampai $+2$ termasuk contoh yang relevan, mengapa pasangan elektron dalam $2p$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep orbital secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai validitas set bilangan kuantum, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan pohon keputusan nilai yang diizinkan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan

transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ml menentukan jumlah elektron. Bukti dapat diperoleh dengan menilai validitas set bilangan kuantum.

9.12.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks bilangan kuantum, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa empat bilangan kuantum n , l , ml , dan m_s mengode keadaan elektron: tingkat utama, jenis subkulit, orientasi orbital, dan spin; nilai yang diizinkan saling bergantung.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Remediasi dapat dirancang dengan cara mengaitkan dengan spektrum tanpa berlebihan. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pasangan elektron dalam $2p$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan set dengan diagram orbital, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan dengan spektrum tanpa berlebihan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: m_s menunjukkan elektron berputar secara literal. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan set dengan diagram orbital.

9.12.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks bilangan kuantum, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa empat bilangan kuantum n , l , m_l , dan m_s mengode keadaan elektron: tingkat utama, jenis subkulit, orientasi orbital, dan spin; nilai yang diizinkan saling bergantung. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Remediasi dapat dirancang dengan cara latihan representasi ganda. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kombinasi tidak sah $l=n$ termasuk contoh yang relevan, mengapa $n=3$, $l=2$, $m_l = -2$ sampai $+2$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan makna fisik dan batas analogi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi latihan representasi ganda. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kombinasi nilai tidak dibatasi. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan makna fisik dan batas analogi.

9.13 Konfigurasi Elektron

Subbab ini membahas konfigurasi elektron sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Konfigurasi elektron menyatakan distribusi elektron pada kulit, subkulit, dan orbital untuk keadaan tertentu; notasi bukan sekadar urutan hafalan tetapi berkaitan dengan energi dan struktur periodik.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup Aufbau, tabel periodik, elektron valensi. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar

daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa jumlah superskrip tidak dicocokkan dengan jumlah elektron dan bahwa konfigurasi ion dibuat dengan menambah atau melepas dari subkulit yang salah. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks $1s^2 2s^2 2p^6$, Fe dan Fe^{2+} , dan notasi $[Ne]3s^1$ dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan validasi tiga langkah jumlah-urutan-orbital, membahas ion transisi, dan menghubungkan data energi. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Konfigurasi elektron menyatakan distribusi elektron pada kulit, subkulit, dan orbital untuk keadaan tertentu; notasi bukan sekadar urutan hafalan tetapi berkaitan dengan energi dan struktur periodik.

Pertanyaan diagnosis utama: memeriksa jumlah elektron.

Remediasi awal: menggunakan validasi tiga langkah jumlah-urutan-orbital.

9.13.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks konfigurasi elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konfigurasi elektron menyatakan distribusi elektron pada kulit, subkulit, dan orbital untuk keadaan tertentu; notasi bukan sekadar urutan hafalan tetapi berkaitan dengan energi dan struktur periodik.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh $1s^2 2s^2 2p^6$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Fe dan Fe^{2+} . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan Aufbau serta tabel periodik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $1s^2 2s^2 2p^6$ termasuk contoh yang relevan, mengapa Fe dan Fe^{2+} perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep Aufbau secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa jumlah elektron, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan validasi tiga langkah jumlah-urutan-orbital. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jumlah superskrip tidak dicocokkan dengan jumlah elektron. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa jumlah elektron.

9.13.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks konfigurasi elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konfigurasi elektron menyatakan distribusi elektron pada kulit, subkulit, dan orbital untuk keadaan tertentu; notasi bukan sekadar urutan hafalan tetapi berkaitan dengan energi dan struktur periodik.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh Fe dan Fe^{2+} dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan notasi $[Ne]3s^1$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan tabel periodik serta elektron valensi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Fe dan Fe^{2+} termasuk contoh yang relevan, mengapa notasi $[Ne]3s^1$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep tabel periodik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram orbital dari notasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas ion transisi. Setelah

pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: konfigurasi ion dibuat dengan menambah atau melepas dari subkulit yang salah. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram orbital dari notasi.

9.13.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks konfigurasi elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konfigurasi elektron menyatakan distribusi elektron pada kulit, subkulit, dan orbital untuk keadaan tertentu; notasi bukan sekadar urutan hafalan tetapi berkaitan dengan energi dan struktur periodik.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh notasi $[\text{Ne}]3s1$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $1s2\ 2s2\ 2p6$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan elektron valensi serta Aufbau perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada notasi $[\text{Ne}]3s1$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan konfigurasi dengan posisi periodik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan data energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: notasi gas mulia dianggap unsur campuran. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan konfigurasi dengan posisi periodik.

9.13.4 Model Submikroskopik

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks konfigurasi elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konfigurasi elektron menyatakan distribusi elektron pada kulit, subkulit, dan orbital untuk keadaan tertentu; notasi bukan sekadar urutan hafalan tetapi berkaitan dengan energi dan struktur periodik.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh $1s^2 2s^2 2p^6$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Fe dan Fe^{2+} . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan Aufbau serta tabel periodik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $1s^2 2s^2 2p^6$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa jumlah elektron, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan validasi tiga langkah jumlah-urutan-orbital. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: konfigurasi selalu identik dengan diagram Bohr. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa jumlah elektron.

9.13.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks konfigurasi elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konfigurasi elektron menyatakan distribusi elektron pada kulit, subkulit, dan orbital untuk keadaan tertentu; notasi bukan sekadar urutan hafalan

tetapi berkaitan dengan energi dan struktur periodik.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh Fe dan Fe^{2+} dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan notasi $[\text{Ne}]3s1$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan tabel periodik serta elektron valensi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Fe dan Fe^{2+} . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram orbital dari notasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas ion transisi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jumlah superskrip tidak dicocokkan dengan jumlah elektron. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram orbital dari notasi.

9.13.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks konfigurasi elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konfigurasi elektron menyatakan distribusi elektron pada kulit, subkulit, dan orbital untuk keadaan tertentu; notasi bukan sekadar urutan hafalan tetapi berkaitan dengan energi dan struktur periodik.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh notasi $[\text{Ne}]3s1$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $1s^2 2s^2 2p^6$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan

besaran yang berubah. Hubungan dengan elektron valensi serta Aufbau perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada notasi $[\text{Ne}]3s^1$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan konfigurasi dengan posisi periodik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan data energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: konfigurasi ion dibuat dengan menambah atau melepas dari subkulit yang salah. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan konfigurasi dengan posisi periodik.

9.13.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks konfigurasi elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konfigurasi elektron menyatakan distribusi elektron pada kulit, subkulit, dan orbital untuk keadaan tertentu; notasi bukan sekadar urutan hafalan tetapi berkaitan dengan energi dan struktur periodik.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh $1s^2 2s^2 2p^6$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Fe dan Fe^{2+} . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan Aufbau serta tabel periodik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $1s^2 2s^2 2p^6$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus,

diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa jumlah elektron, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan validasi tiga langkah jumlah-urutan-orbital. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: notasi gas mulia dianggap unsur campuran. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa jumlah elektron.

9.13.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks konfigurasi elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konfigurasi elektron menyatakan distribusi elektron pada kulit, subkulit, dan orbital untuk keadaan tertentu; notasi bukan sekadar urutan hafalan tetapi berkaitan dengan energi dan struktur periodik.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa konfigurasi selalu identik dengan diagram Bohr. Variasi lain menyatakan bahwa jumlah superskrip tidak dicocokkan dengan jumlah elektron. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Fe dan Fe²⁺ termasuk contoh yang relevan, mengapa notasi [Ne]3s¹ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep tabel periodik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram orbital dari notasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas ion transisi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila

alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: konfigurasi selalu identik dengan diagram Bohr. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram orbital dari notasi.

9.13.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks konfigurasi elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konfigurasi elektron menyatakan distribusi elektron pada kulit, subkulit, dan orbital untuk keadaan tertentu; notasi bukan sekadar urutan hafalan tetapi berkaitan dengan energi dan struktur periodik.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa jumlah superskrip tidak dicocokkan dengan jumlah elektron. Variasi lain menyatakan bahwa konfigurasi ion dibuat dengan menambah atau melepas dari subkulit yang salah. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa notasi $[\text{Ne}]3s^1$ termasuk contoh yang relevan, mengapa $1s^2 2s^2 2p^6$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep elektron valensi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan konfigurasi dengan posisi periodik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan data energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jumlah superskrip tidak dicocokkan dengan jumlah elektron. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan konfigurasi dengan posisi periodik.

9.13.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks konfigurasi elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konfigurasi elektron menyatakan distribusi elektron pada kulit, subkulit, dan orbital untuk keadaan tertentu; notasi bukan sekadar urutan hafalan tetapi berkaitan dengan energi dan struktur periodik.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa konfigurasi ion dibuat dengan menambah atau melepas dari subkulit yang salah. Variasi lain menyatakan bahwa notasi gas mulia dianggap unsur campuran. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $1s^2 2s^2 2p^6$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa jumlah elektron, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan validasi tiga langkah jumlah-urutan-orbital. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: konfigurasi ion dibuat dengan menambah atau melepas dari subkulit yang salah. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa jumlah elektron.

9.13.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks konfigurasi elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konfigurasi elektron menyatakan distribusi elektron pada kulit, subkulit, dan orbital untuk keadaan tertentu; notasi bukan sekadar urutan hafalan tetapi berkaitan dengan energi dan struktur periodik.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi,

dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta diagram orbital dari notasi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa notasi gas mulia dianggap unsur campuran tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Fe dan Fe^{2+} termasuk contoh yang relevan, mengapa notasi $[\text{Ne}]3s^1$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep tabel periodik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram orbital dari notasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas ion transisi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: notasi gas mulia dianggap unsur campuran. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram orbital dari notasi.

9.13.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks konfigurasi elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konfigurasi elektron menyatakan distribusi elektron pada kulit, subkulit, dan orbital untuk keadaan tertentu; notasi bukan sekadar urutan hafalan tetapi berkaitan dengan energi dan struktur periodik.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghubungkan konfigurasi dengan posisi periodik. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa konfigurasi selalu identik dengan diagram Bohr tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu

respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa notasi $[\text{Ne}]3s^1$ termasuk contoh yang relevan, mengapa $1s^2 2s^2 2p^6$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep elektron valensi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan konfigurasi dengan posisi periodik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan data energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: konfigurasi selalu identik dengan diagram Bohr. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan konfigurasi dengan posisi periodik.

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

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks konfigurasi elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konfigurasi elektron menyatakan distribusi elektron pada kulit, subkulit, dan orbital untuk keadaan tertentu; notasi bukan sekadar urutan hafalan tetapi berkaitan dengan energi dan struktur periodik.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk memeriksa jumlah elektron. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa jumlah superskrip tidak dicocokkan dengan jumlah elektron tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $1s^2 2s^2 2p^6$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan

warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa jumlah elektron, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan validasi tiga langkah jumlah-urutan-orbital. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jumlah superskrip tidak dicocokkan dengan jumlah elektron. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa jumlah elektron.

9.13.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks konfigurasi elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konfigurasi elektron menyatakan distribusi elektron pada kulit, subkulit, dan orbital untuk keadaan tertentu; notasi bukan sekadar urutan hafalan tetapi berkaitan dengan energi dan struktur periodik.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta diagram orbital dari notasi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa konfigurasi ion dibuat dengan menambah atau melepas dari subkulit yang salah tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Fe dan Fe^{2+} termasuk contoh yang relevan, mengapa notasi $[\text{Ne}]3s^1$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep tabel periodik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram orbital dari notasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas ion transisi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti

hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: konfigurasi ion dibuat dengan menambah atau melepas dari subkulit yang salah. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram orbital dari notasi.

9.13.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks konfigurasi elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konfigurasi elektron menyatakan distribusi elektron pada kulit, subkulit, dan orbital untuk keadaan tertentu; notasi bukan sekadar urutan hafalan tetapi berkaitan dengan energi dan struktur periodik.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan data energi. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa notasi $[\text{Ne}]3s^1$ termasuk contoh yang relevan, mengapa $1s^2 2s^2 2p^6$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep elektron valensi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan konfigurasi dengan posisi periodik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan data energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: notasi gas mulia dianggap unsur campuran. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan konfigurasi dengan posisi periodik.

9.13.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks konfigurasi

elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konfigurasi elektron menyatakan distribusi elektron pada kulit, subkulit, dan orbital untuk keadaan tertentu; notasi bukan sekadar urutan hafalan tetapi berkaitan dengan energi dan struktur periodik.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan validasi tiga langkah jumlah-urutan-orbital. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $1s^2 2s^2 2p^6$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa jumlah elektron, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan validasi tiga langkah jumlah-urutan-orbital. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: konfigurasi selalu identik dengan diagram Bohr. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa jumlah elektron.

9.13.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks konfigurasi elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konfigurasi elektron menyatakan distribusi elektron pada kulit, subkulit, dan orbital untuk keadaan tertentu; notasi bukan sekadar urutan hafalan tetapi berkaitan dengan energi dan struktur periodik.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membahas ion transisi. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Fe dan Fe^{2+} termasuk contoh yang relevan, mengapa notasi $[\text{Ne}]3s^1$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep tabel periodik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram orbital dari notasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas ion transisi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jumlah superskrip tidak dicocokkan dengan jumlah elektron. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram orbital dari notasi.

9.14 Prinsip Aufbau, Larangan Pauli, dan Kaidah Hund

Subbab ini membahas prinsip aufbau, larangan Pauli, dan kaidah Hund sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Aufbau memberi pedoman pengisian berdasarkan energi, Pauli membatasi dua elektron per orbital dengan spin berbeda, dan Hund memaksimalkan elektron tak berpasangan pada orbital setara sebelum berpasangan.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup konfigurasi elektron, energi orbital, magnetisme. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa semua aturan dianggap hukum tanpa pengecualian dan bahwa Hund diterapkan pada subkulit yang tidak setara. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks diagram $2p^2$ dan $2p^4$, konfigurasi Cr dan Cu sebagai penyimpangan sederhana, dan pasangan dalam orbital s dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh,

dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan diagram energi, membedakan prinsip, kaidah, dan aturan empiris, dan membahas pengecualian secara proporsional. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Aufbau memberi pedoman pengisian berdasarkan energi, Pauli membatasi dua elektron per orbital dengan spin berbeda, dan Hund memaksimalkan elektron tak berpasangan pada orbital setara sebelum berpasangan.

Pertanyaan diagnosis utama: mengoreksi diagram orbital.

Remediasi awal: menggunakan diagram energi.

9.14.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks prinsip aufbau, larangan pauli, dan kaidah hund, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa aufbau memberi pedoman pengisian berdasarkan energi, Pauli membatasi dua elektron per orbital dengan spin berbeda, dan Hund memaksimalkan elektron tak berpasangan pada orbital setara sebelum berpasangan.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh pasangan dalam orbital s dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan diagram 2p² dan 2p⁴. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan magnetisme serta konfigurasi elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pasangan dalam orbital s termasuk contoh yang relevan, mengapa diagram 2p² dan 2p⁴ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep magnetisme secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji atom dan ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas pengecualian secara proporsional. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Hund diterapkan pada subkulit yang tidak setara. Bukti dapat diperoleh dengan menguji atom dan ion.

9.14.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks prinsip *aufbau*, larangan Pauli, dan kaidah Hund, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa *aufbau* memberi pedoman pengisian berdasarkan energi, Pauli membatasi dua elektron per orbital dengan spin berbeda, dan Hund memaksimalkan elektron tak berpasangan pada orbital setara sebelum berpasangan.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh diagram $2p^2$ dan $2p^4$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan konfigurasi Cr dan Cu sebagai penyimpangan sederhana. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konfigurasi elektron serta energi orbital perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa diagram $2p^2$ dan $2p^4$ termasuk contoh yang relevan, mengapa konfigurasi Cr dan Cu sebagai penyimpangan sederhana perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengoreksi diagram orbital, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti

hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: spin paralel dianggap gaya tolak hilang. Bukti dapat diperoleh dengan mengoreksi diagram orbital.

9.14.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks prinsip aufbau, larangan Pauli, dan kaidah Hund, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa aufbau memberi pedoman pengisian berdasarkan energi, Pauli membatasi dua elektron per orbital dengan spin berbeda, dan Hund memaksimalkan elektron tak berpasangan pada orbital setara sebelum berpasangan.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh konfigurasi Cr dan Cu sebagai penyimpangan sederhana dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pasangan dalam orbital s. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan energi orbital serta magnetisme perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada konfigurasi Cr dan Cu sebagai penyimpangan sederhana. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alasan setiap langkah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan prinsip, kaidah, dan aturan empiris. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: urutan diagonal dianggap lebih fundamental daripada energi aktual. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alasan setiap langkah.

9.14.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks prinsip aufbau, larangan pauli, dan kaidah hund, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa aufbau memberi pedoman pengisian berdasarkan energi, Pauli membatasi dua elektron per orbital dengan spin berbeda, dan Hund memaksimalkan elektron tak berpasangan pada orbital setara sebelum berpasangan.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh pasangan dalam orbital s dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan diagram 2p² dan 2p⁴. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan magnetisme serta konfigurasi elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pasangan dalam orbital s. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji atom dan ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas pengecualian secara proporsional. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua aturan dianggap hukum tanpa pengecualian. Bukti dapat diperoleh dengan menguji atom dan ion.

9.14.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari pembedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks prinsip aufbau, larangan pauli, dan kaidah hund, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa aufbau memberi pedoman pengisian berdasarkan energi, Pauli membatasi dua elektron per orbital dengan spin berbeda, dan Hund memaksimalkan elektron tak berpasangan pada orbital setara sebelum

berpasangan.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh diagram 2p2 dan 2p4 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan konfigurasi Cr dan Cu sebagai penyimpangan sederhana. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konfigurasi elektron serta energi orbital perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada diagram 2p2 dan 2p4. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengoreksi diagram orbital, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Hund diterapkan pada subkulit yang tidak setara. Bukti dapat diperoleh dengan mengoreksi diagram orbital.

9.14.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks prinsip aufbau, larangan Pauli, dan kaidah Hund, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa aufbau memberi pedoman pengisian berdasarkan energi, Pauli membatasi dua elektron per orbital dengan spin berbeda, dan Hund memaksimalkan elektron tak berpasangan pada orbital setara sebelum berpasangan.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh konfigurasi Cr dan Cu sebagai penyimpangan sederhana dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pasangan dalam orbital s. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan energi orbital serta magnetisme perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada konfigurasi Cr dan Cu sebagai penyimpangan sederhana. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alasan setiap langkah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan prinsip, kaidah, dan aturan empiris. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: spin paralel dianggap gaya tolak hilang. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alasan setiap langkah.

9.14.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks prinsip *aufbau*, larangan Pauli, dan kaidah Hund, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa *aufbau* memberi pedoman pengisian berdasarkan energi, Pauli membatasi dua elektron per orbital dengan spin berbeda, dan Hund memaksimalkan elektron tak berpasangan pada orbital setara sebelum berpasangan. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh pasangan dalam orbital s dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan diagram $2p^2$ dan $2p^4$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan magnetisme serta konfigurasi elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke

gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pasangan dalam orbital s. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji atom dan ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas pengecualian secara proporsional. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: urutan diagonal dianggap lebih fundamental daripada energi aktual. Bukti dapat diperoleh dengan menguji atom dan ion.

9.14.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks prinsip aufbau, larangan Pauli, dan kaidah Hund, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa aufbau memberi pedoman pengisian berdasarkan energi, Pauli membatasi dua elektron per orbital dengan spin berbeda, dan Hund memaksimalkan elektron tak berpasangan pada orbital setara sebelum berpasangan.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa semua aturan dianggap hukum tanpa pengecualian. Variasi lain menyatakan bahwa Hund diterapkan pada subkulit yang tidak setara. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa diagram 2p² dan 2p⁴ termasuk contoh yang relevan, mengapa konfigurasi Cr dan Cu sebagai penyimpangan sederhana perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan.

Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengoreksi diagram orbital, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua aturan dianggap hukum tanpa pengecualian. Bukti dapat diperoleh dengan mengoreksi diagram orbital.

9.14.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks prinsip aufbau, larangan pauli, dan kaidah hund, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa aufbau memberi pedoman pengisian berdasarkan energi, Pauli membatasi dua elektron per orbital dengan spin berbeda, dan Hund memaksimalkan elektron tak berpasangan pada orbital setara sebelum berpasangan.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa Hund diterapkan pada subkulit yang tidak setara. Variasi lain menyatakan bahwa spin paralel dianggap gaya tolak hilang. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa konfigurasi Cr dan Cu sebagai penyimpangan sederhana termasuk contoh yang relevan, mengapa pasangan dalam orbital s perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep energi orbital secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alasan setiap langkah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan prinsip, kaidah, dan aturan empiris. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer

juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Hund diterapkan pada subkulit yang tidak setara. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alasan setiap langkah.

9.14.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks prinsip *aufbau*, larangan Pauli, dan kaidah Hund, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa *aufbau* memberi pedoman pengisian berdasarkan energi, Pauli membatasi dua elektron per orbital dengan spin berbeda, dan Hund memaksimalkan elektron tak berpasangan pada orbital setara sebelum berpasangan.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa spin paralel dianggap gaya tolak hilang. Variasi lain menyatakan bahwa urutan diagonal dianggap lebih fundamental daripada energi aktual. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pasangan dalam orbital *s*. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji atom dan ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas pengecualian secara proporsional. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: spin paralel dianggap gaya tolak hilang. Bukti dapat diperoleh dengan menguji atom dan ion.

9.14.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks prinsip aufbau, larangan pauli, dan kaidah hund, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa aufbau memberi pedoman pengisian berdasarkan energi, Pauli membatasi dua elektron per orbital dengan spin berbeda, dan Hund memaksimalkan elektron tak berpasangan pada orbital setara sebelum berpasangan.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengoreksi diagram orbital. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa urutan diagonal dianggap lebih fundamental daripada energi aktual tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa diagram 2p² dan 2p⁴ termasuk contoh yang relevan, mengapa konfigurasi Cr dan Cu sebagai penyimpangan sederhana perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengoreksi diagram orbital, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: urutan diagonal dianggap lebih fundamental daripada energi aktual. Bukti dapat diperoleh dengan mengoreksi diagram orbital.

9.14.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks prinsip aufbau, larangan pauli, dan kaidah hund, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa aufbau memberi pedoman pengisian berdasarkan energi, Pauli membatasi dua elektron per

orbital dengan spin berbeda, dan Hund memaksimalkan elektron tak berpasangan pada orbital setara sebelum berpasangan.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta alasan setiap langkah. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa semua aturan dianggap hukum tanpa pengecualian tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa konfigurasi Cr dan Cu sebagai penyimpangan sederhana termasuk contoh yang relevan, mengapa pasangan dalam orbital s perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep energi orbital secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alasan setiap langkah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan prinsip, kaidah, dan aturan empiris. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua aturan dianggap hukum tanpa pengecualian. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alasan setiap langkah.

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

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks prinsip aufbau, larangan Pauli, dan kaidah Hund, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa aufbau memberi pedoman pengisian berdasarkan energi, Pauli membatasi dua elektron per orbital dengan spin berbeda, dan Hund memaksimalkan elektron tak berpasangan pada orbital setara sebelum berpasangan.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menguji atom dan ion. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa Hund diterapkan pada subkulit yang tidak setara tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pasangan dalam orbital s. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji atom dan ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas pengecualian secara proporsional. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Hund diterapkan pada subkulit yang tidak setara. Bukti dapat diperoleh dengan menguji atom dan ion.

9.14.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks prinsip *aufbau*, larangan Pauli, dan kaidah Hund, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa *aufbau* memberi pedoman pengisian berdasarkan energi, Pauli membatasi dua elektron per orbital dengan spin berbeda, dan Hund memaksimalkan elektron tak berpasangan pada orbital setara sebelum berpasangan.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengoreksi diagram orbital. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa spin paralel dianggap gaya tolak hilang tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa diagram 2p² dan 2p⁴ termasuk contoh yang relevan, mengapa konfigurasi Cr dan Cu sebagai penyimpangan sederhana perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengoreksi diagram orbital, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: spin paralel dianggap gaya tolak hilang. Bukti dapat diperoleh dengan mengoreksi diagram orbital.

9.14.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks prinsip aufbau, larangan Pauli, dan kaidah Hund, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa aufbau memberi pedoman pengisian berdasarkan energi, Pauli membatasi dua elektron per orbital dengan spin berbeda, dan Hund memaksimalkan elektron tak berpasangan pada orbital setara sebelum berpasangan.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membedakan prinsip, kaidah, dan aturan empiris. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa konfigurasi Cr dan Cu sebagai penyimpangan sederhana termasuk contoh yang relevan, mengapa pasangan dalam orbital s perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep energi orbital secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alasan setiap langkah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan prinsip, kaidah, dan aturan empiris. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: urutan diagonal dianggap lebih fundamental daripada energi aktual. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alasan setiap langkah.

9.14.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks prinsip *aufbau*, larangan Pauli, dan kaidah Hund, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa *aufbau* memberi pedoman pengisian berdasarkan energi, Pauli membatasi dua elektron per orbital dengan spin berbeda, dan Hund memaksimalkan elektron tak berpasangan pada orbital setara sebelum berpasangan.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membahas pengecualian secara proporsional. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pasangan dalam orbital s. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji atom dan ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas pengecualian secara proporsional. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua aturan dianggap hukum tanpa pengecualian. Bukti dapat diperoleh dengan menguji atom dan ion.

9.14.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks prinsip *aufbau*, larangan Pauli, dan kaidah Hund, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa *aufbau* memberi pedoman pengisian berdasarkan energi, Pauli membatasi dua elektron per orbital dengan spin berbeda, dan Hund memaksimalkan elektron tak berpasangan pada orbital setara sebelum berpasangan.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan diagram energi. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa diagram $2p^2$ dan $2p^4$ termasuk contoh yang relevan, mengapa konfigurasi Cr dan Cu sebagai penyimpangan sederhana perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengoreksi diagram orbital, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Hund diterapkan pada subkulit yang tidak setara. Bukti dapat diperoleh dengan mengoreksi diagram orbital.

9.15 Elektron Valensi

Subbab ini membahas elektron valensi sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Elektron valensi adalah elektron yang

paling relevan terhadap pembentukan ikatan dan reaktivitas; pada unsur utama umumnya berada pada kulit n tertinggi, sedangkan unsur transisi memerlukan definisi lebih cermat yang melibatkan elektron ns dan $(n-1)d$.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup ikatan kimia, golongan periodik, reaktivitas. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa elektron valensi selalu sama dengan nomor golongan untuk semua unsur dan bahwa semua elektron kulit terluar pasti terlibat ikatan. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks Na satu elektron valensi, O enam elektron valensi, dan Fe dengan $4s$ dan $3d$ dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi memberi batas domain aturan sederhana, menggunakan konfigurasi aktual, dan membedakan elektron valensi dan valensi. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Elektron valensi adalah elektron yang paling relevan terhadap pembentukan ikatan dan reaktivitas; pada unsur utama umumnya berada pada kulit n tertinggi, sedangkan unsur transisi memerlukan definisi lebih cermat yang melibatkan elektron ns dan $(n-1)d$.

Pertanyaan diagnosis utama: menentukan elektron valensi dari konfigurasi.

Remediasi awal: memberi batas domain aturan sederhana.

9.15.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks elektron valensi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa elektron valensi adalah elektron yang paling relevan terhadap pembentukan ikatan dan reaktivitas; pada unsur utama umumnya berada pada kulit n tertinggi, sedangkan unsur transisi memerlukan definisi lebih cermat yang melibatkan elektron ns dan $(n-1)d$. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh O enam elektron valensi dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Fe dengan 4s dan 3d. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan golongan periodik serta reaktivitas perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa O enam elektron valensi termasuk contoh yang relevan, mengapa Fe dengan 4s dan 3d perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep golongan periodik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan unsur utama dan transisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan konfigurasi aktual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron inti dapat diabaikan untuk semua sifat. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan unsur utama dan transisi.

9.15.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks elektron valensi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa elektron valensi adalah elektron yang paling relevan terhadap pembentukan ikatan dan reaktivitas; pada unsur utama umumnya berada pada kulit n tertinggi, sedangkan unsur transisi memerlukan definisi lebih cermat yang melibatkan elektron ns dan $(n-1)d$. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh Fe dengan 4s dan 3d dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Na satu elektron valensi. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan reaktivitas serta ikatan kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Fe dengan 4s dan 3d termasuk contoh yang relevan, mengapa Na satu elektron valensi perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep reaktivitas secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan dengan struktur Lewis, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan elektron valensi dan valensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: valensi disamakan dengan jumlah elektron valensi. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan dengan struktur Lewis.

9.15.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks elektron valensi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa elektron valensi adalah elektron yang paling relevan terhadap pembentukan ikatan dan reaktivitas; pada unsur utama umumnya berada pada kulit n tertinggi, sedangkan unsur transisi memerlukan definisi lebih cermat yang melibatkan elektron ns dan $(n-1)d$. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh Na satu elektron valensi dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan O enam elektron valensi. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ikatan kimia serta golongan periodik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Na satu elektron valensi. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan elektron valensi dari konfigurasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memberi batas domain aturan sederhana. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron valensi selalu sama dengan nomor golongan untuk semua unsur. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan elektron valensi dari konfigurasi.

9.15.4 Model Submikroskopik

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks elektron valensi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa elektron valensi adalah elektron yang paling relevan terhadap pembentukan ikatan dan reaktivitas; pada unsur utama umumnya berada pada kulit n tertinggi, sedangkan unsur transisi memerlukan definisi lebih cermat yang melibatkan elektron ns dan $(n-1)d$. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh O enam elektron valensi dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Fe dengan $4s$ dan $3d$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan golongan periodik serta reaktivitas perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada O enam elektron valensi. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan unsur utama dan transisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan konfigurasi aktual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua elektron kulit terluar pasti terlibat ikatan. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan unsur utama dan transisi.

9.15.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks elektron valensi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa elektron valensi adalah elektron yang paling relevan terhadap pembentukan ikatan dan reaktivitas; pada unsur utama umumnya berada pada kulit n tertinggi, sedangkan unsur transisi memerlukan definisi lebih cermat yang melibatkan elektron ns dan $(n-1)d$. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh Fe dengan $4s$ dan $3d$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Na satu elektron valensi. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan reaktivitas serta ikatan kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Fe dengan $4s$ dan $3d$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan dengan struktur Lewis, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan elektron valensi dan valensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron inti dapat diabaikan untuk semua sifat. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan dengan struktur Lewis.

9.15.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks elektron valensi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa elektron valensi adalah elektron yang paling relevan terhadap pembentukan ikatan dan reaktivitas; pada unsur utama umumnya berada pada kulit n tertinggi, sedangkan unsur transisi memerlukan definisi lebih cermat yang melibatkan elektron ns dan $(n-1)d$. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh Na satu elektron valensi dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan O enam elektron valensi. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ikatan kimia serta golongan periodik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Na satu elektron valensi. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan elektron valensi dari konfigurasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memberi batas domain aturan sederhana. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: valensi disamakan dengan jumlah elektron valensi. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan elektron valensi dari konfigurasi.

9.15.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks elektron valensi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa elektron valensi adalah elektron yang paling relevan terhadap pembentukan ikatan dan reaktivitas; pada unsur utama umumnya berada pada kulit n tertinggi, sedangkan unsur transisi memerlukan definisi lebih cermat

yang melibatkan elektron ns dan $(n-1)d$.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh O enam elektron valensi dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Fe dengan $4s$ dan $3d$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan golongan periodik serta reaktivitas perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada O enam elektron valensi. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan unsur utama dan transisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan konfigurasi aktual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron valensi selalu sama dengan nomor golongan untuk semua unsur. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan unsur utama dan transisi.

9.15.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks elektron valensi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa elektron valensi adalah elektron yang paling relevan terhadap pembentukan ikatan dan reaktivitas; pada unsur utama umumnya berada pada kulit n tertinggi, sedangkan unsur transisi memerlukan definisi lebih cermat yang melibatkan elektron ns dan $(n-1)d$.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa semua elektron kulit terluar pasti terlibat ikatan. Variasi lain menyatakan bahwa elektron inti dapat diabaikan untuk semua sifat. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Fe dengan 4s dan 3d termasuk contoh yang relevan, mengapa Na satu elektron valensi perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep reaktivitas secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan dengan struktur Lewis, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan elektron valensi dan valensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua elektron kulit terluar pasti terlibat ikatan. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan dengan struktur Lewis.

9.15.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks elektron valensi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa elektron valensi adalah elektron yang paling relevan terhadap pembentukan ikatan dan reaktivitas; pada unsur utama umumnya berada pada kulit n tertinggi, sedangkan unsur transisi memerlukan definisi lebih cermat yang melibatkan elektron ns dan $(n-1)d$. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa elektron inti dapat diabaikan untuk semua sifat. Variasi lain menyatakan bahwa valensi disamakan dengan jumlah elektron valensi. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Na satu elektron valensi termasuk contoh yang relevan, mengapa O enam elektron valensi perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan elektron valensi dari konfigurasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memberi batas domain aturan sederhana. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron inti dapat diabaikan untuk semua sifat. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan elektron valensi dari konfigurasi.

9.15.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks elektron valensi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa elektron valensi adalah elektron yang paling relevan terhadap pembentukan ikatan dan reaktivitas; pada unsur utama umumnya berada pada kulit n tertinggi, sedangkan unsur transisi memerlukan definisi lebih cermat yang melibatkan elektron ns dan $(n-1)d$. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa valensi disamakan dengan jumlah elektron valensi. Variasi lain menyatakan bahwa elektron valensi selalu sama dengan nomor golongan untuk semua unsur. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada O enam elektron valensi. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan unsur utama dan transisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan konfigurasi aktual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: valensi disamakan dengan jumlah elektron valensi. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan unsur utama dan transisi.

9.15.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks elektron valensi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa elektron valensi adalah elektron yang paling relevan terhadap pembentukan ikatan dan reaktivitas; pada unsur utama umumnya berada pada kulit n tertinggi, sedangkan unsur transisi memerlukan definisi lebih cermat yang melibatkan elektron ns dan $(n-1)d$. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghubungkan dengan struktur Lewis. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa elektron valensi selalu sama dengan nomor golongan untuk semua unsur tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Fe dengan $4s$ dan $3d$ termasuk contoh yang relevan, mengapa Na satu elektron valensi perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep reaktivitas secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan dengan struktur Lewis, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan elektron valensi dan valensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron valensi selalu sama dengan nomor golongan untuk semua unsur. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan dengan struktur Lewis.

9.15.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks elektron valensi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa elektron valensi adalah elektron yang paling relevan terhadap pembentukan ikatan dan reaktivitas; pada unsur utama umumnya berada pada kulit n tertinggi, sedangkan unsur transisi memerlukan definisi lebih cermat yang melibatkan elektron ns dan $(n-1)d$. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menentukan elektron valensi dari konfigurasi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa semua elektron kulit terluar pasti terlibat ikatan tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Na satu elektron valensi termasuk contoh yang relevan, mengapa O enam elektron valensi perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan elektron valensi dari konfigurasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memberi batas domain aturan sederhana. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua elektron kulit terluar pasti terlibat ikatan. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan elektron valensi dari konfigurasi.

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

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks elektron valensi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa elektron valensi adalah elektron yang paling relevan

terhadap pembentukan ikatan dan reaktivitas; pada unsur utama umumnya berada pada kulit n tertinggi, sedangkan unsur transisi memerlukan definisi lebih cermat yang melibatkan elektron ns dan $(n-1)d$.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan unsur utama dan transisi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa elektron inti dapat diabaikan untuk semua sifat tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada O enam elektron valensi. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan unsur utama dan transisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan konfigurasi aktual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron inti dapat diabaikan untuk semua sifat. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan unsur utama dan transisi.

9.15.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks elektron valensi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa elektron valensi adalah elektron yang paling relevan terhadap pembentukan ikatan dan reaktivitas; pada unsur utama umumnya berada pada kulit n tertinggi, sedangkan unsur transisi memerlukan definisi lebih cermat yang melibatkan elektron ns dan $(n-1)d$.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang

sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghubungkan dengan struktur Lewis. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa valensi disamakan dengan jumlah elektron valensi tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Fe dengan 4s dan 3d termasuk contoh yang relevan, mengapa Na satu elektron valensi perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep reaktivitas secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan dengan struktur Lewis, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan elektron valensi dan valensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: valensi disamakan dengan jumlah elektron valensi. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan dengan struktur Lewis.

9.15.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks elektron valensi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa elektron valensi adalah elektron yang paling relevan terhadap pembentukan ikatan dan reaktivitas; pada unsur utama umumnya berada pada kulit n tertinggi, sedangkan unsur transisi memerlukan definisi lebih cermat yang melibatkan elektron ns dan $(n-1)d$. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Remediasi dapat dirancang dengan cara memberi batas domain aturan sederhana. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan

kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Na satu elektron valensi termasuk contoh yang relevan, mengapa O enam elektron valensi perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan elektron valensi dari konfigurasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memberi batas domain aturan sederhana. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron valensi selalu sama dengan nomor golongan untuk semua unsur. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan elektron valensi dari konfigurasi.

9.15.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks elektron valensi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa elektron valensi adalah elektron yang paling relevan terhadap pembentukan ikatan dan reaktivitas; pada unsur utama umumnya berada pada kulit n tertinggi, sedangkan unsur transisi memerlukan definisi lebih cermat yang melibatkan elektron ns dan $(n-1)d$. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan konfigurasi aktual. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada O enam elektron valensi. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model

bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan unsur utama dan transisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan konfigurasi aktual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua elektron kulit terluar pasti terlibat ikatan. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan unsur utama dan transisi.

9.15.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks elektron valensi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa elektron valensi adalah elektron yang paling relevan terhadap pembentukan ikatan dan reaktivitas; pada unsur utama umumnya berada pada kulit n tertinggi, sedangkan unsur transisi memerlukan definisi lebih cermat yang melibatkan elektron ns dan $(n-1)d$. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membedakan elektron valensi dan valensi. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Fe dengan $4s$ dan $3d$ termasuk contoh yang relevan, mengapa Na satu elektron valensi perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep reaktivitas secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan dengan struktur Lewis, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan elektron valensi dan valensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer

juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron inti dapat diabaikan untuk semua sifat. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan dengan struktur Lewis.

9.16 Stabilitas Elektron

Subbab ini membahas stabilitas elektron sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Kestabilan atom atau ion berkaitan dengan energi total sistem, bukan sekadar memiliki delapan elektron; konfigurasi gas mulia adalah pola penting bagi banyak unsur utama tetapi bukan sebab universal tunggal.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup aturan oktet, ikatan kimia, energi. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa atom berikatan karena ingin oktet dan bahwa semua spesies beroktet pasti stabil. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks NaCl dan penurunan energi kisi, radikal NO, dan senyawa hiper-valen dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan diagram energi, mengganti bahasa teleologis, dan membahas gaya elektrostatik dan energi. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Kestabilan atom atau ion berkaitan dengan energi total sistem, bukan sekadar memiliki delapan elektron; konfigurasi gas mulia adalah pola penting bagi banyak unsur utama tetapi bukan sebab universal tunggal.

Pertanyaan diagnosis utama: meminta penjelasan energi, bukan tujuan antropomorfik.

Remediasi awal: menggunakan diagram energi.

9.16.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pembahasan ini perlu dimulai dari pembedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks stabilitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kestabilan atom atau ion berkaitan dengan energi total sistem, bukan sekadar memiliki delapan elektron; konfigurasi gas mulia adalah pola penting bagi banyak unsur utama tetapi bukan sebab universal tunggal.. Fokus definisi operasional

dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh NaCl dan penurunan energi kisi dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan radikal NO. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan aturan oktet serta ikatan kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NaCl dan penurunan energi kisi termasuk contoh yang relevan, mengapa radikal NO perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep aturan oktet secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta penjelasan energi, bukan tujuan antropomorfik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: stabil berarti tidak dapat bereaksi. Bukti dapat diperoleh dengan meminta penjelasan energi, bukan tujuan antropomorfik.

9.16.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks stabilitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kestabilan atom atau ion berkaitan dengan energi total sistem, bukan sekadar memiliki delapan elektron; konfigurasi gas mulia adalah pola penting bagi banyak unsur utama tetapi bukan sebab universal tunggal.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh radikal NO dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan senyawa hiper-valen. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan

besaran yang berubah. Hubungan dengan ikatan kimia serta energi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa radikal NO termasuk contoh yang relevan, mengapa senyawa hiper-valen perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji pengecualian oktet, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengganti bahasa teleologis. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom berikatan karena ingin oktet. Bukti dapat diperoleh dengan menguji pengecualian oktet.

9.16.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks stabilitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kestabilan atom atau ion berkaitan dengan energi total sistem, bukan sekadar memiliki delapan elektron; konfigurasi gas mulia adalah pola penting bagi banyak unsur utama tetapi bukan sebab universal tunggal.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh senyawa hiper-valen dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NaCl dan penurunan energi kisi. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan energi serta aturan oktet perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada senyawa hiper-valen. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat

itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan atom terisolasi dan sistem terikat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas gaya elektrostatik dan energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua spesies beroktet pasti stabil. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan atom terisolasi dan sistem terikat.

9.16.4 Model Submikroskopik

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks stabilitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kestabilan atom atau ion berkaitan dengan energi total sistem, bukan sekadar memiliki delapan elektron; konfigurasi gas mulia adalah pola penting bagi banyak unsur utama tetapi bukan sebab universal tunggal.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh NaCl dan penurunan energi kisi dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan radikal NO. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan aturan oktet serta ikatan kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NaCl dan penurunan energi kisi. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta penjelasan energi, bukan tujuan antropomorfik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan

konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron berpindah untuk memenuhi keinginan atom. Bukti dapat diperoleh dengan meminta penjelasan energi, bukan tujuan antropomorfik.

9.16.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks stabilitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kestabilan atom atau ion berkaitan dengan energi total sistem, bukan sekadar memiliki delapan elektron; konfigurasi gas mulia adalah pola penting bagi banyak unsur utama tetapi bukan sebab universal tunggal.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh radikal NO dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan senyawa hiper-valen. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ikatan kimia serta energi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada radikal NO. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji pengecualian oktet, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengganti bahasa teleologis. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: stabil berarti tidak dapat bereaksi. Bukti dapat diperoleh dengan menguji pengecualian oktet.

9.16.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks stabilitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kestabilan atom atau ion berkaitan dengan energi total sistem, bukan sekadar memiliki delapan elektron; konfigurasi gas mulia adalah pola penting bagi banyak unsur utama tetapi bukan sebab universal tunggal. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh senyawa hiper-valen dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NaCl dan penurunan energi kisi. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan energi serta aturan oktet perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada senyawa hiper-valen. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan atom terisolasi dan sistem terikat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas gaya elektrostatik dan energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom berikatan karena ingin oktet. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan atom terisolasi dan sistem terikat.

9.16.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks stabilitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kestabilan atom atau ion berkaitan dengan energi total sistem, bukan sekadar memiliki delapan elektron; konfigurasi gas mulia adalah pola penting bagi banyak unsur utama tetapi bukan sebab

universal tunggal.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh NaCl dan penurunan energi kisi dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan radikal NO. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan aturan oktet serta ikatan kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NaCl dan penurunan energi kisi. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta penjelasan energi, bukan tujuan antropomorfik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua spesies beroktet pasti stabil. Bukti dapat diperoleh dengan meminta penjelasan energi, bukan tujuan antropomorfik.

9.16.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks stabilitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kestabilan atom atau ion berkaitan dengan energi total sistem, bukan sekadar memiliki delapan elektron; konfigurasi gas mulia adalah pola penting bagi banyak unsur utama tetapi bukan sebab universal tunggal.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa elektron berpindah untuk memenuhi keinginan atom. Variasi lain menyatakan bahwa stabil berarti

tidak dapat bereaksi. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa radikal NO termasuk contoh yang relevan, mengapa senyawa hiper-valen perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji pengecualian oktet, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengganti bahasa teleologis. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron berpindah untuk memenuhi keinginan atom. Bukti dapat diperoleh dengan menguji pengecualian oktet.

9.16.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks stabilitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kestabilan atom atau ion berkaitan dengan energi total sistem, bukan sekadar memiliki delapan elektron; konfigurasi gas mulia adalah pola penting bagi banyak unsur utama tetapi bukan sebab universal tunggal.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa stabil berarti tidak dapat bereaksi. Variasi lain menyatakan bahwa atom berikatan karena ingin oktet. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa senyawa hiper-valen termasuk contoh yang relevan, mengapa NaCl dan penurunan energi kisi perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep energi secara konsisten dan

tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan atom terisolasi dan sistem terikat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas gaya elektrostatik dan energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: stabil berarti tidak dapat bereaksi. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan atom terisolasi dan sistem terikat.

9.16.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks stabilitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kestabilan atom atau ion berkaitan dengan energi total sistem, bukan sekadar memiliki delapan elektron; konfigurasi gas mulia adalah pola penting bagi banyak unsur utama tetapi bukan sebab universal tunggal.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa atom berikatan karena ingin oktet. Variasi lain menyatakan bahwa semua spesies beroktet pasti stabil. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NaCl dan penurunan energi kisi. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta penjelasan energi, bukan tujuan antropomorfik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan

transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom berikatan karena ingin oktet. Bukti dapat diperoleh dengan meminta penjelasan energi, bukan tujuan antropomorfik.

9.16.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks stabilitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kestabilan atom atau ion berkaitan dengan energi total sistem, bukan sekadar memiliki delapan elektron; konfigurasi gas mulia adalah pola penting bagi banyak unsur utama tetapi bukan sebab universal tunggal.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menguji pengecualian oktet. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa semua spesies beroktet pasti stabil tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa radikal NO termasuk contoh yang relevan, mengapa senyawa hiper-valen perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji pengecualian oktet, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengganti bahasa teleologis. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua spesies beroktet pasti stabil. Bukti dapat diperoleh dengan menguji pengecualian oktet.

9.16.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks

stabilitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kestabilan atom atau ion berkaitan dengan energi total sistem, bukan sekadar memiliki delapan elektron; konfigurasi gas mulia adalah pola penting bagi banyak unsur utama tetapi bukan sebab universal tunggal.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan atom terisolasi dan sistem terikat. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa elektron berpindah untuk memenuhi keinginan atom tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa senyawa hiper-valen termasuk contoh yang relevan, mengapa NaCl dan penurunan energi kisi perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep energi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan atom terisolasi dan sistem terikat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas gaya elektrostatik dan energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron berpindah untuk memenuhi keinginan atom. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan atom terisolasi dan sistem terikat.

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

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks stabilitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kestabilan atom atau ion berkaitan dengan energi total sistem, bukan sekadar memiliki delapan elektron; konfigurasi gas mulia adalah pola penting bagi banyak unsur utama tetapi bukan sebab universal tunggal.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang

sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta penjelasan energi, bukan tujuan antropomorfik. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa stabil berarti tidak dapat bereaksi tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NaCl dan penurunan energi kisi. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta penjelasan energi, bukan tujuan antropomorfik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: stabil berarti tidak dapat bereaksi. Bukti dapat diperoleh dengan meminta penjelasan energi, bukan tujuan antropomorfik.

9.16.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks stabilitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kestabilan atom atau ion berkaitan dengan energi total sistem, bukan sekadar memiliki delapan elektron; konfigurasi gas mulia adalah pola penting bagi banyak unsur utama tetapi bukan sebab universal tunggal.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menguji pengecualian oktet. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa atom berikatan karena ingin oktet tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan

melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa radikal NO termasuk contoh yang relevan, mengapa senyawa hiper-valen perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji pengecualian oktet, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengganti bahasa teleologis. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom berikatan karena ingin oktet. Bukti dapat diperoleh dengan menguji pengecualian oktet.

9.16.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks stabilitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kestabilan atom atau ion berkaitan dengan energi total sistem, bukan sekadar memiliki delapan elektron; konfigurasi gas mulia adalah pola penting bagi banyak unsur utama tetapi bukan sebab universal tunggal.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membahas gaya elektrostatik dan energi. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa senyawa hiper-valen termasuk contoh yang relevan, mengapa NaCl dan penurunan energi kisi perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep energi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan atom terisolasi dan sistem terikat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas gaya elektrostatik dan energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua spesies beroktet pasti stabil. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan atom terisolasi dan sistem terikat.

9.16.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks stabilitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kestabilan atom atau ion berkaitan dengan energi total sistem, bukan sekadar memiliki delapan elektron; konfigurasi gas mulia adalah pola penting bagi banyak unsur utama tetapi bukan sebab universal tunggal. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan diagram energi. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NaCl dan penurunan energi kisi. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta penjelasan energi, bukan tujuan antropomorfik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron berpindah untuk memenuhi keinginan atom. Bukti dapat diperoleh dengan meminta penjelasan energi, bukan tujuan antropomorfik.

9.16.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebutkan definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks stabilitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kestabilan atom atau ion berkaitan dengan energi total sistem, bukan sekadar memiliki delapan elektron; konfigurasi gas mulia adalah pola penting bagi banyak unsur utama tetapi bukan sebab universal tunggal.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Remediasi dapat dirancang dengan cara mengganti bahasa teleologis. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa radikal NO termasuk contoh yang relevan, mengapa senyawa hiper-valen perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji pengecualian oktet, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengganti bahasa teleologis. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: stabil berarti tidak dapat bereaksi. Bukti dapat diperoleh dengan menguji pengecualian oktet.

9.17 Keterbatasan Model Bohr

Subbab ini membahas keterbatasan model bohr sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Model Bohr berhasil menjelaskan tingkat energi hidrogenik secara terbatas, tetapi gagal menggambarkan atom

banyak elektron, intensitas dan struktur halus spektrum, serta sifat orbital kuantum secara lengkap.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup model ilmiah, orbit dan orbital, spektrum atom. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa model Bohr dianggap model atom modern final dan bahwa kulit Bohr disamakan dengan orbit nyata. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks spektrum H, atom He, dan perbandingan diagram Bohr dan orbital dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menempatkan model Bohr sebagai model transisi, membandingkan domain validitas, dan menggunakan model kuantum bertahap. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Model Bohr berhasil menjelaskan tingkat energi hidrogenik secara terbatas, tetapi gagal menggambarkan atom banyak elektron, intensitas dan struktur halus spektrum, serta sifat orbital kuantum secara lengkap.

Pertanyaan diagnosis utama: meminta prediksi yang dapat dan tidak dapat dibuat model.

Remediasi awal: menempatkan model Bohr sebagai model transisi.

9.17.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks keterbatasan model Bohr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model Bohr berhasil menjelaskan tingkat energi hidrogenik secara terbatas, tetapi gagal menggambarkan atom banyak elektron, intensitas dan struktur halus spektrum, serta sifat orbital kuantum secara lengkap.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh perbandingan diagram Bohr dan orbital dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan spektrum H. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran

yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan spektrum atom serta model ilmiah perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa perbandingan diagram Bohr dan orbital termasuk contoh yang relevan, mengapa spektrum H perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep spektrum atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengidentifikasi warisan yang tetap berguna, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model kuantum bertahap. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: model Bohr dianggap model atom modern final. Bukti dapat diperoleh dengan mengidentifikasi warisan yang tetap berguna.

9.17.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks keterbatasan model bohr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model Bohr berhasil menjelaskan tingkat energi hidrogenik secara terbatas, tetapi gagal menggambarkan atom banyak elektron, intensitas dan struktur halus spektrum, serta sifat orbital kuantum secara lengkap.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh spektrum H dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan atom He. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan model ilmiah serta orbit dan orbital perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa spektrum H termasuk contoh yang relevan, mengapa atom He perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model ilmiah secara konsisten dan tidak menggantinya

dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta prediksi yang dapat dan tidak dapat dibuat model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menempatkan model Bohr sebagai model transisi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kulit Bohr disamakan dengan orbit nyata. Bukti dapat diperoleh dengan meminta prediksi yang dapat dan tidak dapat dibuat model.

9.17.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks keterbatasan model bohr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model Bohr berhasil menjelaskan tingkat energi hidrogenik secara terbatas, tetapi gagal menggambarkan atom banyak elektron, intensitas dan struktur halus spektrum, serta sifat orbital kuantum secara lengkap.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh atom He dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan perbandingan diagram Bohr dan orbital. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan orbit dan orbital serta spektrum atom perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada atom He. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji kasus atom banyak elektron, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan domain validitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan

konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: model bekerja sama baik untuk semua unsur. Bukti dapat diperoleh dengan menguji kasus atom banyak elektron.

9.17.4 Model Submikroskopik

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks keterbatasan model Bohr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model Bohr berhasil menjelaskan tingkat energi hidrogenik secara terbatas, tetapi gagal menggambarkan atom banyak elektron, intensitas dan struktur halus spektrum, serta sifat orbital kuantum secara lengkap. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh perbandingan diagram Bohr dan orbital dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan spektrum H. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan spektrum atom serta model ilmiah perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada perbandingan diagram Bohr dan orbital. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengidentifikasi warisan yang tetap berguna, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model kuantum bertahap. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: diagram Bohr cukup menjelaskan ikatan dan geometri molekul. Bukti dapat diperoleh dengan mengidentifikasi warisan yang tetap berguna.

9.17.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks keterbatasan model bohr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model Bohr berhasil menjelaskan tingkat energi hidrogenik secara terbatas, tetapi gagal menggambarkan atom banyak elektron, intensitas dan struktur halus spektrum, serta sifat orbital kuantum secara lengkap.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh spektrum H dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan atom He. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan model ilmiah serta orbit dan orbital perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada spektrum H. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta prediksi yang dapat dan tidak dapat dibuat model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menempatkan model Bohr sebagai model transisi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: model Bohr dianggap model atom modern final. Bukti dapat diperoleh dengan meminta prediksi yang dapat dan tidak dapat dibuat model.

9.17.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks keterbatasan model bohr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model Bohr berhasil menjelaskan tingkat energi hidrogenik secara terbatas, tetapi gagal menggambarkan atom banyak elektron, intensitas dan struktur halus spektrum, serta sifat orbital kuantum secara lengkap.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara

konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh atom He dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan perbandingan diagram Bohr dan orbital. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan orbit dan orbital serta spektrum atom perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada atom He. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji kasus atom banyak elektron, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan domain validitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kulit Bohr disamakan dengan orbit nyata. Bukti dapat diperoleh dengan menguji kasus atom banyak elektron.

9.17.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks keterbatasan model bohr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model Bohr berhasil menjelaskan tingkat energi hidrogenik secara terbatas, tetapi gagal menggambarkan atom banyak elektron, intensitas dan struktur halus spektrum, serta sifat orbital kuantum secara lengkap.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh perbandingan diagram Bohr dan orbital dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan spektrum H. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran

yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan spektrum atom serta model ilmiah perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada perbandingan diagram Bohr dan orbital. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengidentifikasi warisan yang tetap berguna, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model kuantum bertahap. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: model bekerja sama baik untuk semua unsur. Bukti dapat diperoleh dengan mengidentifikasi warisan yang tetap berguna.

9.17.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks keterbatasan model Bohr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model Bohr berhasil menjelaskan tingkat energi hidrogenik secara terbatas, tetapi gagal menggambarkan atom banyak elektron, intensitas dan struktur halus spektrum, serta sifat orbital kuantum secara lengkap.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa diagram Bohr cukup menjelaskan ikatan dan geometri molekul. Variasi lain menyatakan bahwa model Bohr dianggap model atom modern final. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa spektrum H termasuk contoh yang relevan, mengapa atom He perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut

seharusnya menggunakan konsep model ilmiah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta prediksi yang dapat dan tidak dapat dibuat model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menempatkan model Bohr sebagai model transisi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: diagram Bohr cukup menjelaskan ikatan dan geometri molekul. Bukti dapat diperoleh dengan meminta prediksi yang dapat dan tidak dapat dibuat model.

9.17.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks keterbatasan model Bohr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model Bohr berhasil menjelaskan tingkat energi hidrogenik secara terbatas, tetapi gagal menggambarkan atom banyak elektron, intensitas dan struktur halus spektrum, serta sifat orbital kuantum secara lengkap.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa model Bohr dianggap model atom modern final. Variasi lain menyatakan bahwa kulit Bohr disamakan dengan orbit nyata. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa atom He termasuk contoh yang relevan, mengapa perbandingan diagram Bohr dan orbital perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep orbit dan orbital secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji kasus atom banyak elektron, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan domain validitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: model Bohr dianggap model atom modern final. Bukti dapat diperoleh dengan menguji kasus atom banyak elektron.

9.17.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks keterbatasan model bohr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model Bohr berhasil menjelaskan tingkat energi hidrogenik secara terbatas, tetapi gagal menggambarkan atom banyak elektron, intensitas dan struktur halus spektrum, serta sifat orbital kuantum secara lengkap.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa kulit Bohr disamakan dengan orbit nyata. Variasi lain menyatakan bahwa model bekerja sama baik untuk semua unsur. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada perbandingan diagram Bohr dan orbital. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengidentifikasi warisan yang tetap berguna, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model kuantum bertahap. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kulit Bohr disamakan dengan orbit nyata. Bukti dapat diperoleh dengan mengidentifikasi warisan yang tetap berguna.

9.17.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks keterbatasan model bohr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model Bohr berhasil menjelaskan tingkat energi hidrogenik secara terbatas, tetapi gagal menggambarkan atom banyak elektron, intensitas dan struktur halus spektrum, serta sifat orbital kuantum secara lengkap.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta prediksi yang dapat dan tidak dapat dibuat model. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa model bekerja sama baik untuk semua unsur tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa spektrum H termasuk contoh yang relevan, mengapa atom He perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model ilmiah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta prediksi yang dapat dan tidak dapat dibuat model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menempatkan model Bohr sebagai model transisi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: model bekerja sama baik untuk semua unsur. Bukti dapat diperoleh dengan meminta prediksi yang dapat dan tidak dapat dibuat model.

9.17.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks keterbatasan model bohr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model Bohr berhasil menjelaskan tingkat energi hidrogenik secara terbatas, tetapi gagal menggambarkan atom banyak elektron, intensitas dan struktur halus spektrum, serta sifat orbital kuantum secara lengkap.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan

miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menguji kasus atom banyak elektron. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa diagram Bohr cukup menjelaskan ikatan dan geometri molekul tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa atom He termasuk contoh yang relevan, mengapa perbandingan diagram Bohr dan orbital perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep orbit dan orbital secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji kasus atom banyak elektron, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan domain validitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: diagram Bohr cukup menjelaskan ikatan dan geometri molekul. Bukti dapat diperoleh dengan menguji kasus atom banyak elektron.

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

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks keterbatasan model bohr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model Bohr berhasil menjelaskan tingkat energi hidrogenik secara terbatas, tetapi gagal menggambarkan atom banyak elektron, intensitas dan struktur halus spektrum, serta sifat orbital kuantum secara lengkap.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengidentifikasi warisan yang tetap berguna. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa model Bohr dianggap

model atom modern final tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada perbandingan diagram Bohr dan orbital. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengidentifikasi warisan yang tetap berguna, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model kuantum bertahap. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: model Bohr dianggap model atom modern final. Bukti dapat diperoleh dengan mengidentifikasi warisan yang tetap berguna.

9.17.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks keterbatasan model Bohr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model Bohr berhasil menjelaskan tingkat energi hidrogenik secara terbatas, tetapi gagal menggambarkan atom banyak elektron, intensitas dan struktur halus spektrum, serta sifat orbital kuantum secara lengkap.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta prediksi yang dapat dan tidak dapat dibuat model. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa kulit Bohr disamakan dengan orbit nyata tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa spektrum H termasuk contoh yang relevan, mengapa atom He perlu diperlakukan

berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model ilmiah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta prediksi yang dapat dan tidak dapat dibuat model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menempatkan model Bohr sebagai model transisi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kulit Bohr disamakan dengan orbit nyata. Bukti dapat diperoleh dengan meminta prediksi yang dapat dan tidak dapat dibuat model.

9.17.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks keterbatasan model bohr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model Bohr berhasil menjelaskan tingkat energi hidrogenik secara terbatas, tetapi gagal menggambarkan atom banyak elektron, intensitas dan struktur halus spektrum, serta sifat orbital kuantum secara lengkap.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membandingkan domain validitas. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa atom He termasuk contoh yang relevan, mengapa perbandingan diagram Bohr dan orbital perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep orbit dan orbital secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji kasus atom banyak elektron, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan domain validitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan

konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: model bekerja sama baik untuk semua unsur. Bukti dapat diperoleh dengan menguji kasus atom banyak elektron.

9.17.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks keterbatasan model bohr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model Bohr berhasil menjelaskan tingkat energi hidrogenik secara terbatas, tetapi gagal menggambarkan atom banyak elektron, intensitas dan struktur halus spektrum, serta sifat orbital kuantum secara lengkap.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan model kuantum bertahap. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada perbandingan diagram Bohr dan orbital. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengidentifikasi warisan yang tetap berguna, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model kuantum bertahap. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: diagram Bohr cukup menjelaskan ikatan dan geometri molekul. Bukti dapat diperoleh dengan mengidentifikasi warisan yang tetap berguna.

9.17.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks keterbatasan model bohr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa model Bohr berhasil menjelaskan tingkat energi hidrogenik secara terbatas, tetapi gagal menggambarkan atom banyak elektron, intensitas dan struktur halus spektrum, serta sifat orbital kuantum secara lengkap.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menempatkan model Bohr sebagai model transisi. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa spektrum H termasuk contoh yang relevan, mengapa atom He perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model ilmiah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta prediksi yang dapat dan tidak dapat dibuat model, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menempatkan model Bohr sebagai model transisi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: model Bohr dianggap model atom modern final. Bukti dapat diperoleh dengan meminta prediksi yang dapat dan tidak dapat dibuat model.

9.18 Strategi Diagnosis dan Remediasi

Subbab ini membahas strategi diagnosis dan remediasi sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Diagnosis struktur atom harus menelusuri model mental, interpretasi gambar, penggunaan simbol nuklida, dan penalaran energi; remediasi perlu mengontraskan model serta menghubungkan bukti eksperimen dengan representasi.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup asesmen diagnostik, kompetensi model, perubahan konseptual. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa jawaban konfigurasi benar dianggap bukti pemahaman model dan bahwa gambar cantik dianggap ilmiah tanpa legenda. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks wawancara berbasis gambar, tes multi-tier orbit-orbital, dan tugas translasi simbol-diagram dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi mengembangkan model-based inquiry, mengoreksi bahasa dan gambar, dan melakukan rediagnosis tertunda. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Diagnosis struktur atom harus menelusuri model mental, interpretasi gambar, penggunaan simbol nuklida, dan penalaran energi; remediasi perlu mengontraskan model serta menghubungkan bukti eksperimen dengan representasi.

Pertanyaan diagnosis utama: menggunakan set representasi kontrasif.

Remediasi awal: mengembangkan model-based inquiry.

9.18.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis struktur atom harus menelusuri model mental, interpretasi gambar, penggunaan simbol nuklida, dan penalaran energi; remediasi perlu mengontraskan model serta menghubungkan bukti eksperimen dengan representasi. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh tes multi-tier orbit-orbital dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan tugas translasi simbol-diagram. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan kompetensi model serta

perubahan konseptual perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa tes multi-tier orbit-orbital termasuk contoh yang relevan, mengapa tugas translasi simbol-diagram perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kompetensi model secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alasan dan keyakinan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengoreksi bahasa dan gambar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gambar cantik dianggap ilmiah tanpa legenda. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alasan dan keyakinan.

9.18.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis struktur atom harus menelusuri model mental, interpretasi gambar, penggunaan simbol nuklida, dan penalaran energi; remediasi perlu mengontraskan model serta menghubungkan bukti eksperimen dengan representasi. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh tugas translasi simbol-diagram dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan wawancara berbasis gambar. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan perubahan konseptual serta asesmen diagnostik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa tugas translasi simbol-diagram termasuk contoh yang relevan, mengapa wawancara berbasis gambar perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat

mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep perubahan konseptual secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengukur transfer ke atom atau ion baru, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi melakukan rediagnosis tertunda. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: hafalan urutan model dianggap pemahaman sejarah. Bukti dapat diperoleh dengan mengukur transfer ke atom atau ion baru.

9.18.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis struktur atom harus menelusuri model mental, interpretasi gambar, penggunaan simbol nuklida, dan penalaran energi; remediasi perlu mengontraskan model serta menghubungkan bukti eksperimen dengan representasi.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh wawancara berbasis gambar dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan tes multi-tier orbit-orbital. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan asesmen diagnostik serta kompetensi model perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada wawancara berbasis gambar. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan set representasi kontrasitif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengembangkan model-based inquiry. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu analogi digunakan tanpa batas. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan set representasi kontrasitif.

9.18.4 Model Submikroskopik

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis struktur atom harus menelusuri model mental, interpretasi gambar, penggunaan simbol nuklida, dan penalaran energi; remediasi perlu mengontraskan model serta menghubungkan bukti eksperimen dengan representasi.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Contoh tes multi-tier orbit-orbital dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan tugas translasi simbol-diagram. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan kompetensi model serta perubahan konseptual perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada tes multi-tier orbit-orbital. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alasan dan keyakinan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengoreksi bahasa dan gambar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jawaban konfigurasi benar dianggap bukti pemahaman model. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alasan dan keyakinan.

9.18.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis struktur atom harus menelusuri model mental, interpretasi gambar, penggunaan simbol nuklida, dan penalaran energi; remediasi perlu mengontraskan model serta menghubungkan bukti eksperimen dengan representasi.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Contoh tugas translasi simbol-diagram dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan wawancara berbasis gambar. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan perubahan konseptual serta asesmen diagnostik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada tugas translasi simbol-diagram. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengukur transfer ke atom atau ion baru, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi melakukan rediagnosis tertunda. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gambar cantik dianggap ilmiah tanpa legenda. Bukti dapat diperoleh dengan mengukur transfer ke atom atau ion baru.

9.18.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis struktur atom

harus menelusuri model mental, interpretasi gambar, penggunaan simbol nuklida, dan penalaran energi; remediasi perlu mengontraskan model serta menghubungkan bukti eksperimen dengan representasi.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Contoh wawancara berbasis gambar dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan tes multi-tier orbit-orbital. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan asesmen diagnostik serta kompetensi model perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada wawancara berbasis gambar. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan set representasi kontrastif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengembangkan model-based inquiry. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: hafalan urutan model dianggap pemahaman sejarah. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan set representasi kontrastif.

9.18.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis struktur atom harus menelusuri model mental, interpretasi gambar, penggunaan simbol nuklida, dan penalaran energi; remediasi perlu mengontraskan model serta menghubungkan bukti eksperimen dengan representasi.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Contoh tes multi-tier orbit-orbital dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan tugas translasi simbol-diagram. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan kompetensi model serta perubahan konseptual perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada tes multi-tier orbit-orbital. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alasan dan keyakinan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengoreksi bahasa dan gambar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu analogi digunakan tanpa batas. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alasan dan keyakinan.

9.18.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis struktur atom harus menelusuri model mental, interpretasi gambar, penggunaan simbol nuklida, dan penalaran energi; remediasi perlu mengontraskan model serta menghubungkan bukti eksperimen dengan representasi.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa jawaban konfigurasi benar dianggap bukti pemahaman model. Variasi lain menyatakan bahwa gambar cantik dianggap ilmiah tanpa legenda. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa tugas translasi simbol-diagram termasuk contoh yang relevan, mengapa wawancara berbasis gambar perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep perubahan konseptual secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengukur transfer ke atom atau ion baru, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi melakukan rediagnosis tertunda. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jawaban konfigurasi benar dianggap bukti pemahaman model. Bukti dapat diperoleh dengan mengukur transfer ke atom atau ion baru.

9.18.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis struktur atom harus menelusuri model mental, interpretasi gambar, penggunaan simbol nuklida, dan penalaran energi; remediasi perlu mengontraskan model serta menghubungkan bukti eksperimen dengan representasi.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa gambar cantik dianggap ilmiah tanpa legenda. Variasi lain menyatakan bahwa hafalan urutan model dianggap pemahaman sejarah. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa wawancara berbasis gambar termasuk contoh yang relevan, mengapa tes multi-tier orbit-orbital perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep asesmen diagnostik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan set representasi kontrasif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengembangkan model-based inquiry. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gambar cantik dianggap ilmiah tanpa legenda. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan set representasi kontrasif.

9.18.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis struktur atom harus menelusuri model mental, interpretasi gambar, penggunaan simbol nuklida, dan penalaran energi; remediasi perlu mengontraskan model serta menghubungkan bukti eksperimen dengan representasi.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa hafalan urutan model dianggap pemahaman sejarah. Variasi lain menyatakan bahwa satu analogi digunakan tanpa batas. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada tes multi-tier orbit-orbital. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alasan dan keyakinan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengoreksi bahasa dan gambar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: hafalan urutan model dianggap pemahaman sejarah. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alasan dan keyakinan.

9.18.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis struktur atom harus menelusuri model mental, interpretasi gambar, penggunaan simbol nuklida, dan penalaran energi; remediasi perlu mengontraskan model serta menghubungkan bukti eksperimen dengan representasi.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengukur transfer ke atom atau ion baru. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa satu analogi digunakan tanpa batas tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa tugas translasi simbol-diagram termasuk contoh yang relevan, mengapa wawancara berbasis gambar perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep perubahan konseptual secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengukur transfer ke atom atau ion baru, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi melakukan rediagnosis tertunda. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu analogi digunakan tanpa batas. Bukti dapat diperoleh dengan mengukur transfer ke atom atau ion baru.

9.18.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis struktur atom harus

menelusuri model mental, interpretasi gambar, penggunaan simbol nuklida, dan penalaran energi; remediasi perlu mengontraskan model serta menghubungkan bukti eksperimen dengan representasi.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggunakan set representasi kontradiktif. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa jawaban konfigurasi benar dianggap bukti pemahaman model tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa wawancara berbasis gambar termasuk contoh yang relevan, mengapa tes multi-tier orbit-orbital perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep asesmen diagnostik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan set representasi kontradiktif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengembangkan model-based inquiry. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jawaban konfigurasi benar dianggap bukti pemahaman model. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan set representasi kontradiktif.

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

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis struktur atom harus menelusuri model mental, interpretasi gambar, penggunaan simbol nuklida, dan penalaran energi; remediasi perlu mengontraskan model serta menghubungkan bukti eksperimen dengan representasi.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta alasan dan keyakinan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa gambar cantik dianggap ilmiah tanpa legenda tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada tes multi-tier orbit-orbital. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alasan dan keyakinan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengoreksi bahasa dan gambar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gambar cantik dianggap ilmiah tanpa legenda. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alasan dan keyakinan.

9.18.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis struktur atom harus menelusuri model mental, interpretasi gambar, penggunaan simbol nuklida, dan penalaran energi; remediasi perlu mengontraskan model serta menghubungkan bukti eksperimen dengan representasi.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Autschbach, 2012; Barradas-Solas & Sánchez Gómez, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengukur transfer ke atom atau ion baru. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa hafalan urutan model dianggap pemahaman sejarah tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa tugas translasi simbol-diagram termasuk contoh yang relevan, mengapa wawancara berbasis gambar perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep perubahan konseptual secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengukur transfer ke atom atau ion baru, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi melakukan rediagnosis tertunda. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: hafalan urutan model dianggap pemahaman sejarah. Bukti dapat diperoleh dengan mengukur transfer ke atom atau ion baru.

9.18.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis struktur atom harus menelusuri model mental, interpretasi gambar, penggunaan simbol nuklida, dan penalaran energi; remediasi perlu mengontraskan model serta menghubungkan bukti eksperimen dengan representasi.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Papageorgiou, Markos, & Zarkadis, 2016).

Remediasi dapat dirancang dengan cara mengembangkan model-based inquiry. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa wawancara berbasis gambar termasuk contoh yang relevan, mengapa tes multi-tier orbit-orbital perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep asesmen diagnostik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan set representasi kontrasitif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengembangkan model-based inquiry. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu analogi digunakan tanpa batas. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan set representasi kontrasitif.

9.18.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis struktur atom harus menelusuri model mental, interpretasi gambar, penggunaan simbol nuklida, dan penalaran energi; remediasi perlu mengontraskan model serta menghubungkan bukti eksperimen dengan representasi.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Griffiths & Preston, 1992; Park & Light, 2009).

Remediasi dapat dirancang dengan cara mengoreksi bahasa dan gambar. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada tes multi-tier orbit-orbital. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alasan dan keyakinan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengoreksi bahasa dan gambar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jawaban konfigurasi benar dianggap bukti pemahaman model. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alasan dan keyakinan.

9.18.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis struktur atom harus menelusuri model mental, interpretasi gambar, penggunaan simbol nuklida, dan penalaran energi; remediasi perlu mengontraskan model serta menghubungkan bukti eksperimen dengan representasi.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Zarkadis, Papageorgiou, & Stamovlasis, 2017).

Remediasi dapat dirancang dengan cara melakukan rediagnosis tertunda. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa tugas translasi simbol-diagram termasuk contoh yang relevan, mengapa wawancara berbasis gambar perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep perubahan konseptual secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengukur transfer ke atom atau ion baru, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi melakukan rediagnosis tertunda. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gambar cantik dianggap ilmiah tanpa legenda. Bukti dapat diperoleh dengan mengukur transfer ke atom atau ion baru.

9.19 Sintesis Bab

Bab 9 menunjukkan bahwa miskonsepsi tidak berdiri sebagai daftar kesalahan terpisah. Kesalahan pada satu konsep dapat menjadi sumber bagi kesalahan lain karena peserta didik

membangun jaringan pengetahuan. Diagnosis perlu mencari konsep yang paling sentral, prasyarat yang belum kokoh, dan representasi yang gagal dikoordinasikan.

Pemahaman konseptual ditandai oleh kemampuan menjelaskan, memprediksi, menggambar, menggunakan simbol, menghitung, serta memeriksa kewajaran hasil secara konsisten. Ketepatan prosedural tetap penting, tetapi harus ditempatkan sebagai bagian dari penalaran, bukan pengganti makna.

Remediasi efektif menghindari dua ekstrem: pengulangan definisi tanpa bukti dan konflik kognitif tanpa rekonstruksi. Peserta didik memerlukan kesempatan menyatakan gagasan awal, membandingkannya dengan data, membangun model yang lebih kuat, dan menguji model tersebut pada situasi baru.

Bagi guru, implikasi utamanya adalah menggunakan asesmen diagnostik secara berkelanjutan. Bukti sebelum, selama, segera setelah, dan beberapa waktu setelah pembelajaran memberi gambaran yang lebih valid mengenai perubahan konseptual daripada satu tes akhir.

Ringkasan Diagnostik

Utamakan penjelasan kausal dan koordinasi representasi.

Bedakan ketidaktahuan, kesalahan prosedural, dan miskonsepsi.

Gunakan lebih dari satu sumber bukti diagnosis.

Uji keberhasilan melalui retensi dan transfer.

Daftar Pustaka Bab 9

Seluruh rujukan di bawah memiliki DOI atau alamat resmi yang dapat ditelusuri. Tautan ditulis aktif untuk mendukung verifikasi sumber dan pembaruan literatur.

Flowers, P., Theopold, K., Langley, R., & Robinson, W. R. (2019). Chemistry 2e. Houston, TX: OpenStax, Rice University. <https://openstax.org/details/books/chemistry-2e>

International Union of Pure and Applied Chemistry. (n.d.). Atom. Compendium of Chemical Terminology (the Gold Book). <https://doi.org/10.1351/goldbook.A00493>

International Union of Pure and Applied Chemistry. (n.d.). Chemical element. Compendium of Chemical Terminology (the Gold Book). <https://doi.org/10.1351/goldbook.C01022>

International Union of Pure and Applied Chemistry. (n.d.). Configuration. Compendium of Chemical Terminology (the Gold Book). <https://doi.org/10.1351/goldbook.C01248>

National Institute of Standards and Technology. (2024). Atomic Weights and Isotopic Compositions. <https://physics.nist.gov/PhysRefData/Compositions/>

Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry - logical or psychological? Chemistry Education Research and Practice, 1, 9-15. <https://doi.org/10.1039/A9RP90001B>

- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry triplet. *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195. <https://doi.org/10.1080/09500690903386435>
- Gilbert, J. K., & Treagust, D. F. (Eds.). (2009). *Multiple Representations in Chemical Education*. Dordrecht: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8>
- Taber, K. S. (2002). *Chemical Misconceptions: Prevention, Diagnosis and Cure. Volume I: Theoretical Background*. London: Royal Society of Chemistry. <https://edu.rsc.org/resources/chemical-misconceptions-prevention-diagnosis-and-cure-volume-1/4011987.article>
- Kind, V. (2004). *Beyond Appearances: Students' Misconceptions about Basic Chemical Ideas* (2nd ed.). London: Royal Society of Chemistry. <https://edu.rsc.org/resources/beyond-appearances/4011570.article>
- Barke, H.-D., Hazari, A., & Yitbarek, S. (2009). *Misconceptions in Chemistry: Addressing Perceptions in Chemical Education*. Berlin: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-70989-3>
- Griffiths, A. K., & Preston, K. R. (1992). Grade-12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(6), 611-628. <https://doi.org/10.1002/tea.3660290609>
- Park, E. J., & Light, G. (2009). Identifying atomic structure as a threshold concept: Student mental models and troublesomeness. *International Journal of Science Education*, 31(2), 233-258. <https://doi.org/10.1080/09500690701675880>
- Zarkadis, N., Papageorgiou, G., & Stamovlasis, D. (2017). Studying the consistency between and within the student mental models for atomic structure. *Chemistry Education Research and Practice*, 18, 893-902. <https://doi.org/10.1039/C7RP00135E>
- Papageorgiou, G., Markos, A., & Zarkadis, N. (2016). Students' representations of the atomic structure - the effect of some individual differences in particular task contexts. *Chemistry Education Research and Practice*, 17, 209-219. <https://doi.org/10.1039/C5RP00201J>
- Barradas-Solas, F., & Sánchez Gómez, P. J. (2014). Orbitals in chemistry: A modern guide for students. *Chemistry Education Research and Practice*, 15, 311-319. <https://doi.org/10.1039/C4RP00023D>
- Autschbach, J. (2012). Orbitals: Some fiction and some facts. *Journal of Chemical Education*, 89(8), 1032-1040. <https://doi.org/10.1021/ed200673w>

BAB 10

MISKONSEPSI TENTANG SISTEM PERIODIK UNSUR

Pengantar Bab

Sistem periodik bukan daftar yang harus dihafalkan, melainkan representasi keteraturan sifat unsur berdasarkan nomor atom dan konfigurasi elektron. Tren periodik muncul dari interaksi muatan inti, penyarungan, penetrasi, jarak, dan konfigurasi elektron.

Bab ini mengembangkan pemahaman konseptual tentang sejarah pengelompokan unsur, golongan dan periode, posisi unsur, jari-jari, energi ionisasi, afinitas elektron, keelektronegatifan, sifat logam, kereaktifan, penyebab mikroskopik, serta pengecualian tren.

Pembahasan disusun dengan kerangka makroskopik-submikroskopik-simbolik. Setiap konsep dianalisis dari definisi, hubungan antarkonsep, pola miskonsepsi, sumber konsepsi alternatif, instrumen diagnosis, strategi perubahan konseptual, dan evaluasi transfer. Kerangka ini mengikuti pandangan bahwa pemahaman kimia menuntut koordinasi berbagai representasi, bukan penguasaan satu bentuk representasi secara terpisah.

Istilah miskonsepsi dalam buku ini digunakan sebagai kategori analitis terhadap pola respons yang relatif konsisten dan diyakini, bukan sebagai identitas peserta didik. Jawaban salah dapat berasal dari ketidaktahuan, kelalaian, masalah bahasa, kesalahan hitung, atau beban kognitif. Oleh sebab itu, klaim diagnostik harus ditopang oleh beberapa bukti dan selalu diarahkan pada tindakan pedagogis yang konstruktif.

Referensi ilmiah pada bab ini dipilih dari terminologi resmi, buku terbuka yang dapat diakses, monograf pendidikan kimia, dan artikel jurnal yang mempunyai DOI aktif. Daftar pustaka bab memuat tautan stabil sehingga pembaca dapat memeriksa sumber asli dan memperbarui kajian secara bertanggung jawab.

Ringkasan Diagnostik

Orientasi analisis: konsep ilmiah, miskonsepsi, sumber, diagnosis, dan remediasi.

Tingkat representasi: makroskopik, submikroskopik, simbolik, dan kuantitatif.

Prinsip bukti: satu jawaban tidak cukup untuk menetapkan miskonsepsi.

Prinsip etika: hasil diagnosis digunakan untuk dukungan belajar, bukan stigmatisasi.

Peta Konseptual dan Alur Pembahasan

Bab dimulai dari penetapan batas konsep. Definisi dioperasionalkan melalui contoh, noncontoh, dan kasus batas agar peserta didik tidak hanya mengulang kalimat buku teks. Selanjutnya, konsep ditempatkan dalam jaringan prasyarat dan konsep lanjutan sehingga guru dapat mengenali miskonsepsi yang bersifat akar maupun turunan.

Tahap berikutnya membandingkan bukti makroskopik dengan model submikroskopik dan notasi simbolik. Translasi antarrepresentasi diperlakukan sebagai kompetensi tersendiri. Kesalahan translasi sering menjadi sumber jawaban semu-benar: hasil hitung tepat, tetapi makna partikel atau besaran tidak dipahami.

Setelah pola miskonsepsi dan sumbernya dipetakan, pembahasan beralih ke diagnosis. Pertanyaan terbuka, tes bertingkat, gambar, Predict-Observe-Explain, dan wawancara digunakan secara komplementer. Interpretasi mempertimbangkan keyakinan, konsistensi, konteks, dan kemungkinan penjelasan alternatif.

Remediasi dirancang sebagai siklus elisitasi, konfrontasi berbasis bukti, konstruksi model pengganti, aplikasi, refleksi, dan rediagnosis. Keberhasilan tidak hanya dilihat dari skor segera, tetapi juga dari retensi dan transfer pada konteks yang berbeda.

Tahap	Pertanyaan Kunci	Bukti yang Dicari	Keputusan Pedagogis
Elisitasi	Apa yang dipikirkan peserta didik?	Jawaban, alasan, gambar, keyakinan	Menentukan konsepsi awal
Analisis	Mengapa respons itu muncul?	Konsistensi dan sumber penalaran	Membedakan salah biasa dan miskonsepsi
Remediasi	Model apa yang perlu dibangun?	Respons terhadap bukti dan representasi	Memilih scaffolding
Rediagnosis	Apakah perubahan bertahan?	Transfer dan retensi	Menentukan tindak lanjut

10.1 Dasar Pengelompokan Unsur

Subbab ini membahas dasar pengelompokan unsur sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Pengelompokan unsur didasarkan pada kesamaan pola sifat dan struktur elektron; klasifikasi ilmiah harus mempunyai kriteria eksplisit serta mampu menjelaskan kemiripan dan perbedaan.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup sifat periodik, konfigurasi elektron, klasifikasi ilmiah. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa unsur dikelompokkan hanya berdasarkan wujud atau warna dan bahwa semua unsur satu golongan memiliki sifat identik. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks Li, Na, K, halogen, dan metaloid dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar

atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan data multiatribut, membedakan deskripsi dan penjelasan, dan menghubungkan kelompok dengan konfigurasi. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Pengelompokan unsur didasarkan pada kesamaan pola sifat dan struktur elektron; klasifikasi ilmiah harus mempunyai kriteria eksplisit serta mampu menjelaskan kemiripan dan perbedaan.

Pertanyaan diagnosis utama: meminta peserta didik merumuskan kriteria.

Remediasi awal: menggunakan data multiatribut.

10.1.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks dasar pengelompokan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengelompokan unsur didasarkan pada kesamaan pola sifat dan struktur elektron; klasifikasi ilmiah harus mempunyai kriteria eksplisit serta mampu menjelaskan kemiripan dan perbedaan.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh Li, Na, K dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan halogen. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan sifat periodik serta konfigurasi elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Li, Na, K termasuk contoh yang relevan, mengapa halogen perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sifat periodik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik merumuskan kriteria, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data multiatribut. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak

identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kategori logam dan nonlogam dianggap batas mutlak. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik merumuskan kriteria.

10.1.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks dasar pengelompokan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengelompokan unsur didasarkan pada kesamaan pola sifat dan struktur elektron; klasifikasi ilmiah harus mempunyai kriteria eksplisit serta mampu menjelaskan kemiripan dan perbedaan.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh halogen dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan metaloid. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konfigurasi elektron serta klasifikasi ilmiah perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa halogen termasuk contoh yang relevan, mengapa metaloid perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengelompokkan kartu data unsur, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan deskripsi dan penjelasan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nama golongan diperlakukan sebagai sebab sifat. Bukti dapat diperoleh dengan mengelompokkan kartu data unsur.

10.1.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks dasar pengelompokan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengelompokan unsur didasarkan pada kesamaan pola sifat dan struktur elektron; klasifikasi ilmiah harus mempunyai kriteria eksplisit serta mampu menjelaskan kemiripan dan perbedaan.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh metaloid dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Li, Na, K. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan klasifikasi ilmiah serta sifat periodik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada metaloid. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji unsur yang menjadi kasus batas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan kelompok dengan konfigurasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur dikelompokkan hanya berdasarkan wujud atau warna. Bukti dapat diperoleh dengan menguji unsur yang menjadi kasus batas.

10.1.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks dasar pengelompokan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengelompokan unsur didasarkan pada kesamaan pola sifat dan struktur elektron; klasifikasi ilmiah harus mempunyai kriteria eksplisit serta mampu menjelaskan kemiripan dan perbedaan.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan

perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Contoh Li, Na, K dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan halogen. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan sifat periodik serta konfigurasi elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Li, Na, K. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik merumuskan kriteria, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data multiatribut. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua unsur satu golongan memiliki sifat identik. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik merumuskan kriteria.

10.1.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks dasar pengelompokan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengelompokan unsur didasarkan pada kesamaan pola sifat dan struktur elektron; klasifikasi ilmiah harus mempunyai kriteria eksplisit serta mampu menjelaskan kemiripan dan perbedaan.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh halogen dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan metaloid. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konfigurasi elektron serta klasifikasi ilmiah perlu dibuat eksplisit.

Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada halogen. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengelompokkan kartu data unsur, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan deskripsi dan penjelasan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kategori logam dan nonlogam dianggap batas mutlak. Bukti dapat diperoleh dengan mengelompokkan kartu data unsur.

10.1.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks dasar pengelompokan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengelompokan unsur didasarkan pada kesamaan pola sifat dan struktur elektron; klasifikasi ilmiah harus mempunyai kriteria eksplisit serta mampu menjelaskan kemiripan dan perbedaan.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh metaloid dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Li, Na, K. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan klasifikasi ilmiah serta sifat periodik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada metaloid. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan

warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji unsur yang menjadi kasus batas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan kelompok dengan konfigurasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nama golongan diperlakukan sebagai sebab sifat. Bukti dapat diperoleh dengan menguji unsur yang menjadi kasus batas.

10.1.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks dasar pengelompokan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengelompokan unsur didasarkan pada kesamaan pola sifat dan struktur elektron; klasifikasi ilmiah harus mempunyai kriteria eksplisit serta mampu menjelaskan kemiripan dan perbedaan.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh Li, Na, K dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan halogen. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan sifat periodik serta konfigurasi elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Li, Na, K. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik merumuskan kriteria, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data multiatribut. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer

juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur dikelompokkan hanya berdasarkan wujud atau warna. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik merumuskan kriteria.

10.1.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks dasar pengelompokan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengelompokan unsur didasarkan pada kesamaan pola sifat dan struktur elektron; klasifikasi ilmiah harus mempunyai kriteria eksplisit serta mampu menjelaskan kemiripan dan perbedaan.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa semua unsur satu golongan memiliki sifat identik. Variasi lain menyatakan bahwa kategori logam dan nonlogam dianggap batas mutlak. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa halogen termasuk contoh yang relevan, mengapa metaloid perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengelompokkan kartu data unsur, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan deskripsi dan penjelasan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua unsur satu golongan memiliki sifat identik. Bukti dapat diperoleh dengan mengelompokkan kartu data unsur.

10.1.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks dasar pengelompokan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengelompokan

unsur didasarkan pada kesamaan pola sifat dan struktur elektron; klasifikasi ilmiah harus mempunyai kriteria eksplisit serta mampu menjelaskan kemiripan dan perbedaan.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa kategori logam dan nonlogam dianggap batas mutlak. Variasi lain menyatakan bahwa nama golongan diperlakukan sebagai sebab sifat. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa metaloid termasuk contoh yang relevan, mengapa Li, Na, K perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep klasifikasi ilmiah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji unsur yang menjadi kasus batas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan kelompok dengan konfigurasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kategori logam dan nonlogam dianggap batas mutlak. Bukti dapat diperoleh dengan menguji unsur yang menjadi kasus batas.

10.1.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks dasar pengelompokan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengelompokan unsur didasarkan pada kesamaan pola sifat dan struktur elektron; klasifikasi ilmiah harus mempunyai kriteria eksplisit serta mampu menjelaskan kemiripan dan perbedaan.. Fokus sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa nama golongan diperlakukan sebagai sebab sifat. Variasi lain menyatakan bahwa unsur dikelompokkan hanya berdasarkan wujud atau warna. Kedua respons dapat tampak

sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Li, Na, K termasuk contoh yang relevan, mengapa halogen perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sifat periodik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik merumuskan kriteria, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data multiatribut. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nama golongan diperlakukan sebagai sebab sifat. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik merumuskan kriteria.

10.1.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks dasar pengelompokan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengelompokan unsur didasarkan pada kesamaan pola sifat dan struktur elektron; klasifikasi ilmiah harus mempunyai kriteria eksplisit serta mampu menjelaskan kemiripan dan perbedaan.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa unsur dikelompokkan hanya berdasarkan wujud atau warna. Variasi lain menyatakan bahwa semua unsur satu golongan memiliki sifat identik. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada halogen. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan

warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengelompokkan kartu data unsur, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan deskripsi dan penjelasan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur dikelompokkan hanya berdasarkan wujud atau warna. Bukti dapat diperoleh dengan mengelompokkan kartu data unsur.

10.1.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks dasar pengelompokan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengelompokan unsur didasarkan pada kesamaan pola sifat dan struktur elektron; klasifikasi ilmiah harus mempunyai kriteria eksplisit serta mampu menjelaskan kemiripan dan perbedaan.. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa semua unsur satu golongan memiliki sifat identik. Variasi lain menyatakan bahwa kategori logam dan nonlogam dianggap batas mutlak. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa metaloid termasuk contoh yang relevan, mengapa Li, Na, K perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep klasifikasi ilmiah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji unsur yang menjadi kasus batas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan kelompok dengan konfigurasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan

transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua unsur satu golongan memiliki sifat identik. Bukti dapat diperoleh dengan menguji unsur yang menjadi kasus batas.

10.1.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks dasar pengelompokan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengelompokan unsur didasarkan pada kesamaan pola sifat dan struktur elektron; klasifikasi ilmiah harus mempunyai kriteria eksplisit serta mampu menjelaskan kemiripan dan perbedaan.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta peserta didik merumuskan kriteria. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa kategori logam dan nonlogam dianggap batas mutlak tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Li, Na, K termasuk contoh yang relevan, mengapa halogen perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sifat periodik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik merumuskan kriteria, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data multiatribut. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kategori logam dan nonlogam dianggap batas mutlak. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik merumuskan kriteria.

10.1.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks dasar

pengelompokan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengelompokan unsur didasarkan pada kesamaan pola sifat dan struktur elektron; klasifikasi ilmiah harus mempunyai kriteria eksplisit serta mampu menjelaskan kemiripan dan perbedaan.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengelompokkan kartu data unsur. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa nama golongan diperlakukan sebagai sebab sifat tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa halogen termasuk contoh yang relevan, mengapa metaloid perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengelompokkan kartu data unsur, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan deskripsi dan penjelasan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nama golongan diperlakukan sebagai sebab sifat. Bukti dapat diperoleh dengan mengelompokkan kartu data unsur.

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

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks dasar pengelompokan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengelompokan unsur didasarkan pada kesamaan pola sifat dan struktur elektron; klasifikasi ilmiah harus mempunyai kriteria eksplisit serta mampu menjelaskan kemiripan dan perbedaan.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menguji unsur yang menjadi kasus batas. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa unsur dikelompokkan hanya berdasarkan wujud atau warna tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada metaloid. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji unsur yang menjadi kasus batas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan kelompok dengan konfigurasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur dikelompokkan hanya berdasarkan wujud atau warna. Bukti dapat diperoleh dengan menguji unsur yang menjadi kasus batas.

10.1.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks dasar pengelompokan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengelompokan unsur didasarkan pada kesamaan pola sifat dan struktur elektron; klasifikasi ilmiah harus mempunyai kriteria eksplisit serta mampu menjelaskan kemiripan dan perbedaan.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta peserta didik merumuskan kriteria. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa semua unsur satu golongan memiliki sifat identik tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Li, Na, K termasuk contoh yang relevan, mengapa halogen perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sifat periodik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik merumuskan kriteria, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data multiatribut. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua unsur satu golongan memiliki sifat identik. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik merumuskan kriteria.

10.1.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks dasar pengelompokan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengelompokan unsur didasarkan pada kesamaan pola sifat dan struktur elektron; klasifikasi ilmiah harus mempunyai kriteria eksplisit serta mampu menjelaskan kemiripan dan perbedaan.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membedakan deskripsi dan penjelasan. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa halogen termasuk contoh yang relevan, mengapa metaloid perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengelompokkan kartu data unsur, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan deskripsi dan

penjelasan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kategori logam dan nonlogam dianggap batas mutlak. Bukti dapat diperoleh dengan mengelompokkan kartu data unsur.

10.1.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks dasar pengelompokan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengelompokan unsur didasarkan pada kesamaan pola sifat dan struktur elektron; klasifikasi ilmiah harus mempunyai kriteria eksplisit serta mampu menjelaskan kemiripan dan perbedaan.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan kelompok dengan konfigurasi. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada metaloid. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji unsur yang menjadi kasus batas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan kelompok dengan konfigurasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nama golongan diperlakukan sebagai sebab sifat. Bukti dapat diperoleh dengan menguji unsur yang menjadi kasus batas.

10.1.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks dasar pengelompokan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengelompokan unsur didasarkan pada kesamaan pola sifat dan struktur elektron; klasifikasi ilmiah harus mempunyai kriteria eksplisit serta mampu menjelaskan kemiripan dan perbedaan.. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan untuk menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan data multiatribut. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Li, Na, K. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peserta didik merumuskan kriteria, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data multiatribut. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur dikelompokkan hanya berdasarkan wujud atau warna. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peserta didik merumuskan kriteria.

10.1.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks dasar pengelompokan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengelompokan unsur didasarkan pada kesamaan pola sifat dan struktur elektron; klasifikasi ilmiah harus mempunyai kriteria eksplisit serta mampu menjelaskan kemiripan dan perbedaan.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan

bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membedakan deskripsi dan penjelasan. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa halogen termasuk contoh yang relevan, mengapa metaloid perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengelompokkan kartu data unsur, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan deskripsi dan penjelasan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua unsur satu golongan memiliki sifat identik. Bukti dapat diperoleh dengan mengelompokkan kartu data unsur.

10.2 Perkembangan Sistem Periodik

Subbab ini membahas perkembangan sistem periodik sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Sistem periodik berkembang dari pola massa atom dan sifat menuju susunan berdasarkan nomor atom, disertai prediksi unsur dan revisi atas anomali; sejarahnya memperlihatkan hubungan data, pola, dan teori.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup sejarah sains, nomor atom, model atom. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa Mendeleev dianggap menyusun tabel modern lengkap dan bahwa massa atom masih dianggap dasar periodik utama. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks triade Döbereiner, oktaf Newlands, dan prediksi eka-silikon dan hukum Moseley dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan data historis terpilih, menekankan fungsi prediktif, dan membedakan konteks penemuan dan pembenaran. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Sistem periodik berkembang dari pola massa atom dan sifat menuju susunan berdasarkan nomor atom, disertai prediksi unsur dan revisi atas anomali; sejarahnya memperlihatkan hubungan data, pola, dan teori.

Pertanyaan diagnosis utama: menghubungkan bukti dengan revisi.

Remediasi awal: menggunakan data historis terpilih.

10.2.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks perkembangan sistem periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sistem periodik berkembang dari pola massa atom dan sifat menuju susunan berdasarkan nomor atom, disertai prediksi unsur dan revisi atas anomali; sejarahnya memperlihatkan hubungan data, pola, dan teori.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh prediksi eka-silikon dan hukum Moseley dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan triade Döbereiner. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan model atom serta sejarah sains perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa prediksi eka-silikon dan hukum Moseley termasuk contoh yang relevan, mengapa triade Döbereiner perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai kekuatan prediksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan konteks penemuan dan membenaran. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kekosongan tabel dianggap kesalahan. Bukti dapat diperoleh dengan menilai kekuatan prediksi.

10.2.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks perkembangan sistem periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sistem periodik berkembang dari pola massa atom dan sifat menuju susunan berdasarkan nomor atom, disertai prediksi unsur dan revisi atas anomali; sejarahnya memperlihatkan hubungan data, pola, dan teori.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh triade Döbereiner dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan oktaf Newlands. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan sejarah sains serta nomor atom perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa triade Döbereiner termasuk contoh yang relevan, mengapa oktaf Newlands perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sejarah sains secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan bukti dengan revisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data historis terpilih. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perkembangan hanya urutan nama ilmuwan. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan bukti dengan revisi.

10.2.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks perkembangan sistem periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sistem periodik berkembang dari pola massa atom dan sifat menuju susunan berdasarkan nomor atom, disertai prediksi unsur dan revisi atas anomali; sejarahnya memperlihatkan hubungan data, pola, dan teori.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh oktaf Newlands dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan prediksi eka-silikon dan hukum Moseley. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan nomor atom serta model atom perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada oktaf Newlands. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan susunan massa dan nomor atom, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan fungsi prediktif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Mendelev dianggap menyusun tabel modern lengkap. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan susunan massa dan nomor atom.

10.2.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks perkembangan sistem periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sistem periodik

berkembang dari pola massa atom dan sifat menuju susunan berdasarkan nomor atom, disertai prediksi unsur dan revisi atas anomali; sejarahnya memperlihatkan hubungan data, pola, dan teori.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Contoh prediksi eka-silikon dan hukum Moseley dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan triade Döbereiner. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan model atom serta sejarah sains perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada prediksi eka-silikon dan hukum Moseley. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai kekuatan prediksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan konteks penemuan dan pembenaran. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa atom masih dianggap dasar periodik utama. Bukti dapat diperoleh dengan menilai kekuatan prediksi.

10.2.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks perkembangan sistem periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sistem periodik berkembang dari pola massa atom dan sifat menuju susunan berdasarkan nomor atom, disertai prediksi unsur dan revisi atas anomali; sejarahnya memperlihatkan hubungan data, pola, dan teori.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh triade Döbereiner dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan oktaf Newlands. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan sejarah sains serta nomor atom perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada triade Döbereiner. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan bukti dengan revisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data historis terpilih. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kekosongan tabel dianggap kesalahan. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan bukti dengan revisi.

10.2.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks perkembangan sistem periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sistem periodik berkembang dari pola massa atom dan sifat menuju susunan berdasarkan nomor atom, disertai prediksi unsur dan revisi atas anomali; sejarahnya memperlihatkan hubungan data, pola, dan teori.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh oktaf Newlands dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan prediksi eka-silikon dan hukum Moseley. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan nomor atom serta model atom perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada oktaf Newlands. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan susunan massa dan nomor atom, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan fungsi prediktif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perkembangan hanya urutan nama ilmuwan. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan susunan massa dan nomor atom.

10.2.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks perkembangan sistem periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sistem periodik berkembang dari pola massa atom dan sifat menuju susunan berdasarkan nomor atom, disertai prediksi unsur dan revisi atas anomali; sejarahnya memperlihatkan hubungan data, pola, dan teori. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh prediksi eka-silikon dan hukum Moseley dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan triade Döbereiner. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan model atom serta sejarah sains perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada prediksi eka-silikon dan hukum Moseley. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai kekuatan prediksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan konteks penemuan dan pembenaran. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Mendeleev dianggap menyusun tabel modern lengkap. Bukti dapat diperoleh dengan menilai kekuatan prediksi.

10.2.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks perkembangan sistem periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sistem periodik berkembang dari pola massa atom dan sifat menuju susunan berdasarkan nomor atom, disertai prediksi unsur dan revisi atas anomali; sejarahnya memperlihatkan hubungan data, pola, dan teori.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa massa atom masih dianggap dasar periodik utama. Variasi lain menyatakan bahwa kekosongan tabel dianggap kesalahan. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa triade Döbereiner termasuk contoh yang relevan, mengapa oktaf Newlands perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sejarah sains secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan bukti dengan revisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data historis terpilih. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa atom masih dianggap dasar periodik utama. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan bukti dengan revisi.

10.2.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks perkembangan sistem periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sistem periodik berkembang dari pola massa atom dan sifat menuju susunan berdasarkan nomor atom, disertai prediksi unsur dan revisi atas anomali; sejarahnya memperlihatkan hubungan data, pola, dan teori.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa kekosongan tabel dianggap kesalahan. Variasi lain menyatakan bahwa perkembangan hanya urutan nama ilmuwan. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa oktaf Newlands termasuk contoh yang relevan, mengapa prediksi eka-silikon dan hukum Moseley perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep nomor atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan susunan massa dan nomor atom, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan fungsi prediktif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kekosongan tabel dianggap kesalahan. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan susunan massa dan nomor atom.

10.2.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks perkembangan sistem periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sistem periodik berkembang dari pola massa atom dan sifat menuju susunan berdasarkan nomor atom, disertai prediksi unsur dan revisi atas anomali; sejarahnya memperlihatkan hubungan data, pola, dan teori.. Fokus

sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa perkembangan hanya urutan nama ilmuwan. Variasi lain menyatakan bahwa Mendeleev dianggap menyusun tabel modern lengkap. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa prediksi eka-silikon dan hukum Moseley termasuk contoh yang relevan, mengapa triade Döbereiner perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai kekuatan prediksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan konteks penemuan dan pembenaran. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perkembangan hanya urutan nama ilmuwan. Bukti dapat diperoleh dengan menilai kekuatan prediksi.

10.2.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks perkembangan sistem periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sistem periodik berkembang dari pola massa atom dan sifat menuju susunan berdasarkan nomor atom, disertai prediksi unsur dan revisi atas anomali; sejarahnya memperlihatkan hubungan data, pola, dan teori. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa Mendeleev dianggap menyusun tabel modern lengkap. Variasi lain menyatakan bahwa massa atom masih dianggap dasar periodik utama. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi

biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada triade Döbereiner. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan bukti dengan revisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data historis terpilih. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Mendeleev dianggap menyusun tabel modern lengkap. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan bukti dengan revisi.

10.2.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks perkembangan sistem periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sistem periodik berkembang dari pola massa atom dan sifat menuju susunan berdasarkan nomor atom, disertai prediksi unsur dan revisi atas anomali; sejarahnya memperlihatkan hubungan data, pola, dan teori.. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa massa atom masih dianggap dasar periodik utama. Variasi lain menyatakan bahwa kekosongan tabel dianggap kesalahan. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa oktaf Newlands termasuk contoh yang relevan, mengapa prediksi eka-silikon dan hukum Moseley perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep nomor atom

secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan susunan massa dan nomor atom, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan fungsi prediktif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa atom masih dianggap dasar periodik utama. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan susunan massa dan nomor atom.

10.2.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks perkembangan sistem periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sistem periodik berkembang dari pola massa atom dan sifat menuju susunan berdasarkan nomor atom, disertai prediksi unsur dan revisi atas anomali; sejarahnya memperlihatkan hubungan data, pola, dan teori.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menilai kekuatan prediksi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa kekosongan tabel dianggap kesalahan tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa prediksi eka-silikon dan hukum Moseley termasuk contoh yang relevan, mengapa triade Döbereiner perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai kekuatan prediksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan konteks penemuan dan pembenaran. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer

juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kekosongan tabel dianggap kesalahan. Bukti dapat diperoleh dengan menilai kekuatan prediksi.

10.2.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks perkembangan sistem periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sistem periodik berkembang dari pola massa atom dan sifat menuju susunan berdasarkan nomor atom, disertai prediksi unsur dan revisi atas anomali; sejarahnya memperlihatkan hubungan data, pola, dan teori.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghubungkan bukti dengan revisi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa perkembangan hanya urutan nama ilmuwan tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa triade Döbereiner termasuk contoh yang relevan, mengapa oktaf Newlands perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sejarah sains secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan bukti dengan revisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data historis terpilih. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perkembangan hanya urutan nama ilmuwan. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan bukti dengan revisi.

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

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks perkembangan sistem periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sistem periodik berkembang dari pola massa atom dan sifat menuju susunan berdasarkan nomor atom, disertai prediksi unsur dan revisi atas anomali; sejarahnya memperlihatkan hubungan data, pola, dan teori.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan susunan massa dan nomor atom. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa Mendeleev dianggap menyusun tabel modern lengkap tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada oktaf Newlands. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan susunan massa dan nomor atom, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan fungsi prediktif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Mendeleev dianggap menyusun tabel modern lengkap. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan susunan massa dan nomor atom.

10.2.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks perkembangan sistem periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sistem periodik berkembang dari pola massa atom dan sifat menuju susunan berdasarkan nomor atom, disertai prediksi unsur dan revisi atas anomali; sejarahnya memperlihatkan hubungan

data, pola, dan teori.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menilai kekuatan prediksi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa massa atom masih dianggap dasar periodik utama tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa prediksi eka-silikon dan hukum Moseley termasuk contoh yang relevan, mengapa triade Döbereiner perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai kekuatan prediksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan konteks penemuan dan membenaran. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa atom masih dianggap dasar periodik utama. Bukti dapat diperoleh dengan menilai kekuatan prediksi.

10.2.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks perkembangan sistem periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sistem periodik berkembang dari pola massa atom dan sifat menuju susunan berdasarkan nomor atom, disertai prediksi unsur dan revisi atas anomali; sejarahnya memperlihatkan hubungan data, pola, dan teori.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan data historis terpilih. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang

relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa triade Döbereiner termasuk contoh yang relevan, mengapa oktaf Newlands perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sejarah sains secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan bukti dengan revisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data historis terpilih. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kekosongan tabel dianggap kesalahan. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan bukti dengan revisi.

10.2.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks perkembangan sistem periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sistem periodik berkembang dari pola massa atom dan sifat menuju susunan berdasarkan nomor atom, disertai prediksi unsur dan revisi atas anomali; sejarahnya memperlihatkan hubungan data, pola, dan teori.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menekankan fungsi prediktif. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada oktaf Newlands. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat

itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan susunan massa dan nomor atom, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan fungsi prediktif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perkembangan hanya urutan nama ilmuwan. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan susunan massa dan nomor atom.

10.2.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks perkembangan sistem periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sistem periodik berkembang dari pola massa atom dan sifat menuju susunan berdasarkan nomor atom, disertai prediksi unsur dan revisi atas anomali; sejarahnya memperlihatkan hubungan data, pola, dan teori.. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan untuk menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membedakan konteks penemuan dan pembenaran. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada prediksi eka-silikon dan hukum Moseley. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai kekuatan prediksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan konteks penemuan dan pembenaran. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai

perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Mendeleev dianggap menyusun tabel modern lengkap. Bukti dapat diperoleh dengan menilai kekuatan prediksi.

10.2.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks perkembangan sistem periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sistem periodik berkembang dari pola massa atom dan sifat menuju susunan berdasarkan nomor atom, disertai prediksi unsur dan revisi atas anomali; sejarahnya memperlihatkan hubungan data, pola, dan teori.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan data historis terpilih. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa triade Döbereiner termasuk contoh yang relevan, mengapa oktaf Newlands perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sejarah sains secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan bukti dengan revisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data historis terpilih. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa atom masih dianggap dasar periodik utama. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan bukti dengan revisi.

10.3 Nomor Atom sebagai Dasar Periodisitas

Subbab ini membahas nomor atom sebagai dasar periodisitas sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Periodisitas modern diurutkan menurut nomor atom karena Z menentukan muatan inti dan konfigurasi elektron keadaan dasar, yang pada gilirannya memengaruhi sifat kimia.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup struktur atom, konfigurasi elektron, sejarah periodik. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa massa atom dianggap selalu meningkat sempurna dan menjadi dasar dan bahwa nomor atom dianggap nomor urut tanpa makna fisik. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks Ar-K dan Co-Ni, isotop klorin, dan urutan H sampai Ne dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan bukti spektrum sinar-X secara konseptual, menautkan Z -konfigurasi-sifat, dan menghindari hafalan nomor urut. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Periodisitas modern diurutkan menurut nomor atom karena Z menentukan muatan inti dan konfigurasi elektron keadaan dasar, yang pada gilirannya memengaruhi sifat kimia.

Pertanyaan diagnosis utama: meminta menjelaskan mengapa isotop satu kotak.

Remediasi awal: menggunakan bukti spektrum sinar-X secara konseptual.

10.3.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks nomor atom sebagai dasar periodisitas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa periodisitas modern diurutkan menurut nomor atom karena Z menentukan muatan inti dan konfigurasi elektron keadaan dasar, yang pada gilirannya memengaruhi sifat kimia.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala

pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh isotop klorin dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan urutan H sampai Ne. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konfigurasi elektron serta sejarah periodik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa isotop klorin termasuk contoh yang relevan, mengapa urutan H sampai Ne perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan pasangan anomali massa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menautkan Z-konfigurasi-sifat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: isotop harus menempati kotak berbeda. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan pasangan anomali massa.

10.3.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks nomor atom sebagai dasar periodisitas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa periodisitas modern diurutkan menurut nomor atom karena Z menentukan muatan inti dan konfigurasi elektron keadaan dasar, yang pada gilirannya memengaruhi sifat kimia.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh urutan H sampai Ne dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Ar-K dan Co-Ni. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan sejarah periodik serta struktur atom perlu dibuat

eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa urutan H sampai Ne termasuk contoh yang relevan, mengapa Ar-K dan Co-Ni perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sejarah periodik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan Z dan elektron, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari hafalan nomor urut. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perubahan neutron mengubah posisi periodik. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan Z dan elektron.

10.3.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks nomor atom sebagai dasar periodisitas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa periodisitas modern diurutkan menurut nomor atom karena Z menentukan muatan inti dan konfigurasi elektron keadaan dasar, yang pada gilirannya memengaruhi sifat kimia.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh Ar-K dan Co-Ni dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan isotop klorin. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur atom serta konfigurasi elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Ar-K dan Co-Ni. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat

itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta menjelaskan mengapa isotop satu kotak, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan bukti spektrum sinar-X secara konseptual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa atom dianggap selalu meningkat sempurna dan menjadi dasar. Bukti dapat diperoleh dengan meminta menjelaskan mengapa isotop satu kotak.

10.3.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks nomor atom sebagai dasar periodisitas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa periodisitas modern diurutkan menurut nomor atom karena Z menentukan muatan inti dan konfigurasi elektron keadaan dasar, yang pada gilirannya memengaruhi sifat kimia.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Contoh isotop klorin dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan urutan H sampai Ne. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konfigurasi elektron serta sejarah periodik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada isotop klorin. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan pasangan anomali massa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menautkan Z -konfigurasi-sifat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak

identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nomor atom dianggap nomor urut tanpa makna fisik. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan pasangan anomali massa.

10.3.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks nomor atom sebagai dasar periodisitas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa periodisitas modern diurutkan menurut nomor atom karena Z menentukan muatan inti dan konfigurasi elektron keadaan dasar, yang pada gilirannya memengaruhi sifat kimia. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh urutan H sampai Ne dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Ar-K dan Co-Ni. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan sejarah periodik serta struktur atom perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada urutan H sampai Ne. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan Z dan elektron, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari hafalan nomor urut. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: isotop harus menempati kotak berbeda. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan Z dan elektron.

10.3.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks nomor atom sebagai dasar periodisitas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa periodisitas modern diurutkan menurut nomor atom karena Z menentukan muatan inti dan konfigurasi elektron keadaan dasar, yang pada gilirannya memengaruhi sifat kimia.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh Ar-K dan Co-Ni dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan isotop klorin. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur atom serta konfigurasi elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Ar-K dan Co-Ni. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta menjelaskan mengapa isotop satu kotak, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan bukti spektrum sinar-X secara konseptual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perubahan neutron mengubah posisi periodik. Bukti dapat diperoleh dengan meminta menjelaskan mengapa isotop satu kotak.

10.3.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks nomor atom sebagai dasar periodisitas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa periodisitas modern diurutkan menurut nomor atom karena Z menentukan muatan inti dan konfigurasi elektron keadaan dasar, yang pada gilirannya memengaruhi sifat kimia.. Fokus contoh,

noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh isotop klorin dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan urutan H sampai Ne. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konfigurasi elektron serta sejarah periodik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada isotop klorin. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan pasangan anomali massa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menautkan Z-konfigurasi-sifat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa atom dianggap selalu meningkat sempurna dan menjadi dasar. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan pasangan anomali massa.

10.3.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks nomor atom sebagai dasar periodisitas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa periodisitas modern diurutkan menurut nomor atom karena Z menentukan muatan inti dan konfigurasi elektron keadaan dasar, yang pada gilirannya memengaruhi sifat kimia.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa nomor atom dianggap nomor urut tanpa makna fisik. Variasi lain menyatakan bahwa isotop harus menempati kotak berbeda. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya

ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa urutan H sampai Ne termasuk contoh yang relevan, mengapa Ar-K dan Co-Ni perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sejarah periodik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan Z dan elektron, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari hafalan nomor urut. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nomor atom dianggap nomor urut tanpa makna fisik. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan Z dan elektron.

10.3.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks nomor atom sebagai dasar periodisitas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa periodisitas modern diurutkan menurut nomor atom karena Z menentukan muatan inti dan konfigurasi elektron keadaan dasar, yang pada gilirannya memengaruhi sifat kimia.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa isotop harus menempati kotak berbeda. Variasi lain menyatakan bahwa perubahan neutron mengubah posisi periodik. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Ar-K dan Co-Ni termasuk contoh yang relevan, mengapa isotop klorin perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur atom secara konsisten dan

tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta menjelaskan mengapa isotop satu kotak, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan bukti spektrum sinar-X secara konseptual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: isotop harus menempati kotak berbeda. Bukti dapat diperoleh dengan meminta menjelaskan mengapa isotop satu kotak.

10.3.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks nomor atom sebagai dasar periodisitas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa periodisitas modern diurutkan menurut nomor atom karena Z menentukan muatan inti dan konfigurasi elektron keadaan dasar, yang pada gilirannya memengaruhi sifat kimia.. Fokus sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa perubahan neutron mengubah posisi periodik. Variasi lain menyatakan bahwa massa atom dianggap selalu meningkat sempurna dan menjadi dasar. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa isotop klorin termasuk contoh yang relevan, mengapa urutan H sampai Ne perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan pasangan anomali massa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menautkan Z -konfigurasi-sifat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perubahan neutron mengubah posisi periodik. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan pasangan anomali massa.

10.3.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks nomor atom sebagai dasar periodisitas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa periodisitas modern diurutkan menurut nomor atom karena Z menentukan muatan inti dan konfigurasi elektron keadaan dasar, yang pada gilirannya memengaruhi sifat kimia.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa massa atom dianggap selalu meningkat sempurna dan menjadi dasar. Variasi lain menyatakan bahwa nomor atom dianggap nomor urut tanpa makna fisik. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada urutan H sampai Ne. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan Z dan elektron, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari hafalan nomor urut. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa atom dianggap selalu meningkat sempurna dan menjadi dasar. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan Z dan elektron.

10.3.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks nomor atom sebagai dasar periodisitas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa periodisitas modern diurutkan menurut nomor atom karena Z menentukan muatan inti dan konfigurasi

elektron keadaan dasar, yang pada gilirannya memengaruhi sifat kimia.. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa nomor atom dianggap nomor urut tanpa makna fisik. Variasi lain menyatakan bahwa isotop harus menempati kotak berbeda. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Ar-K dan Co-Ni termasuk contoh yang relevan, mengapa isotop klorin perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta menjelaskan mengapa isotop satu kotak, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan bukti spektrum sinar-X secara konseptual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nomor atom dianggap nomor urut tanpa makna fisik. Bukti dapat diperoleh dengan meminta menjelaskan mengapa isotop satu kotak.

10.3.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks nomor atom sebagai dasar periodisitas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa periodisitas modern diurutkan menurut nomor atom karena Z menentukan muatan inti dan konfigurasi elektron keadaan dasar, yang pada gilirannya memengaruhi sifat kimia.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan pasangan anomali massa. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa isotop harus menempati kotak berbeda tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti

tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa isotop klorin termasuk contoh yang relevan, mengapa urutan H sampai Ne perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan pasangan anomali massa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menautkan Z-konfigurasi-sifat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: isotop harus menempati kotak berbeda. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan pasangan anomali massa.

10.3.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks nomor atom sebagai dasar periodisitas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa periodisitas modern diurutkan menurut nomor atom karena Z menentukan muatan inti dan konfigurasi elektron keadaan dasar, yang pada gilirannya memengaruhi sifat kimia.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghubungkan Z dan elektron. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa perubahan neutron mengubah posisi periodik tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa urutan H sampai Ne termasuk contoh yang relevan, mengapa Ar-K dan Co-Ni perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sejarah periodik secara konsisten dan

tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan Z dan elektron, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari hafalan nomor urut. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perubahan neutron mengubah posisi periodik. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan Z dan elektron.

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

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks nomor atom sebagai dasar periodisitas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa periodisitas modern diurutkan menurut nomor atom karena Z menentukan muatan inti dan konfigurasi elektron keadaan dasar, yang pada gilirannya memengaruhi sifat kimia.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta menjelaskan mengapa isotop satu kotak. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa massa atom dianggap selalu meningkat sempurna dan menjadi dasar tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Ar-K dan Co-Ni. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta menjelaskan mengapa isotop satu kotak, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan bukti spektrum sinar-X secara konseptual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru

dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa atom dianggap selalu meningkat sempurna dan menjadi dasar. Bukti dapat diperoleh dengan meminta menjelaskan mengapa isotop satu kotak.

10.3.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks nomor atom sebagai dasar periodisitas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa periodisitas modern diurutkan menurut nomor atom karena Z menentukan muatan inti dan konfigurasi elektron keadaan dasar, yang pada gilirannya memengaruhi sifat kimia.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan pasangan anomali massa. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa nomor atom dianggap nomor urut tanpa makna fisik tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa isotop klorin termasuk contoh yang relevan, mengapa urutan H sampai Ne perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan pasangan anomali massa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menautkan Z -konfigurasi-sifat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nomor atom dianggap nomor urut tanpa makna fisik. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan pasangan anomali massa.

10.3.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks nomor atom sebagai dasar periodisitas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa periodisitas modern diurutkan menurut nomor atom karena Z menentukan muatan inti dan konfigurasi elektron keadaan dasar, yang pada gilirannya memengaruhi sifat kimia.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghindari hafalan nomor urut. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa urutan H sampai Ne termasuk contoh yang relevan, mengapa Ar-K dan Co-Ni perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sejarah periodik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan Z dan elektron, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari hafalan nomor urut. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: isotop harus menempati kotak berbeda. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan Z dan elektron.

10.3.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks nomor atom sebagai dasar periodisitas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa periodisitas modern diurutkan menurut nomor atom karena Z menentukan muatan inti dan konfigurasi elektron keadaan dasar, yang pada gilirannya memengaruhi sifat kimia.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap.

Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan bukti spektrum sinar-X secara konseptual. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Ar-K dan Co-Ni. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta menjelaskan mengapa isotop satu kotak, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan bukti spektrum sinar-X secara konseptual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perubahan neutron mengubah posisi periodik. Bukti dapat diperoleh dengan meminta menjelaskan mengapa isotop satu kotak.

10.3.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks nomor atom sebagai dasar periodisitas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa periodisitas modern diurutkan menurut nomor atom karena Z menentukan muatan inti dan konfigurasi elektron keadaan dasar, yang pada gilirannya memengaruhi sifat kimia.. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan untuk menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menautkan Z -konfigurasi-sifat. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang

mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada isotop klorin. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan pasangan anomali massa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menautkan Z-konfigurasi-sifat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa atom dianggap selalu meningkat sempurna dan menjadi dasar. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan pasangan anomali massa.

10.3.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks nomor atom sebagai dasar periodisitas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa periodisitas modern diurutkan menurut nomor atom karena Z menentukan muatan inti dan konfigurasi elektron keadaan dasar, yang pada gilirannya memengaruhi sifat kimia.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghindari hafalan nomor urut. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa urutan H sampai Ne termasuk contoh yang relevan, mengapa Ar-K dan Co-Ni perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sejarah periodik secara konsisten dan

tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan Z dan elektron, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari hafalan nomor urut. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nomor atom dianggap nomor urut tanpa makna fisik. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan Z dan elektron.

10.4 Golongan dan Periode

Subbab ini membahas golongan dan periode sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Golongan adalah kolom dengan pola elektron valensi dan kemiripan sifat tertentu, sedangkan periode adalah baris yang berkaitan dengan pengisian tingkat energi utama; nomor golongan dan periode bukan sekadar koordinat.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup konfigurasi elektron, elektron valensi, blok periodik. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa periode dianggap jumlah elektron valensi dan bahwa golongan dianggap jumlah kulit untuk semua unsur. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks periode 3, golongan 17, dan posisi H dan He dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan peta konfigurasi, menjelaskan pola bukan aturan mekanis, dan membahas kasus khusus H dan He. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Golongan adalah kolom dengan pola elektron valensi dan kemiripan sifat tertentu, sedangkan periode adalah baris yang berkaitan dengan pengisian tingkat energi

utama; nomor golongan dan periode bukan sekadar koordinat.

Pertanyaan diagnosis utama: menentukan posisi dari konfigurasi dan sebaliknya.

Remediasi awal: menggunakan peta konfigurasi.

10.4.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks golongan dan periode, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa golongan adalah kolom dengan pola elektron valensi dan kemiripan sifat tertentu, sedangkan periode adalah baris yang berkaitan dengan pengisian tingkat energi utama; nomor golongan dan periode bukan sekadar koordinat.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh periode 3 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan golongan 17. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konfigurasi elektron serta elektron valensi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa periode 3 termasuk contoh yang relevan, mengapa golongan 17 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan posisi dari konfigurasi dan sebaliknya, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan peta konfigurasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur segolongan identik. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan posisi dari konfigurasi dan sebaliknya.

10.4.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks golongan dan periode, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa golongan adalah kolom

dengan pola elektron valensi dan kemiripan sifat tertentu, sedangkan periode adalah baris yang berkaitan dengan pengisian tingkat energi utama; nomor golongan dan periode bukan sekadar koordinat.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh golongan 17 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan posisi H dan He. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan elektron valensi serta blok periodik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa golongan 17 termasuk contoh yang relevan, mengapa posisi H dan He perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep elektron valensi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan kesamaan serta perbedaan segolongan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjelaskan pola bukan aturan mekanis. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: hidrogen dipaksakan sama sepenuhnya dengan alkali. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan kesamaan serta perbedaan segolongan.

10.4.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks golongan dan periode, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa golongan adalah kolom dengan pola elektron valensi dan kemiripan sifat tertentu, sedangkan periode adalah baris yang berkaitan dengan pengisian tingkat energi utama; nomor golongan dan periode bukan sekadar koordinat.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh posisi H dan He dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan periode 3. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan blok periodik serta konfigurasi elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada posisi H dan He. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji unsur transisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas kasus khusus H dan He. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: periode dianggap jumlah elektron valensi. Bukti dapat diperoleh dengan menguji unsur transisi.

10.4.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks golongan dan periode, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa golongan adalah kolom dengan pola elektron valensi dan kemiripan sifat tertentu, sedangkan periode adalah baris yang berkaitan dengan pengisian tingkat energi utama; nomor golongan dan periode bukan sekadar koordinat.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Contoh periode 3 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan golongan 17. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konfigurasi elektron serta elektron valensi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada periode 3. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan posisi dari konfigurasi dan sebaliknya, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan peta konfigurasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: golongan dianggap jumlah kulit untuk semua unsur. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan posisi dari konfigurasi dan sebaliknya.

10.4.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks golongan dan periode, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa golongan adalah kolom dengan pola elektron valensi dan kemiripan sifat tertentu, sedangkan periode adalah baris yang berkaitan dengan pengisian tingkat energi utama; nomor golongan dan periode bukan sekadar koordinat.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh golongan 17 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan posisi H dan He. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan elektron valensi serta blok periodik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada golongan 17. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan kesamaan serta perbedaan segolongan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjelaskan pola bukan aturan mekanis. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur segolongan identik. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan kesamaan serta perbedaan segolongan.

10.4.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks golongan dan periode, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa golongan adalah kolom dengan pola elektron valensi dan kemiripan sifat tertentu, sedangkan periode adalah baris yang berkaitan dengan pengisian tingkat energi utama; nomor golongan dan periode bukan sekadar koordinat.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh posisi H dan He dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan periode 3. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan blok periodik serta konfigurasi elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada posisi H dan He. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji unsur transisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas kasus khusus H dan He. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: hidrogen dipaksakan sama sepenuhnya dengan alkali. Bukti dapat diperoleh dengan menguji unsur transisi.

10.4.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks golongan dan periode, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa golongan adalah kolom dengan pola elektron valensi dan kemiripan sifat tertentu, sedangkan periode adalah baris yang berkaitan dengan pengisian tingkat energi utama; nomor golongan dan periode bukan sekadar koordinat.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh periode 3 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan golongan 17. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konfigurasi elektron serta elektron valensi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada periode 3. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan posisi dari konfigurasi dan sebaliknya, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan peta konfigurasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: periode dianggap jumlah elektron valensi. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan posisi dari konfigurasi dan sebaliknya.

10.4.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks golongan dan periode, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa golongan adalah kolom dengan pola elektron valensi dan kemiripan sifat tertentu, sedangkan periode adalah baris yang berkaitan dengan pengisian

tingkat energi utama; nomor golongan dan periode bukan sekadar koordinat.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa golongan dianggap jumlah kulit untuk semua unsur. Variasi lain menyatakan bahwa unsur segolongan identik. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa golongan 17 termasuk contoh yang relevan, mengapa posisi H dan He perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep elektron valensi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan kesamaan serta perbedaan segolongan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjelaskan pola bukan aturan mekanis. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: golongan dianggap jumlah kulit untuk semua unsur. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan kesamaan serta perbedaan segolongan.

10.4.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks golongan dan periode, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa golongan adalah kolom dengan pola elektron valensi dan kemiripan sifat tertentu, sedangkan periode adalah baris yang berkaitan dengan pengisian tingkat energi utama; nomor golongan dan periode bukan sekadar koordinat.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa unsur segolongan identik. Variasi lain menyatakan bahwa hidrogen dipaksakan sama sepenuhnya dengan alkali. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh

generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa posisi H dan He termasuk contoh yang relevan, mengapa periode 3 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep blok periodik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji unsur transisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas kasus khusus H dan He. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur segolongan identik. Bukti dapat diperoleh dengan menguji unsur transisi.

10.4.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks golongan dan periode, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa golongan adalah kolom dengan pola elektron valensi dan kemiripan sifat tertentu, sedangkan periode adalah baris yang berkaitan dengan pengisian tingkat energi utama; nomor golongan dan periode bukan sekadar koordinat.. Fokus sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa hidrogen dipaksakan sama sepenuhnya dengan alkali. Variasi lain menyatakan bahwa periode dianggap jumlah elektron valensi. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa periode 3 termasuk contoh yang relevan, mengapa golongan 17 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak

menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan posisi dari konfigurasi dan sebaliknya, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan peta konfigurasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: hidrogen dipaksakan sama sepenuhnya dengan alkali. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan posisi dari konfigurasi dan sebaliknya.

10.4.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks golongan dan periode, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa golongan adalah kolom dengan pola elektron valensi dan kemiripan sifat tertentu, sedangkan periode adalah baris yang berkaitan dengan pengisian tingkat energi utama; nomor golongan dan periode bukan sekadar koordinat.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa periode dianggap jumlah elektron valensi. Variasi lain menyatakan bahwa golongan dianggap jumlah kulit untuk semua unsur. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada golongan 17. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan kesamaan serta perbedaan segolongan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjelaskan pola bukan aturan mekanis. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan

kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: periode dianggap jumlah elektron valensi. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan kesamaan serta perbedaan segolongan.

10.4.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks golongan dan periode, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa golongan adalah kolom dengan pola elektron valensi dan kemiripan sifat tertentu, sedangkan periode adalah baris yang berkaitan dengan pengisian tingkat energi utama; nomor golongan dan periode bukan sekadar koordinat.. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa golongan dianggap jumlah kulit untuk semua unsur. Variasi lain menyatakan bahwa unsur segolongan identik. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa posisi H dan He termasuk contoh yang relevan, mengapa periode 3 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep blok periodik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji unsur transisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas kasus khusus H dan He. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: golongan dianggap jumlah kulit untuk semua unsur. Bukti dapat diperoleh dengan menguji unsur transisi.

10.4.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks golongan dan periode, gagasan ilmiah yang

menjadi jangkar adalah bahwa golongan adalah kolom dengan pola elektron valensi dan kemiripan sifat tertentu, sedangkan periode adalah baris yang berkaitan dengan pengisian tingkat energi utama; nomor golongan dan periode bukan sekadar koordinat.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menentukan posisi dari konfigurasi dan sebaliknya. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa unsur segolongan identik tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa periode 3 termasuk contoh yang relevan, mengapa golongan 17 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan posisi dari konfigurasi dan sebaliknya, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan peta konfigurasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur segolongan identik. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan posisi dari konfigurasi dan sebaliknya.

10.4.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks golongan dan periode, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa golongan adalah kolom dengan pola elektron valensi dan kemiripan sifat tertentu, sedangkan periode adalah baris yang berkaitan dengan pengisian tingkat energi utama; nomor golongan dan periode bukan sekadar koordinat.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan kesamaan serta perbedaan segolongan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa hidrogen dipaksakan sama sepenuhnya dengan alkali tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa golongan 17 termasuk contoh yang relevan, mengapa posisi H dan He perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep elektron valensi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan kesamaan serta perbedaan segolongan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjelaskan pola bukan aturan mekanis. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: hidrogen dipaksakan sama sepenuhnya dengan alkali. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan kesamaan serta perbedaan segolongan.

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

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks golongan dan periode, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa golongan adalah kolom dengan pola elektron valensi dan kemiripan sifat tertentu, sedangkan periode adalah baris yang berkaitan dengan pengisian tingkat energi utama; nomor golongan dan periode bukan sekadar koordinat.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menguji unsur transisi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa periode dianggap jumlah elektron valensi tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada posisi H dan He. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji unsur transisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas kasus khusus H dan He. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: periode dianggap jumlah elektron valensi. Bukti dapat diperoleh dengan menguji unsur transisi.

10.4.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks golongan dan periode, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa golongan adalah kolom dengan pola elektron valensi dan kemiripan sifat tertentu, sedangkan periode adalah baris yang berkaitan dengan pengisian tingkat energi utama; nomor golongan dan periode bukan sekadar koordinat.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menentukan posisi dari konfigurasi dan sebaliknya. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa golongan dianggap jumlah kulit untuk semua unsur tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa periode 3 termasuk contoh yang relevan, mengapa golongan 17 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan posisi dari konfigurasi dan sebaliknya, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan peta konfigurasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: golongan dianggap jumlah kulit untuk semua unsur. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan posisi dari konfigurasi dan sebaliknya.

10.4.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks golongan dan periode, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa golongan adalah kolom dengan pola elektron valensi dan kemiripan sifat tertentu, sedangkan periode adalah baris yang berkaitan dengan pengisian tingkat energi utama; nomor golongan dan periode bukan sekadar koordinat.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menjelaskan pola bukan aturan mekanis. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa golongan 17 termasuk contoh yang relevan, mengapa posisi H dan He perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep elektron valensi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan kesamaan serta perbedaan segolongan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjelaskan pola bukan aturan mekanis. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur segolongan identik. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan kesamaan serta perbedaan segolongan.

10.4.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks golongan dan periode, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa golongan adalah kolom dengan pola elektron valensi dan kemiripan sifat tertentu, sedangkan periode adalah baris yang berkaitan dengan pengisian tingkat energi utama; nomor golongan dan periode bukan sekadar koordinat.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membahas kasus khusus H dan He. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada posisi H dan He. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji unsur transisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas kasus khusus H dan He. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: hidrogen dipaksakan sama sepenuhnya dengan alkali. Bukti dapat diperoleh dengan menguji unsur transisi.

10.4.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks golongan dan periode, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa golongan adalah kolom dengan pola elektron valensi dan kemiripan sifat tertentu, sedangkan periode adalah baris yang

berkaitan dengan pengisian tingkat energi utama; nomor golongan dan periode bukan sekadar koordinat.. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan untuk menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan peta konfigurasi. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada periode 3. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan posisi dari konfigurasi dan sebaliknya, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan peta konfigurasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: periode dianggap jumlah elektron valensi. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan posisi dari konfigurasi dan sebaliknya.

10.4.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari pembedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks golongan dan periode, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa golongan adalah kolom dengan pola elektron valensi dan kemiripan sifat tertentu, sedangkan periode adalah baris yang berkaitan dengan pengisian tingkat energi utama; nomor golongan dan periode bukan sekadar koordinat.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menjelaskan pola bukan aturan mekanis. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti

yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa golongan 17 termasuk contoh yang relevan, mengapa posisi H dan He perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep elektron valensi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan kesamaan serta perbedaan segolongan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjelaskan pola bukan aturan mekanis. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: golongan dianggap jumlah kulit untuk semua unsur. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan kesamaan serta perbedaan segolongan.

10.5 Hubungan Konfigurasi Elektron dengan Posisi Unsur

Subbab ini membahas hubungan konfigurasi elektron dengan posisi unsur sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Posisi unsur dalam periode, blok, dan golongan berkaitan dengan pola pengisian elektron; hubungan langsung paling sederhana berlaku pada unsur utama dan perlu penyesuaian untuk unsur transisi.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup struktur atom, golongan-periode, elektron valensi. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa konfigurasi dibaca hanya dari nomor periode dan bahwa blok dianggap jenis bahan. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks $[\text{Ne}]3s^2$, $[\text{Ar}]3d^5 4s^2$, dan halogen $ns^2 np^5$ dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan tabel periodik berlapis blok, menganalisis elektron pembeda, dan menetapkan batas aturan. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Posisi unsur dalam periode, blok, dan golongan berkaitan dengan pola pengisian elektron; hubungan langsung paling sederhana berlaku pada unsur utama dan perlu penyesuaian untuk unsur transisi.

Pertanyaan diagnosis utama: menentukan unsur dari konfigurasi.

Remediasi awal: menggunakan tabel periodik berlapis blok.

10.5.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks hubungan konfigurasi elektron dengan posisi unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa posisi unsur dalam periode, blok, dan golongan berkaitan dengan pola pengisian elektron; hubungan langsung paling sederhana berlaku pada unsur utama dan perlu penyesuaian untuk unsur transisi.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh halogen $ns2np5$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $[Ne]3s2$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan elektron valensi serta struktur atom perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa halogen $ns2np5$ termasuk contoh yang relevan, mengapa $[Ne]3s2$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep elektron valensi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan atom dan ion isoelektronik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menetapkan batas aturan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron terakhir selalu satu-satunya penentu sifat. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan atom dan ion isoelektronik.

10.5.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks hubungan konfigurasi elektron dengan posisi unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa posisi unsur dalam periode, blok, dan golongan berkaitan dengan pola pengisian elektron; hubungan langsung paling sederhana berlaku pada unsur utama dan perlu penyesuaian untuk unsur transisi.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh $[\text{Ne}]3s^2$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $[\text{Ar}]3d^5 4s^2$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur atom serta golongan-periode perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $[\text{Ne}]3s^2$ termasuk contoh yang relevan, mengapa $[\text{Ar}]3d^5 4s^2$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan unsur dari konfigurasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel periodik berlapis blok. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ion ditempatkan di tabel berdasarkan jumlah elektronnya. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan unsur dari konfigurasi.

10.5.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks hubungan konfigurasi elektron dengan posisi unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa posisi unsur dalam periode, blok, dan golongan berkaitan dengan pola pengisian elektron; hubungan langsung paling sederhana berlaku pada unsur utama dan perlu penyesuaian untuk unsur transisi.. Fokus

fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh $[\text{Ar}]3d^5 4s^2$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan halogen ns^2np^5 . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan golongan-periode serta elektron valensi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $[\text{Ar}]3d^5 4s^2$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan konfigurasi dari posisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menganalisis elektron pembeda. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: konfigurasi dibaca hanya dari nomor periode. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan konfigurasi dari posisi.

10.5.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks hubungan konfigurasi elektron dengan posisi unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa posisi unsur dalam periode, blok, dan golongan berkaitan dengan pola pengisian elektron; hubungan langsung paling sederhana berlaku pada unsur utama dan perlu penyesuaian untuk unsur transisi. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Contoh halogen ns^2np^5 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $[\text{Ne}]3s^2$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan

mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan elektron valensi serta struktur atom perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada halogen ns2np5. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan atom dan ion isoelektronik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menetapkan batas aturan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: blok dianggap jenis bahan. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan atom dan ion isoelektronik.

10.5.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks hubungan konfigurasi elektron dengan posisi unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa posisi unsur dalam periode, blok, dan golongan berkaitan dengan pola pengisian elektron; hubungan langsung paling sederhana berlaku pada unsur utama dan perlu penyesuaian untuk unsur transisi. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh [Ne]3s2 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan [Ar]3d5 4s2. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur atom serta golongan-periode perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada [Ne]3s2. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus,

diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan unsur dari konfigurasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel periodik berlapis blok. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron terakhir selalu satu-satunya penentu sifat. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan unsur dari konfigurasi.

10.5.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks hubungan konfigurasi elektron dengan posisi unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa posisi unsur dalam periode, blok, dan golongan berkaitan dengan pola pengisian elektron; hubungan langsung paling sederhana berlaku pada unsur utama dan perlu penyesuaian untuk unsur transisi.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh $[\text{Ar}]3d^5 4s^2$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan halogen $ns2np^5$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan golongan-periode serta elektron valensi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $[\text{Ar}]3d^5 4s^2$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan konfigurasi dari posisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menganalisis elektron pembeda.

Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ion ditempatkan di tabel berdasarkan jumlah elektronnya. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan konfigurasi dari posisi.

10.5.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks hubungan konfigurasi elektron dengan posisi unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa posisi unsur dalam periode, blok, dan golongan berkaitan dengan pola pengisian elektron; hubungan langsung paling sederhana berlaku pada unsur utama dan perlu penyesuaian untuk unsur transisi.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh halogen $ns2np5$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $[Ne]3s2$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan elektron valensi serta struktur atom perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada halogen $ns2np5$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan atom dan ion isoelektronik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menetapkan batas aturan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: konfigurasi dibaca hanya dari nomor periode. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan atom dan ion isoelektronik.

10.5.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks hubungan konfigurasi elektron dengan posisi unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa posisi unsur dalam periode, blok, dan golongan berkaitan dengan pola pengisian elektron; hubungan langsung paling sederhana berlaku pada unsur utama dan perlu penyesuaian untuk unsur transisi.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa blok dianggap jenis bahan. Variasi lain menyatakan bahwa elektron terakhir selalu satu-satunya penentu sifat. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $[\text{Ne}]3s^2$ termasuk contoh yang relevan, mengapa $[\text{Ar}]3d^5 4s^2$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan unsur dari konfigurasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel periodik berlapis blok. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: blok dianggap jenis bahan. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan unsur dari konfigurasi.

10.5.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks hubungan konfigurasi elektron dengan posisi unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa posisi unsur dalam periode, blok, dan golongan berkaitan dengan pola pengisian elektron; hubungan langsung paling sederhana berlaku pada unsur utama dan perlu penyesuaian untuk unsur transisi.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu

menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa elektron terakhir selalu satu-satunya penentu sifat. Variasi lain menyatakan bahwa ion ditempatkan di tabel berdasarkan jumlah elektronnya. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $[\text{Ar}]3d^5 4s^2$ termasuk contoh yang relevan, mengapa halogen ns^2np^5 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep golongan-periode secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan konfigurasi dari posisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menganalisis elektron pembeda. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron terakhir selalu satu-satunya penentu sifat. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan konfigurasi dari posisi.

10.5.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks hubungan konfigurasi elektron dengan posisi unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa posisi unsur dalam periode, blok, dan golongan berkaitan dengan pola pengisian elektron; hubungan langsung paling sederhana berlaku pada unsur utama dan perlu penyesuaian untuk unsur transisi.. Fokus sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa ion ditempatkan di tabel berdasarkan jumlah elektronnya. Variasi lain menyatakan bahwa konfigurasi dibaca hanya dari nomor periode. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa halogen ns^2np^5 termasuk contoh yang relevan, mengapa $[\text{Ne}]3s^2$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep elektron valensi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan atom dan ion isoelektronik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menetapkan batas aturan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ion ditempatkan di tabel berdasarkan jumlah elektronnya. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan atom dan ion isoelektronik.

10.5.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks hubungan konfigurasi elektron dengan posisi unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa posisi unsur dalam periode, blok, dan golongan berkaitan dengan pola pengisian elektron; hubungan langsung paling sederhana berlaku pada unsur utama dan perlu penyesuaian untuk unsur transisi.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa konfigurasi dibaca hanya dari nomor periode. Variasi lain menyatakan bahwa blok dianggap jenis bahan. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $[\text{Ne}]3s^2$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan unsur dari konfigurasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel periodik berlapis blok. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: konfigurasi dibaca hanya dari nomor periode. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan unsur dari konfigurasi.

10.5.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks hubungan konfigurasi elektron dengan posisi unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa posisi unsur dalam periode, blok, dan golongan berkaitan dengan pola pengisian elektron; hubungan langsung paling sederhana berlaku pada unsur utama dan perlu penyesuaian untuk unsur transisi.. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa blok dianggap jenis bahan. Variasi lain menyatakan bahwa elektron terakhir selalu satu-satunya penentu sifat. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $[\text{Ar}]3d^5 4s^2$ termasuk contoh yang relevan, mengapa halogen ns^2np^5 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep golongan-periode secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan konfigurasi dari posisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menganalisis elektron pembeda. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: blok dianggap jenis bahan. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan konfigurasi dari posisi.

10.5.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks hubungan konfigurasi elektron dengan posisi unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa posisi unsur dalam periode, blok, dan golongan berkaitan dengan pola pengisian elektron; hubungan langsung paling sederhana berlaku pada unsur utama dan perlu penyesuaian untuk unsur transisi.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan atom dan ion isoelektronik. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa elektron terakhir selalu satu-satunya penentu sifat tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa halogen ns^2np^5 termasuk contoh yang relevan, mengapa $[Ne]3s^2$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep elektron valensi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan atom dan ion isoelektronik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menetapkan batas aturan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron terakhir selalu satu-satunya penentu sifat. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan atom dan ion isoelektronik.

10.5.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks hubungan konfigurasi elektron dengan posisi unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa posisi unsur dalam periode, blok, dan golongan berkaitan dengan pola pengisian elektron;

hubungan langsung paling sederhana berlaku pada unsur utama dan perlu penyesuaian untuk unsur transisi.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menentukan unsur dari konfigurasi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa ion ditempatkan di tabel berdasarkan jumlah elektronnya tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $[\text{Ne}]3s^2$ termasuk contoh yang relevan, mengapa $[\text{Ar}]3d^5 4s^2$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan unsur dari konfigurasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel periodik berlapis blok. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ion ditempatkan di tabel berdasarkan jumlah elektronnya. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan unsur dari konfigurasi.

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

Pembahasan ini perlu dimulai dari pembedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks hubungan konfigurasi elektron dengan posisi unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa posisi unsur dalam periode, blok, dan golongan berkaitan dengan pola pengisian elektron; hubungan langsung paling sederhana berlaku pada unsur utama dan perlu penyesuaian untuk unsur transisi.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menentukan konfigurasi dari posisi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan,

dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa konfigurasi dibaca hanya dari nomor periode tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $[\text{Ar}]3d^5 4s^2$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan konfigurasi dari posisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menganalisis elektron pembeda. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: konfigurasi dibaca hanya dari nomor periode. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan konfigurasi dari posisi.

10.5.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks hubungan konfigurasi elektron dengan posisi unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa posisi unsur dalam periode, blok, dan golongan berkaitan dengan pola pengisian elektron; hubungan langsung paling sederhana berlaku pada unsur utama dan perlu penyesuaian untuk unsur transisi. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan atom dan ion isoelektronik. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa blok dianggap jenis bahan tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa halogen ns²np⁵ termasuk contoh yang relevan, mengapa [Ne]3s² perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep elektron valensi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan atom dan ion isoelektronik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menetapkan batas aturan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: blok dianggap jenis bahan. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan atom dan ion isoelektronik.

10.5.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks hubungan konfigurasi elektron dengan posisi unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa posisi unsur dalam periode, blok, dan golongan berkaitan dengan pola pengisian elektron; hubungan langsung paling sederhana berlaku pada unsur utama dan perlu penyesuaian untuk unsur transisi.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan tabel periodik berlapis blok. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa [Ne]3s² termasuk contoh yang relevan, mengapa [Ar]3d⁵ 4s² perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan unsur dari konfigurasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel periodik

berlapis blok. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron terakhir selalu satu-satunya penentu sifat. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan unsur dari konfigurasi.

10.5.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks hubungan konfigurasi elektron dengan posisi unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa posisi unsur dalam periode, blok, dan golongan berkaitan dengan pola pengisian elektron; hubungan langsung paling sederhana berlaku pada unsur utama dan perlu penyesuaian untuk unsur transisi.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menganalisis elektron pembeda. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $[\text{Ar}]3d^5 4s^2$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan konfigurasi dari posisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menganalisis elektron pembeda. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ion ditempatkan di tabel berdasarkan jumlah elektronnya. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan konfigurasi dari posisi.

10.5.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks hubungan konfigurasi elektron dengan posisi unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa posisi unsur dalam periode, blok, dan golongan berkaitan dengan pola pengisian elektron; hubungan langsung paling sederhana berlaku pada unsur utama dan perlu penyesuaian untuk unsur transisi.. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan untuk menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menetapkan batas aturan. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada halogen ns²np⁵. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan atom dan ion isoelektronik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menetapkan batas aturan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: konfigurasi dibaca hanya dari nomor periode. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan atom dan ion isoelektronik.

10.5.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks hubungan konfigurasi elektron dengan posisi unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa posisi unsur dalam periode, blok, dan golongan berkaitan dengan pola pengisian elektron; hubungan langsung paling sederhana berlaku pada unsur utama dan perlu penyesuaian untuk unsur transisi.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat

digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan tabel periodik berlapis blok. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $[\text{Ne}]3s^2$ termasuk contoh yang relevan, mengapa $[\text{Ar}]3d^5 4s^2$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan unsur dari konfigurasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel periodik berlapis blok. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: blok dianggap jenis bahan. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan unsur dari konfigurasi.

10.6 Unsur Utama dan Unsur Transisi

Subbab ini membahas unsur utama dan unsur transisi sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Unsur utama mengisi subkulit s atau p, sedangkan unsur transisi berkaitan dengan subkulit d yang belum penuh pada atom atau kation relevan; sifat transisi mencakup bilangan oksidasi variabel, kompleks, warna, dan katalisis.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup konfigurasi d, ion transisi, ikatan koordinasi. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa semua unsur blok d pasti unsur transisi menurut setiap definisi dan bahwa unsur transisi selalu berwarna. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks Zn sebagai kasus definisional, Fe^{2+} dan Fe^{3+} , dan kompleks Cu^{2+} dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan definisi IUPAC dan contoh batas, membahas energi orbital aktual, dan menghubungkan dengan observasi. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Unsur utama mengisi subkulit s atau p, sedangkan unsur transisi berkaitan dengan subkulit d yang belum penuh pada atom atau kation relevan; sifat transisi mencakup bilangan oksidasi variabel, kompleks, warna, dan katalisis.

Pertanyaan diagnosis utama: meminta dasar klasifikasi.

Remediasi awal: menggunakan definisi IUPAC dan contoh batas.

10.6.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks unsur utama dan unsur transisi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur utama mengisi subkulit s atau p, sedangkan unsur transisi berkaitan dengan subkulit d yang belum penuh pada atom atau kation relevan; sifat transisi mencakup bilangan oksidasi variabel, kompleks, warna, dan katalisis.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh Fe^{2+} dan Fe^{3+} dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan kompleks Cu^{2+} . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ion transisi serta ikatan koordinasi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Fe^{2+} dan Fe^{3+} termasuk contoh yang relevan, mengapa kompleks Cu^{2+} perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ion transisi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan konfigurasi atom dan ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas energi orbital aktual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron 4s selalu dilepas setelah 3d tanpa konteks. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan konfigurasi atom dan ion.

10.6.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks unsur utama dan unsur transisi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur utama mengisi subkulit s atau p, sedangkan unsur transisi berkaitan dengan subkulit d yang belum penuh pada atom atau kation relevan; sifat transisi mencakup bilangan oksidasi variabel, kompleks, warna, dan katalisis.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh kompleks Cu^{2+} dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Zn sebagai kasus definisional. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ikatan koordinasi serta konfigurasi d perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kompleks Cu^{2+} termasuk contoh yang relevan, mengapa Zn sebagai kasus definisional perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan koordinasi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai generalisasi sifat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan observasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: aturan golongan utama diterapkan langsung. Bukti dapat diperoleh dengan menilai generalisasi sifat.

10.6.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks unsur utama dan unsur transisi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur utama mengisi subkulit s atau p, sedangkan unsur transisi berkaitan dengan subkulit d yang belum penuh pada atom atau kation relevan; sifat transisi mencakup bilangan oksidasi variabel, kompleks, warna, dan katalisis.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh Zn sebagai kasus definisional dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Fe^{2+} dan Fe^{3+} . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konfigurasi d serta ion transisi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Zn sebagai kasus definisional. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta dasar klasifikasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan definisi IUPAC dan contoh batas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua unsur blok d pasti unsur transisi menurut setiap definisi. Bukti dapat diperoleh dengan meminta dasar klasifikasi.

10.6.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks unsur utama dan unsur transisi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur utama mengisi

subkulit s atau p, sedangkan unsur transisi berkaitan dengan subkulit d yang belum penuh pada atom atau kation relevan; sifat transisi mencakup bilangan oksidasi variabel, kompleks, warna, dan katalisis.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Contoh Fe^{2+} dan Fe^{3+} dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan kompleks Cu^{2+} . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ion transisi serta ikatan koordinasi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Fe^{2+} dan Fe^{3+} . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan konfigurasi atom dan ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas energi orbital aktual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur transisi selalu berwarna. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan konfigurasi atom dan ion.

10.6.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks unsur utama dan unsur transisi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur utama mengisi subkulit s atau p, sedangkan unsur transisi berkaitan dengan subkulit d yang belum penuh pada atom atau kation relevan; sifat transisi mencakup bilangan oksidasi variabel, kompleks, warna, dan katalisis.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh kompleks Cu^{2+} dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Zn sebagai kasus definisional. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ikatan koordinasi serta konfigurasi d perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada kompleks Cu^{2+} . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai generalisasi sifat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan observasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron 4s selalu dilepas setelah 3d tanpa konteks. Bukti dapat diperoleh dengan menilai generalisasi sifat.

10.6.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks unsur utama dan unsur transisi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur utama mengisi subkulit s atau p, sedangkan unsur transisi berkaitan dengan subkulit d yang belum penuh pada atom atau kation relevan; sifat transisi mencakup bilangan oksidasi variabel, kompleks, warna, dan katalisis.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh Zn sebagai kasus definisional dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Fe^{2+} dan Fe^{3+} . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konfigurasi d serta ion transisi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Zn sebagai kasus definisional. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta dasar klasifikasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan definisi IUPAC dan contoh batas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: aturan golongan utama diterapkan langsung. Bukti dapat diperoleh dengan meminta dasar klasifikasi.

10.6.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks unsur utama dan unsur transisi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur utama mengisi subkulit s atau p, sedangkan unsur transisi berkaitan dengan subkulit d yang belum penuh pada atom atau kation relevan; sifat transisi mencakup bilangan oksidasi variabel, kompleks, warna, dan katalisis.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh Fe^{2+} dan Fe^{3+} dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan kompleks Cu^{2+} . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ion transisi serta ikatan koordinasi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Fe^{2+} dan Fe^{3+} . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan

warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan konfigurasi atom dan ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas energi orbital aktual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua unsur blok d pasti unsur transisi menurut setiap definisi. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan konfigurasi atom dan ion.

10.6.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks unsur utama dan unsur transisi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur utama mengisi subkulit s atau p, sedangkan unsur transisi berkaitan dengan subkulit d yang belum penuh pada atom atau kation relevan; sifat transisi mencakup bilangan oksidasi variabel, kompleks, warna, dan katalisis.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa unsur transisi selalu berwarna. Variasi lain menyatakan bahwa elektron 4s selalu dilepas setelah 3d tanpa konteks. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kompleks Cu^{2+} termasuk contoh yang relevan, mengapa Zn sebagai kasus definisional perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan koordinasi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai generalisasi sifat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan observasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti

hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur transisi selalu berwarna. Bukti dapat diperoleh dengan menilai generalisasi sifat.

10.6.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks unsur utama dan unsur transisi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur utama mengisi subkulit s atau p, sedangkan unsur transisi berkaitan dengan subkulit d yang belum penuh pada atom atau kation relevan; sifat transisi mencakup bilangan oksidasi variabel, kompleks, warna, dan katalisis.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa elektron 4s selalu dilepas setelah 3d tanpa konteks. Variasi lain menyatakan bahwa aturan golongan utama diterapkan langsung. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Zn sebagai kasus definisional termasuk contoh yang relevan, mengapa Fe^{2+} dan Fe^{3+} perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi d secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta dasar klasifikasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan definisi IUPAC dan contoh batas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron 4s selalu dilepas setelah 3d tanpa konteks. Bukti dapat diperoleh dengan meminta dasar klasifikasi.

10.6.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks unsur utama dan unsur transisi,

gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur utama mengisi subkulit s atau p, sedangkan unsur transisi berkaitan dengan subkulit d yang belum penuh pada atom atau kation relevan; sifat transisi mencakup bilangan oksidasi variabel, kompleks, warna, dan katalisis.. Fokus sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa aturan golongan utama diterapkan langsung. Variasi lain menyatakan bahwa semua unsur blok d pasti unsur transisi menurut setiap definisi. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Fe^{2+} dan Fe^{3+} termasuk contoh yang relevan, mengapa kompleks Cu^{2+} perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ion transisi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan konfigurasi atom dan ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas energi orbital aktual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: aturan golongan utama diterapkan langsung. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan konfigurasi atom dan ion.

10.6.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks unsur utama dan unsur transisi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur utama mengisi subkulit s atau p, sedangkan unsur transisi berkaitan dengan subkulit d yang belum penuh pada atom atau kation relevan; sifat transisi mencakup bilangan oksidasi variabel, kompleks, warna, dan katalisis.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa semua unsur blok d pasti unsur transisi menurut setiap definisi. Variasi lain menyatakan bahwa unsur transisi selalu berwarna. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada kompleks Cu^{2+} . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai generalisasi sifat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan observasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua unsur blok d pasti unsur transisi menurut setiap definisi. Bukti dapat diperoleh dengan menilai generalisasi sifat.

10.6.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks unsur utama dan unsur transisi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur utama mengisi subkulit s atau p, sedangkan unsur transisi berkaitan dengan subkulit d yang belum penuh pada atom atau kation relevan; sifat transisi mencakup bilangan oksidasi variabel, kompleks, warna, dan katalisis.. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa unsur transisi selalu berwarna. Variasi lain menyatakan bahwa elektron 4s selalu dilepas setelah 3d tanpa konteks. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Zn sebagai kasus definisional termasuk contoh yang relevan, mengapa Fe^{2+} dan Fe^{3+} perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi d secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta dasar klasifikasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan definisi IUPAC dan contoh batas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur transisi selalu berwarna. Bukti dapat diperoleh dengan meminta dasar klasifikasi.

10.6.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks unsur utama dan unsur transisi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur utama mengisi subkulit s atau p, sedangkan unsur transisi berkaitan dengan subkulit d yang belum penuh pada atom atau kation relevan; sifat transisi mencakup bilangan oksidasi variabel, kompleks, warna, dan katalisis.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan konfigurasi atom dan ion. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa elektron 4s selalu dilepas setelah 3d tanpa konteks tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Fe^{2+} dan Fe^{3+} termasuk contoh yang relevan, mengapa kompleks Cu^{2+} perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ion transisi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan konfigurasi atom dan ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas energi orbital aktual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron 4s selalu dilepas setelah 3d tanpa konteks. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan konfigurasi atom dan ion.

10.6.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks unsur utama dan unsur transisi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur utama mengisi subkulit s atau p, sedangkan unsur transisi berkaitan dengan subkulit d yang belum penuh pada atom atau kation relevan; sifat transisi mencakup bilangan oksidasi variabel, kompleks, warna, dan katalisis.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menilai generalisasi sifat. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa aturan golongan utama diterapkan langsung tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kompleks Cu^{2+} termasuk contoh yang relevan, mengapa Zn sebagai kasus definisional perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan koordinasi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai generalisasi sifat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan observasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: aturan golongan utama diterapkan langsung. Bukti dapat diperoleh dengan menilai generalisasi sifat.

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

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks unsur utama dan unsur transisi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur utama mengisi subkulit s atau p, sedangkan unsur transisi berkaitan dengan subkulit d yang belum penuh pada atom atau kation relevan; sifat transisi mencakup bilangan oksidasi variabel, kompleks, warna, dan katalisis.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta dasar klasifikasi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa semua unsur blok d pasti unsur transisi menurut setiap definisi tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Zn sebagai kasus definisional. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta dasar klasifikasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan definisi IUPAC dan contoh batas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua unsur blok d pasti unsur transisi menurut setiap definisi. Bukti dapat diperoleh dengan meminta dasar klasifikasi.

10.6.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks unsur utama dan unsur transisi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur

utama mengisi subkulit s atau p, sedangkan unsur transisi berkaitan dengan subkulit d yang belum penuh pada atom atau kation relevan; sifat transisi mencakup bilangan oksidasi variabel, kompleks, warna, dan katalisis.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan konfigurasi atom dan ion. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa unsur transisi selalu berwarna tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Fe^{2+} dan Fe^{3+} termasuk contoh yang relevan, mengapa kompleks Cu^{2+} perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ion transisi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan konfigurasi atom dan ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas energi orbital aktual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur transisi selalu berwarna. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan konfigurasi atom dan ion.

10.6.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks unsur utama dan unsur transisi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur utama mengisi subkulit s atau p, sedangkan unsur transisi berkaitan dengan subkulit d yang belum penuh pada atom atau kation relevan; sifat transisi mencakup bilangan oksidasi variabel, kompleks, warna, dan katalisis.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan dengan observasi. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kompleks Cu^{2+} termasuk contoh yang relevan, mengapa Zn sebagai kasus definisional perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan koordinasi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai generalisasi sifat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan observasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron 4s selalu dilepas setelah 3d tanpa konteks. Bukti dapat diperoleh dengan menilai generalisasi sifat.

10.6.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks unsur utama dan unsur transisi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur utama mengisi subkulit s atau p, sedangkan unsur transisi berkaitan dengan subkulit d yang belum penuh pada atom atau kation relevan; sifat transisi mencakup bilangan oksidasi variabel, kompleks, warna, dan katalisis.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan definisi IUPAC dan contoh batas. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Zn sebagai kasus definisional. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang

terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta dasar klasifikasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan definisi IUPAC dan contoh batas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: aturan golongan utama diterapkan langsung. Bukti dapat diperoleh dengan meminta dasar klasifikasi.

10.6.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks unsur utama dan unsur transisi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur utama mengisi subkulit s atau p, sedangkan unsur transisi berkaitan dengan subkulit d yang belum penuh pada atom atau kation relevan; sifat transisi mencakup bilangan oksidasi variabel, kompleks, warna, dan katalisis. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan untuk menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membahas energi orbital aktual. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Fe^{2+} dan Fe^{3+} . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan konfigurasi atom dan ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas energi

orbital aktual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua unsur blok d pasti unsur transisi menurut setiap definisi. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan konfigurasi atom dan ion.

10.6.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks unsur utama dan unsur transisi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa unsur utama mengisi subkulit s atau p, sedangkan unsur transisi berkaitan dengan subkulit d yang belum penuh pada atom atau kation relevan; sifat transisi mencakup bilangan oksidasi variabel, kompleks, warna, dan katalisis. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan dengan observasi. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kompleks Cu^{2+} termasuk contoh yang relevan, mengapa Zn sebagai kasus definisional perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan koordinasi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai generalisasi sifat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan observasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur transisi selalu berwarna. Bukti dapat diperoleh dengan menilai generalisasi sifat.

10.7 Jari-jari Atom dan Ion

Subbab ini membahas jari-jari atom dan ion sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Jari-jari atom adalah besaran model yang bergantung pada definisi dan lingkungan; secara umum menurun sepanjang periode karena kenaikan muatan inti efektif dan meningkat ke bawah golongan karena penambahan kulit. Kation lebih kecil dan anion lebih besar daripada atom induknya dalam perbandingan relevan.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup muatan inti efektif, penyarungan, konfigurasi elektron. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa atom memiliki batas keras tunggal dan bahwa tren dijelaskan hanya oleh jumlah proton. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks Na dan Cl, Na versus Na^+ , dan seri isoelektronik O^{2-} sampai Mg^{2+} dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan diagram skala relatif, menghindari panah tren tanpa sebab, dan membandingkan kasus terkontrol. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Jari-jari atom adalah besaran model yang bergantung pada definisi dan lingkungan; secara umum menurun sepanjang periode karena kenaikan muatan inti efektif dan meningkat ke bawah golongan karena penambahan kulit. Kation lebih kecil dan anion lebih besar daripada atom induknya dalam perbandingan relevan.

Pertanyaan diagnosis utama: meminta mekanisme muatan inti efektif dan kulit.

Remediasi awal: menggunakan diagram skala relatif.

10.7.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks jari-jari atom dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa jari-jari atom adalah besaran model yang bergantung pada definisi dan lingkungan; secara umum menurun sepanjang periode karena kenaikan muatan inti efektif dan meningkat ke bawah golongan karena penambahan kulit. Kation lebih kecil dan anion lebih besar daripada atom induknya

dalam perbandingan relevan.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh Na dan Cl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Na versus Na⁺. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan muatan inti efektif serta penyarungan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Na dan Cl termasuk contoh yang relevan, mengapa Na versus Na⁺ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep muatan inti efektif secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta mekanisme muatan inti efektif dan kulit, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram skala relatif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kation lebih besar karena kehilangan elektron memberi ruang. Bukti dapat diperoleh dengan meminta mekanisme muatan inti efektif dan kulit.

10.7.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks jari-jari atom dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa jari-jari atom adalah besaran model yang bergantung pada definisi dan lingkungan; secara umum menurun sepanjang periode karena kenaikan muatan inti efektif dan meningkat ke bawah golongan karena penambahan kulit. Kation lebih kecil dan anion lebih besar daripada atom induknya dalam perbandingan relevan.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh Na versus Na⁺ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan seri isoelektronik O²⁻ sampai Mg²⁺. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran

yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan penyarungan serta konfigurasi elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Na versus Na^+ termasuk contoh yang relevan, mengapa seri isoelektronik O^{2-} sampai Mg^{2+} perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep penyarungan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengurutkan seri isoelektronik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari panah tren tanpa sebab. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: anion lebih kecil karena menarik elektron lebih kuat. Bukti dapat diperoleh dengan mengurutkan seri isoelektronik.

10.7.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks jari-jari atom dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa jari-jari atom adalah besaran model yang bergantung pada definisi dan lingkungan; secara umum menurun sepanjang periode karena kenaikan muatan inti efektif dan meningkat ke bawah golongan karena penambahan kulit. Kation lebih kecil dan anion lebih besar daripada atom induknya dalam perbandingan relevan.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh seri isoelektronik O^{2-} sampai Mg^{2+} dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Na dan Cl. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konfigurasi elektron serta muatan inti efektif perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada seri isoelektronik O^{2-} sampai Mg^{2+} . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa

yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan radius kovalen, logam, van der Waals, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan kasus terkontrol. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom memiliki batas keras tunggal. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan radius kovalen, logam, van der Waals.

10.7.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks jari-jari atom dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa jari-jari atom adalah besaran model yang bergantung pada definisi dan lingkungan; secara umum menurun sepanjang periode karena kenaikan muatan inti efektif dan meningkat ke bawah golongan karena penambahan kulit. Kation lebih kecil dan anion lebih besar daripada atom induknya dalam perbandingan relevan.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Contoh Na dan Cl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Na versus Na⁺. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan muatan inti efektif serta penyarungan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Na dan Cl. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta mekanisme muatan inti efektif dan kulit, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram skala relatif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tren dijelaskan hanya oleh jumlah proton. Bukti dapat diperoleh dengan meminta mekanisme muatan inti efektif dan kulit.

10.7.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks jari-jari atom dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa jari-jari atom adalah besaran model yang bergantung pada definisi dan lingkungan; secara umum menurun sepanjang periode karena kenaikan muatan inti efektif dan meningkat ke bawah golongan karena penambahan kulit. Kation lebih kecil dan anion lebih besar daripada atom induknya dalam perbandingan relevan.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh Na versus Na^+ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan seri isoelektronik O^{2-} sampai Mg^{2+} . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan penyarungan serta konfigurasi elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Na versus Na^+ . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengurutkan seri isoelektronik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari panah tren tanpa sebab. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kation lebih besar karena kehilangan elektron memberi ruang. Bukti dapat diperoleh dengan mengurutkan seri isoelektronik.

10.7.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks jari-jari atom dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa jari-jari atom adalah besaran model yang bergantung pada definisi dan lingkungan; secara umum menurun sepanjang periode karena kenaikan muatan inti efektif dan meningkat ke bawah golongan karena penambahan kulit. Kation lebih kecil dan anion lebih besar daripada atom induknya dalam perbandingan relevan.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh seri isoelektronik O^{2-} sampai Mg^{2+} dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Na dan Cl. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konfigurasi elektron serta muatan inti efektif perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada seri isoelektronik O^{2-} sampai Mg^{2+} . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan radius kovalen, logam, van der Waals, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan kasus terkontrol. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: anion lebih kecil karena menarik elektron lebih kuat. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan radius kovalen, logam, van der Waals.

10.7.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks jari-jari atom dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa jari-jari atom adalah besaran model yang bergantung pada definisi dan lingkungan; secara umum menurun sepanjang periode karena kenaikan muatan inti efektif dan meningkat ke bawah golongan karena penambahan kulit. Kation lebih kecil dan anion lebih besar daripada atom induknya dalam perbandingan relevan.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh Na dan Cl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Na versus Na⁺. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan muatan inti efektif serta penyarungan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Na dan Cl. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta mekanisme muatan inti efektif dan kulit, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram skala relatif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom memiliki batas keras tunggal. Bukti dapat diperoleh dengan meminta mekanisme muatan inti efektif dan kulit.

10.7.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks jari-jari atom dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa jari-jari atom adalah besaran model yang bergantung pada definisi dan lingkungan; secara umum menurun sepanjang periode karena kenaikan muatan

inti efektif dan meningkat ke bawah golongan karena penambahan kulit. Kation lebih kecil dan anion lebih besar daripada atom induknya dalam perbandingan relevan.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa tren dijelaskan hanya oleh jumlah proton. Variasi lain menyatakan bahwa kation lebih besar karena kehilangan elektron memberi ruang. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Na versus Na^+ termasuk contoh yang relevan, mengapa seri isoelektronik O^{2-} sampai Mg^{2+} perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep penyarungan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengurutkan seri isoelektronik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari panah tren tanpa sebab. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tren dijelaskan hanya oleh jumlah proton. Bukti dapat diperoleh dengan mengurutkan seri isoelektronik.

10.7.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks jari-jari atom dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa jari-jari atom adalah besaran model yang bergantung pada definisi dan lingkungan; secara umum menurun sepanjang periode karena kenaikan muatan inti efektif dan meningkat ke bawah golongan karena penambahan kulit. Kation lebih kecil dan anion lebih besar daripada atom induknya dalam perbandingan relevan.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa kation lebih besar karena kehilangan elektron memberi ruang. Variasi lain menyatakan bahwa anion lebih kecil karena menarik elektron lebih kuat. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa seri isoelektronik O^{2-} sampai Mg^{2+} termasuk contoh yang relevan, mengapa Na dan Cl perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan radius kovalen, logam, van der Waals, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan kasus terkontrol. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kation lebih besar karena kehilangan elektron memberi ruang. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan radius kovalen, logam, van der Waals.

10.7.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks jari-jari atom dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa jari-jari atom adalah besaran model yang bergantung pada definisi dan lingkungan; secara umum menurun sepanjang periode karena kenaikan muatan inti efektif dan meningkat ke bawah golongan karena penambahan kulit. Kation lebih kecil dan anion lebih besar daripada atom induknya dalam perbandingan relevan.. Fokus sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa anion lebih kecil karena menarik elektron lebih kuat. Variasi lain menyatakan bahwa atom memiliki batas keras tunggal. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Na dan Cl termasuk contoh yang relevan, mengapa Na versus Na^+ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep muatan inti efektif secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta mekanisme muatan inti efektif dan kulit, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram skala relatif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: anion lebih kecil karena menarik elektron lebih kuat. Bukti dapat diperoleh dengan meminta mekanisme muatan inti efektif dan kulit.

10.7.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks jari-jari atom dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa jari-jari atom adalah besaran model yang bergantung pada definisi dan lingkungan; secara umum menurun sepanjang periode karena kenaikan muatan inti efektif dan meningkat ke bawah golongan karena penambahan kulit. Kation lebih kecil dan anion lebih besar daripada atom induknya dalam perbandingan relevan.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direfiksasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa atom memiliki batas keras tunggal. Variasi lain menyatakan bahwa tren dijelaskan hanya oleh jumlah proton. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Na versus Na^+ . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengurutkan seri isoelektronik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari panah tren tanpa sebab. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom memiliki batas keras tunggal. Bukti dapat diperoleh dengan mengurutkan seri isoelektronik.

10.7.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks jari-jari atom dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa jari-jari atom adalah besaran model yang bergantung pada definisi dan lingkungan; secara umum menurun sepanjang periode karena kenaikan muatan inti efektif dan meningkat ke bawah golongan karena penambahan kulit. Kation lebih kecil dan anion lebih besar daripada atom induknya dalam perbandingan relevan.. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa tren dijelaskan hanya oleh jumlah proton. Variasi lain menyatakan bahwa kation lebih besar karena kehilangan elektron memberi ruang. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa seri isoelektronik O^{2-} sampai Mg^{2+} termasuk contoh yang relevan, mengapa Na dan Cl perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan radius kovalen, logam, van der Waals, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan kasus terkontrol. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tren dijelaskan hanya oleh jumlah proton. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan radius kovalen, logam, van der Waals.

10.7.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks jari-jari atom dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa jari-jari atom adalah besaran model yang bergantung pada definisi dan lingkungan; secara umum menurun sepanjang periode karena kenaikan muatan inti efektif dan meningkat ke bawah golongan karena penambahan kulit. Kation lebih kecil dan anion lebih besar daripada atom induknya dalam perbandingan relevan.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta mekanisme muatan inti efektif dan kulit. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa kation lebih besar karena kehilangan elektron memberi ruang tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Na dan Cl termasuk contoh yang relevan, mengapa Na versus Na^+ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep muatan inti efektif secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta mekanisme muatan inti efektif dan kulit, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram skala relatif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kation lebih besar karena kehilangan elektron memberi ruang. Bukti dapat diperoleh dengan meminta mekanisme muatan inti efektif dan kulit.

10.7.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks jari-jari atom dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa jari-jari atom adalah besaran model

yang bergantung pada definisi dan lingkungan; secara umum menurun sepanjang periode karena kenaikan muatan inti efektif dan meningkat ke bawah golongan karena penambahan kulit. Kation lebih kecil dan anion lebih besar daripada atom induknya dalam pembandingan relevan.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengurutkan seri isoelektronik. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa anion lebih kecil karena menarik elektron lebih kuat tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Na versus Na^+ termasuk contoh yang relevan, mengapa seri isoelektronik O^{2-} sampai Mg^{2+} perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep penyarungan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengurutkan seri isoelektronik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari panah tren tanpa sebab. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: anion lebih kecil karena menarik elektron lebih kuat. Bukti dapat diperoleh dengan mengurutkan seri isoelektronik.

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

Pembahasan ini perlu dimulai dari pembedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks jari-jari atom dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa jari-jari atom adalah besaran model yang bergantung pada definisi dan lingkungan; secara umum menurun sepanjang periode karena kenaikan muatan inti efektif dan meningkat ke bawah golongan karena penambahan kulit. Kation lebih kecil dan anion lebih besar daripada atom induknya dalam pembandingan relevan.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan radius kovalen, logam, van der Waals. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa atom memiliki batas keras tunggal tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada seri isoelektronik O²⁻ sampai Mg²⁺. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan radius kovalen, logam, van der Waals, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan kasus terkontrol. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom memiliki batas keras tunggal. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan radius kovalen, logam, van der Waals.

10.7.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks jari-jari atom dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa jari-jari atom adalah besaran model yang bergantung pada definisi dan lingkungan; secara umum menurun sepanjang periode karena kenaikan muatan inti efektif dan meningkat ke bawah golongan karena penambahan kulit. Kation lebih kecil dan anion lebih besar daripada atom induknya dalam perbandingan relevan.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta mekanisme muatan inti efektif dan kulit. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa tren dijelaskan hanya oleh jumlah proton tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan

tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Na dan Cl termasuk contoh yang relevan, mengapa Na versus Na^+ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep muatan inti efektif secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta mekanisme muatan inti efektif dan kulit, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram skala relatif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tren dijelaskan hanya oleh jumlah proton. Bukti dapat diperoleh dengan meminta mekanisme muatan inti efektif dan kulit.

10.7.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks jari-jari atom dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa jari-jari atom adalah besaran model yang bergantung pada definisi dan lingkungan; secara umum menurun sepanjang periode karena kenaikan muatan inti efektif dan meningkat ke bawah golongan karena penambahan kulit. Kation lebih kecil dan anion lebih besar daripada atom induknya dalam perbandingan relevan.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghindari panah tren tanpa sebab. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Na versus Na^+ termasuk contoh yang relevan, mengapa seri isoelektronik O^{2-} sampai Mg^{2+} perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep penyarungan secara

konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengurutkan seri isoelektronik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari panah tren tanpa sebab. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kation lebih besar karena kehilangan elektron memberi ruang. Bukti dapat diperoleh dengan mengurutkan seri isoelektronik.

10.7.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks jari-jari atom dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa jari-jari atom adalah besaran model yang bergantung pada definisi dan lingkungan; secara umum menurun sepanjang periode karena kenaikan muatan inti efektif dan meningkat ke bawah golongan karena penambahan kulit. Kation lebih kecil dan anion lebih besar daripada atom induknya dalam perbandingan relevan.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membandingkan kasus terkontrol. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada seri isoelektronik O^{2-} sampai Mg^{2+} . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan radius kovalen, logam, van der Waals, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan kasus terkontrol. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan

sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: anion lebih kecil karena menarik elektron lebih kuat. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan radius kovalen, logam, van der Waals.

10.7.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks jari-jari atom dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa jari-jari atom adalah besaran model yang bergantung pada definisi dan lingkungan; secara umum menurun sepanjang periode karena kenaikan muatan inti efektif dan meningkat ke bawah golongan karena penambahan kulit. Kation lebih kecil dan anion lebih besar daripada atom induknya dalam perbandingan relevan.. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan untuk menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan diagram skala relatif. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Na dan Cl. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta mekanisme muatan inti efektif dan kulit, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram skala relatif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom memiliki batas keras tunggal. Bukti dapat diperoleh dengan meminta mekanisme muatan inti efektif dan kulit.

10.7.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks jari-jari atom dan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa jari-jari atom adalah besaran model yang bergantung pada definisi dan lingkungan; secara umum menurun sepanjang periode karena kenaikan muatan inti efektif dan meningkat ke bawah golongan karena penambahan kulit. Kation lebih kecil dan anion lebih besar daripada atom induknya dalam perbandingan relevan.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghindari panah tren tanpa sebab. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Na versus Na^+ termasuk contoh yang relevan, mengapa seri isoelektronik O^{2-} sampai Mg^{2+} perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep penyarungan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengurutkan seri isoelektronik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari panah tren tanpa sebab. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tren dijelaskan hanya oleh jumlah proton. Bukti dapat diperoleh dengan mengurutkan seri isoelektronik.

10.8 Energi Ionisasi

Subbab ini membahas energi ionisasi sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Energi ionisasi adalah energi minimum untuk melepaskan elektron dari spesies gas dalam keadaan tertentu; trennya dipengaruhi muatan inti efektif, jarak, penetrasi, penyarungan, dan konfigurasi subkulit.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup jari-jari, konfigurasi elektron, muatan inti efektif. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa energi ionisasi adalah energi yang dilepas saat ion terbentuk dan bahwa nilai hanya bergantung pada jari-jari. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks Mg versus Al, N versus O, dan lonjakan berturut-turut Na dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan diagram energi, menganalisis subkulit dan pasangan elektron, dan membedakan kecenderungan dan hukum mutlak. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Energi ionisasi adalah energi minimum untuk melepaskan elektron dari spesies gas dalam keadaan tertentu; trennya dipengaruhi muatan inti efektif, jarak, penetrasi, penyarungan, dan konfigurasi subkulit.

Pertanyaan diagnosis utama: menafsirkan definisi proses gas.

Remediasi awal: menggunakan diagram energi.

10.8.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks energi ionisasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa energi ionisasi adalah energi minimum untuk melepaskan elektron dari spesies gas dalam keadaan tertentu; trennya dipengaruhi muatan inti efektif, jarak, penetrasi, penyarungan, dan konfigurasi subkulit.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh lonjakan berturut-turut Na dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Mg versus Al. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan muatan inti efektif serta jari-jari perlu dibuat

eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa lonjakan berturut-turut Na termasuk contoh yang relevan, mengapa Mg versus Al perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep muatan inti efektif secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan data ionisasi berurutan untuk elektron valensi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan kecenderungan dan hukum mutlak. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tren selalu mulus tanpa pengecualian. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan data ionisasi berurutan untuk elektron valensi.

10.8.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks energi ionisasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa energi ionisasi adalah energi minimum untuk melepaskan elektron dari spesies gas dalam keadaan tertentu; trennya dipengaruhi muatan inti efektif, jarak, penetrasi, penyarungan, dan konfigurasi subkulit.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh Mg versus Al dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan N versus O. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan jari-jari serta konfigurasi elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Mg versus Al termasuk contoh yang relevan, mengapa N versus O perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep jari-jari secara konsisten dan tidak

menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan definisi proses gas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ionisasi kedua selalu sama pola dengan pertama. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan definisi proses gas.

10.8.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks energi ionisasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa energi ionisasi adalah energi minimum untuk melepaskan elektron dari spesies gas dalam keadaan tertentu; trennya dipengaruhi muatan inti efektif, jarak, penetrasi, penjarangan, dan konfigurasi subkulit.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh N versus O dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan lonjakan berturut-turut Na. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konfigurasi elektron serta muatan inti efektif perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada N versus O. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan pengecualian, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menganalisis subkulit dan pasangan elektron. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai

perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: energi ionisasi adalah energi yang dilepas saat ion terbentuk. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan pengecualian.

10.8.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks energi ionisasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa energi ionisasi adalah energi minimum untuk melepaskan elektron dari spesies gas dalam keadaan tertentu; trennya dipengaruhi muatan inti efektif, jarak, penetrasi, penyarungan, dan konfigurasi subkulit.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Contoh lonjakan berturut-turut Na dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Mg versus Al. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan muatan inti efektif serta jari-jari perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada lonjakan berturut-turut Na. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan data ionisasi berurutan untuk elektron valensi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan kecenderungan dan hukum mutlak. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nilai hanya bergantung pada jari-jari. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan data ionisasi berurutan untuk elektron valensi.

10.8.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks energi ionisasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa energi ionisasi adalah energi minimum untuk melepaskan elektron dari spesies gas dalam keadaan tertentu; trennya dipengaruhi muatan inti efektif, jarak, penetrasi, penyarungan, dan konfigurasi subkulit.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh Mg versus Al dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan N versus O. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan jari-jari serta konfigurasi elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Mg versus Al. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan definisi proses gas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tren selalu mulus tanpa pengecualian. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan definisi proses gas.

10.8.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks energi ionisasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa energi ionisasi adalah energi minimum untuk melepaskan elektron dari spesies gas dalam keadaan tertentu; trennya dipengaruhi muatan inti efektif, jarak, penetrasi, penyarungan, dan konfigurasi subkulit.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara

konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh N versus O dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan lonjakan berturut-turut Na. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konfigurasi elektron serta muatan inti efektif perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada N versus O. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan pengecualian, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menganalisis subkulit dan pasangan elektron. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ionisasi kedua selalu sama pola dengan pertama. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan pengecualian.

10.8.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks energi ionisasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa energi ionisasi adalah energi minimum untuk melepaskan elektron dari spesies gas dalam keadaan tertentu; trennya dipengaruhi muatan inti efektif, jarak, penetrasi, penjarangan, dan konfigurasi subkulit.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh lonjakan berturut-turut Na dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Mg versus Al. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap,

dan besaran yang berubah. Hubungan dengan muatan inti efektif serta jari-jari perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada lonjakan berturut-turut Na. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan data ionisasi berurutan untuk elektron valensi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan kecenderungan dan hukum mutlak. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: energi ionisasi adalah energi yang dilepas saat ion terbentuk. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan data ionisasi berurutan untuk elektron valensi.

10.8.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks energi ionisasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa energi ionisasi adalah energi minimum untuk melepaskan elektron dari spesies gas dalam keadaan tertentu; trennya dipengaruhi muatan inti efektif, jarak, penetrasi, penyarungan, dan konfigurasi subkulit.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa nilai hanya bergantung pada jari-jari. Variasi lain menyatakan bahwa tren selalu mulus tanpa pengecualian. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Mg versus Al termasuk contoh yang relevan, mengapa N versus O perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep jari-jari secara konsisten dan tidak

menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan definisi proses gas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nilai hanya bergantung pada jari-jari. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan definisi proses gas.

10.8.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks energi ionisasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa energi ionisasi adalah energi minimum untuk melepaskan elektron dari spesies gas dalam keadaan tertentu; trennya dipengaruhi muatan inti efektif, jarak, penetrasi, penyarungan, dan konfigurasi subkulit.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa tren selalu mulus tanpa pengecualian. Variasi lain menyatakan bahwa ionisasi kedua selalu sama pola dengan pertama. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa N versus O termasuk contoh yang relevan, mengapa lonjakan berturut-turut Na perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan pengecualian, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menganalisis subkulit dan pasangan elektron. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer

juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tren selalu mulus tanpa pengecualian. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan pengecualian.

10.8.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks energi ionisasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa energi ionisasi adalah energi minimum untuk melepaskan elektron dari spesies gas dalam keadaan tertentu; trennya dipengaruhi muatan inti efektif, jarak, penetrasi, penyarungan, dan konfigurasi subkulit.. Fokus sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa ionisasi kedua selalu sama pola dengan pertama. Variasi lain menyatakan bahwa energi ionisasi adalah energi yang dilepas saat ion terbentuk. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa lonjakan berturut-turut Na termasuk contoh yang relevan, mengapa Mg versus Al perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep muatan inti efektif secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan data ionisasi berurutan untuk elektron valensi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan kecenderungan dan hukum mutlak. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ionisasi kedua selalu sama pola dengan pertama. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan data ionisasi berurutan untuk elektron valensi.

10.8.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks energi ionisasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa energi ionisasi adalah

energi minimum untuk melepaskan elektron dari spesies gas dalam keadaan tertentu; trennya dipengaruhi muatan inti efektif, jarak, penetrasi, penyarungan, dan konfigurasi subkulit.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa energi ionisasi adalah energi yang dilepas saat ion terbentuk. Variasi lain menyatakan bahwa nilai hanya bergantung pada jari-jari. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Mg versus Al. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan definisi proses gas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: energi ionisasi adalah energi yang dilepas saat ion terbentuk. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan definisi proses gas.

10.8.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks energi ionisasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa energi ionisasi adalah energi minimum untuk melepaskan elektron dari spesies gas dalam keadaan tertentu; trennya dipengaruhi muatan inti efektif, jarak, penetrasi, penyarungan, dan konfigurasi subkulit.. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa nilai hanya bergantung pada jari-jari. Variasi lain menyatakan bahwa tren selalu mulus tanpa pengecualian. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa N versus O termasuk contoh yang relevan, mengapa lonjakan berturut-turut Na perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan pengecualian, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menganalisis subkulit dan pasangan elektron. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nilai hanya bergantung pada jari-jari. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan pengecualian.

10.8.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks energi ionisasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa energi ionisasi adalah energi minimum untuk melepaskan elektron dari spesies gas dalam keadaan tertentu; trennya dipengaruhi muatan inti efektif, jarak, penetrasi, penjarangan, dan konfigurasi subkulit.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggunakan data ionisasi berurutan untuk elektron valensi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa tren selalu mulus tanpa pengecualian tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa lonjakan berturut-turut Na termasuk contoh yang relevan, mengapa Mg versus Al

perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep muatan inti efektif secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan data ionisasi berurutan untuk elektron valensi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan kecenderungan dan hukum mutlak. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tren selalu mulus tanpa pengecualian. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan data ionisasi berurutan untuk elektron valensi.

10.8.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks energi ionisasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa energi ionisasi adalah energi minimum untuk melepaskan elektron dari spesies gas dalam keadaan tertentu; trennya dipengaruhi muatan inti efektif, jarak, penetrasi, penyarungan, dan konfigurasi subkulit.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menafsirkan definisi proses gas. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa ionisasi kedua selalu sama pola dengan pertama tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Mg versus Al termasuk contoh yang relevan, mengapa N versus O perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep jari-jari secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan definisi proses gas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan

contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ionisasi kedua selalu sama pola dengan pertama. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan definisi proses gas.

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

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks energi ionisasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa energi ionisasi adalah energi minimum untuk melepaskan elektron dari spesies gas dalam keadaan tertentu; trennya dipengaruhi muatan inti efektif, jarak, penetrasi, penjarangan, dan konfigurasi subkulit.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menjelaskan pengecualian. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa energi ionisasi adalah energi yang dilepas saat ion terbentuk tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada N versus O. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan pengecualian, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menganalisis subkulit dan pasangan elektron. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: energi ionisasi adalah energi yang dilepas saat ion terbentuk. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan pengecualian.

10.8.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks energi ionisasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa energi ionisasi adalah energi minimum untuk melepaskan elektron dari spesies gas dalam keadaan tertentu; trennya dipengaruhi muatan inti efektif, jarak, penetrasi, penyarungan, dan konfigurasi subkulit.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggunakan data ionisasi berurutan untuk elektron valensi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa nilai hanya bergantung pada jari-jari tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa lonjakan berturut-turut Na termasuk contoh yang relevan, mengapa Mg versus Al perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep muatan inti efektif secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan data ionisasi berurutan untuk elektron valensi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan kecenderungan dan hukum mutlak. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nilai hanya bergantung pada jari-jari. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan data ionisasi berurutan untuk elektron valensi.

10.8.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks energi ionisasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa energi ionisasi adalah energi minimum untuk melepaskan elektron dari spesies gas dalam keadaan tertentu; trennya dipengaruhi muatan inti efektif, jarak, penetrasi, penyarungan, dan konfigurasi subkulit.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan

produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan diagram energi. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Mg versus Al termasuk contoh yang relevan, mengapa N versus O perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep jari-jari secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan definisi proses gas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tren selalu mulus tanpa pengecualian. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan definisi proses gas.

10.8.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks energi ionisasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa energi ionisasi adalah energi minimum untuk melepaskan elektron dari spesies gas dalam keadaan tertentu; trennya dipengaruhi muatan inti efektif, jarak, penetrasi, penjarangan, dan konfigurasi subkulit.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menganalisis subkulit dan pasangan elektron. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada N versus O. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan pengecualian, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menganalisis subkulit dan pasangan elektron. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ionisasi kedua selalu sama pola dengan pertama. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan pengecualian.

10.8.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks energi ionisasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa energi ionisasi adalah energi minimum untuk melepaskan elektron dari spesies gas dalam keadaan tertentu; trennya dipengaruhi muatan inti efektif, jarak, penetrasi, penyarungan, dan konfigurasi subkulit.. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan untuk menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membedakan kecenderungan dan hukum mutlak. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada lonjakan berturut-turut Na. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan data ionisasi berurutan untuk elektron valensi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan kecenderungan dan hukum mutlak. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: energi ionisasi adalah energi yang dilepas saat ion terbentuk. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan data ionisasi berurutan untuk elektron valensi.

10.8.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks energi ionisasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa energi ionisasi adalah energi minimum untuk melepaskan elektron dari spesies gas dalam keadaan tertentu; trennya dipengaruhi muatan inti efektif, jarak, penetrasi, penjarangan, dan konfigurasi subkulit.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan diagram energi. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Mg versus Al termasuk contoh yang relevan, mengapa N versus O perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep jari-jari secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan definisi proses gas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nilai hanya bergantung pada jari-jari. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan definisi proses gas.

10.9 Afinitas Elektron

Subbab ini membahas afinitas elektron sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Afinitas elektron berkaitan dengan perubahan energi ketika spesies gas menerima elektron; konvensi tanda berbeda antar-sumber sehingga proses fisik dan definisi tanda harus dinyatakan jelas.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup energi ionisasi, keelektronegatifan, konfigurasi elektron. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa afinitas elektron disamakan dengan keelektronegatifan dan bahwa nilai selalu makin besar secara monoton. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks Cl menerima elektron, gas mulia, dan Be dan N sebagai pola khusus dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menetapkan konvensi secara eksplisit, menggunakan diagram energi, dan menghindari panah tren tunggal yang kaku. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Afinitas elektron berkaitan dengan perubahan energi ketika spesies gas menerima elektron; konvensi tanda berbeda antar-sumber sehingga proses fisik dan definisi tanda harus dinyatakan jelas.

Pertanyaan diagnosis utama: meminta menuliskan proses termokimia.

Remediasi awal: menetapkan konvensi secara eksplisit.

10.9.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks afinitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa afinitas elektron berkaitan dengan perubahan energi ketika spesies gas menerima elektron; konvensi tanda berbeda antar-sumber sehingga proses fisik dan definisi tanda harus dinyatakan jelas.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan

analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh gas mulia dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Be dan N sebagai pola khusus. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan keelektronegatifan serta konfigurasi elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa gas mulia termasuk contoh yang relevan, mengapa Be dan N sebagai pola khusus perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep keelektronegatifan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa konvensi tanda, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom menerima elektron karena ingin oktet saja. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa konvensi tanda.

10.9.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks afinitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa afinitas elektron berkaitan dengan perubahan energi ketika spesies gas menerima elektron; konvensi tanda berbeda antar-sumber sehingga proses fisik dan definisi tanda harus dinyatakan jelas.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh Be dan N sebagai pola khusus dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Cl menerima elektron. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konfigurasi elektron serta energi

ionisasi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Be dan N sebagai pola khusus termasuk contoh yang relevan, mengapa Cl menerima elektron perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan data dan konfigurasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari panah tren tunggal yang kaku. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tanda negatif dianggap berarti tidak menguntungkan. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan data dan konfigurasi.

10.9.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks afinitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa afinitas elektron berkaitan dengan perubahan energi ketika spesies gas menerima elektron; konvensi tanda berbeda antar-sumber sehingga proses fisik dan definisi tanda harus dinyatakan jelas.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh Cl menerima elektron dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan gas mulia. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan energi ionisasi serta keelektronegatifan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Cl menerima elektron. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya,

warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta menuliskan proses termokimia, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menetapkan konvensi secara eksplisit. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: afinitas elektron disamakan dengan keelektronegatifan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta menuliskan proses termokimia.

10.9.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks afinitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa afinitas elektron berkaitan dengan perubahan energi ketika spesies gas menerima elektron; konvensi tanda berbeda antar-sumber sehingga proses fisik dan definisi tanda harus dinyatakan jelas.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Contoh gas mulia dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Be dan N sebagai pola khusus. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan keelektronegatifan serta konfigurasi elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada gas mulia. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa konvensi tanda, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila

alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nilai selalu makin besar secara monoton. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa konvensi tanda.

10.9.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks afinitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa afinitas elektron berkaitan dengan perubahan energi ketika spesies gas menerima elektron; konvensi tanda berbeda antar-sumber sehingga proses fisik dan definisi tanda harus dinyatakan jelas.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh Be dan N sebagai pola khusus dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Cl menerima elektron. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konfigurasi elektron serta energi ionisasi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Be dan N sebagai pola khusus. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan data dan konfigurasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari panah tren tunggal yang kaku. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom menerima elektron karena ingin oktet saja. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan data dan konfigurasi.

10.9.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks afinitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa afinitas elektron berkaitan dengan perubahan energi ketika spesies gas menerima elektron; konvensi tanda berbeda antar-sumber sehingga proses fisik dan definisi tanda harus dinyatakan jelas.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh Cl menerima elektron dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan gas mulia. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan energi ionisasi serta keelektronegatifan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Cl menerima elektron. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta menuliskan proses termokimia, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menetapkan konvensi secara eksplisit. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tanda negatif dianggap berarti tidak menguntungkan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta menuliskan proses termokimia.

10.9.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks afinitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa afinitas elektron berkaitan dengan perubahan energi ketika spesies gas menerima elektron; konvensi tanda berbeda antar-sumber sehingga proses fisik dan definisi tanda harus dinyatakan jelas.. Fokus contoh,

noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh gas mulia dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Be dan N sebagai pola khusus. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan keelektronegatifan serta konfigurasi elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada gas mulia. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa konvensi tanda, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: afinitas elektron disamakan dengan keelektronegatifan. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa konvensi tanda.

10.9.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks afinitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa afinitas elektron berkaitan dengan perubahan energi ketika spesies gas menerima elektron; konvensi tanda berbeda antar-sumber sehingga proses fisik dan definisi tanda harus dinyatakan jelas.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa nilai selalu makin besar secara monoton. Variasi lain menyatakan bahwa atom menerima elektron karena ingin oktet saja. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang

oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Be dan N sebagai pola khusus termasuk contoh yang relevan, mengapa Cl menerima elektron perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan data dan konfigurasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari panah tren tunggal yang kaku. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nilai selalu makin besar secara monoton. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan data dan konfigurasi.

10.9.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks afinitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa afinitas elektron berkaitan dengan perubahan energi ketika spesies gas menerima elektron; konvensi tanda berbeda antar-sumber sehingga proses fisik dan definisi tanda harus dinyatakan jelas.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa atom menerima elektron karena ingin oktet saja. Variasi lain menyatakan bahwa tanda negatif dianggap berarti tidak menguntungkan. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Cl menerima elektron termasuk contoh yang relevan, mengapa gas mulia perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep energi ionisasi secara konsisten dan

tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta menuliskan proses termokimia, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menetapkan konvensi secara eksplisit. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom menerima elektron karena ingin oktet saja. Bukti dapat diperoleh dengan meminta menuliskan proses termokimia.

10.9.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks afinitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa afinitas elektron berkaitan dengan perubahan energi ketika spesies gas menerima elektron; konvensi tanda berbeda antar-sumber sehingga proses fisik dan definisi tanda harus dinyatakan jelas.. Fokus sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa tanda negatif dianggap berarti tidak menguntungkan. Variasi lain menyatakan bahwa afinitas elektron disamakan dengan keelektronegatifan. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa gas mulia termasuk contoh yang relevan, mengapa Be dan N sebagai pola khusus perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep keelektronegatifan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa konvensi tanda, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tanda negatif dianggap berarti tidak menguntungkan. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa konvensi tanda.

10.9.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebutkan definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks afinitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa afinitas elektron berkaitan dengan perubahan energi ketika spesies gas menerima elektron; konvensi tanda berbeda antar-sumber sehingga proses fisik dan definisi tanda harus dinyatakan jelas.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa afinitas elektron disamakan dengan keelektronegatifan. Variasi lain menyatakan bahwa nilai selalu makin besar secara monoton. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Be dan N sebagai pola khusus. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan data dan konfigurasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari panah tren tunggal yang kaku. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: afinitas elektron disamakan dengan keelektronegatifan. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan data dan konfigurasi.

10.9.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks afinitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa afinitas elektron berkaitan dengan perubahan energi ketika spesies gas menerima elektron; konvensi tanda berbeda

antar-sumber sehingga proses fisik dan definisi tanda harus dinyatakan jelas.. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa nilai selalu makin besar secara monoton. Variasi lain menyatakan bahwa atom menerima elektron karena ingin oktet saja. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Cl menerima elektron termasuk contoh yang relevan, mengapa gas mulia perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep energi ionisasi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta menuliskan proses termokimia, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menetapkan konvensi secara eksplisit. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nilai selalu makin besar secara monoton. Bukti dapat diperoleh dengan meminta menuliskan proses termokimia.

10.9.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks afinitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa afinitas elektron berkaitan dengan perubahan energi ketika spesies gas menerima elektron; konvensi tanda berbeda antar-sumber sehingga proses fisik dan definisi tanda harus dinyatakan jelas.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk memeriksa konvensi tanda. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa atom menerima elektron karena ingin oktet saja tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan

dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa gas mulia termasuk contoh yang relevan, mengapa Be dan N sebagai pola khusus perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep keelektronegatifan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa konvensi tanda, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom menerima elektron karena ingin oktet saja. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa konvensi tanda.

10.9.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks afinitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa afinitas elektron berkaitan dengan perubahan energi ketika spesies gas menerima elektron; konvensi tanda berbeda antar-sumber sehingga proses fisik dan definisi tanda harus dinyatakan jelas.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan data dan konfigurasi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa tanda negatif dianggap berarti tidak menguntungkan tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Be dan N sebagai pola khusus termasuk contoh yang relevan, mengapa Cl menerima elektron perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi

elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan data dan konfigurasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari panah tren tunggal yang kaku. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tanda negatif dianggap berarti tidak menguntungkan. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan data dan konfigurasi.

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

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks afinitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa afinitas elektron berkaitan dengan perubahan energi ketika spesies gas menerima elektron; konvensi tanda berbeda antar-sumber sehingga proses fisik dan definisi tanda harus dinyatakan jelas.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta menuliskan proses termokimia. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa afinitas elektron disamakan dengan keelektronegatifan tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Cl menerima elektron. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta menuliskan proses termokimia, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menetapkan konvensi secara eksplisit. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai

perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: afinitas elektron disamakan dengan keelektronegatifan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta menuliskan proses termokimia.

10.9.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks afinitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa afinitas elektron berkaitan dengan perubahan energi ketika spesies gas menerima elektron; konvensi tanda berbeda antar-sumber sehingga proses fisik dan definisi tanda harus dinyatakan jelas.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk memeriksa konvensi tanda. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa nilai selalu makin besar secara monoton tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa gas mulia termasuk contoh yang relevan, mengapa Be dan N sebagai pola khusus perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep keelektronegatifan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa konvensi tanda, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nilai selalu makin besar secara monoton. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa konvensi tanda.

10.9.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks afinitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa afinitas elektron berkaitan dengan perubahan energi ketika spesies gas menerima elektron; konvensi tanda berbeda antar-sumber sehingga proses fisik dan definisi tanda harus dinyatakan jelas.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghindari panah tren tunggal yang kaku. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Be dan N sebagai pola khusus termasuk contoh yang relevan, mengapa Cl menerima elektron perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan data dan konfigurasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari panah tren tunggal yang kaku. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom menerima elektron karena ingin oktet saja. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan data dan konfigurasi.

10.9.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks afinitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa afinitas elektron berkaitan dengan perubahan energi ketika spesies gas menerima elektron; konvensi tanda berbeda antar-sumber sehingga proses fisik dan definisi tanda harus dinyatakan jelas.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap.

Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menetapkan konvensi secara eksplisit. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada CI menerima elektron. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta menuliskan proses termokimia, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menetapkan konvensi secara eksplisit. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tanda negatif dianggap berarti tidak menguntungkan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta menuliskan proses termokimia.

10.9.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks afinitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa afinitas elektron berkaitan dengan perubahan energi ketika spesies gas menerima elektron; konvensi tanda berbeda antar-sumber sehingga proses fisik dan definisi tanda harus dinyatakan jelas.. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan untuk menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan diagram energi. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang

mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada gas mulia. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa konvensi tanda, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: afinitas elektron disamakan dengan keelektronegatifan. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa konvensi tanda.

10.9.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks afinitas elektron, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa afinitas elektron berkaitan dengan perubahan energi ketika spesies gas menerima elektron; konvensi tanda berbeda antar-sumber sehingga proses fisik dan definisi tanda harus dinyatakan jelas.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghindari panah tren tunggal yang kaku. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Be dan N sebagai pola khusus termasuk contoh yang relevan, mengapa Cl menerima elektron perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut

pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan data dan konfigurasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari panah tren tunggal yang kaku. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nilai selalu makin besar secara monoton. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan data dan konfigurasi.

10.10 Keelektronegatifan

Subbab ini membahas keelektronegatifan sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Keelektronegatifan adalah kecenderungan relatif atom terikat menarik kerapatan elektron dalam ikatan; nilainya bergantung skala dan lingkungan, bukan energi atom terisolasi yang langsung terukur.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup polaritas ikatan, afinitas elektron, ikatan kimia. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa keelektronegatifan adalah muatan atom dan bahwa disamakan dengan afinitas elektron. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks ikatan H-F, C-H, dan skala Pauling dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan peta kerapatan elektron, membahas kontinuitas karakter ikatan, dan menyatakan keterbatasan skala. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Keelektronegatifan adalah kecenderungan relatif atom terikat menarik kerapatan elektron dalam ikatan; nilainya bergantung skala dan lingkungan, bukan energi atom terisolasi yang langsung terukur.

Pertanyaan diagnosis utama: membedakan atom bebas dan terikat.

Remediasi awal: menggunakan peta kerapatan elektron.

10.10.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks keelektronegatifan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keelektronegatifan adalah kecenderungan relatif atom terikat menarik kerapatan elektron dalam ikatan; nilainya bergantung skala dan lingkungan, bukan energi atom terisolasi yang langsung terukur.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh ikatan H-F dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan C-H. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan polaritas ikatan serta afinitas elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ikatan H-F termasuk contoh yang relevan, mengapa C-H perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep polaritas ikatan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan atom bebas dan terikat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan peta kerapatan elektron. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom paling elektronegatif selalu bermuatan negatif penuh. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan atom bebas dan terikat.

10.10.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks keelektronegatifan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keelektronegatifan adalah kecenderungan relatif atom terikat menarik kerapatan elektron dalam ikatan; nilainya

bergantung skala dan lingkungan, bukan energi atom terisolasi yang langsung terukur.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh C-H dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan skala Pauling. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan afinitas elektron serta ikatan kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa C-H termasuk contoh yang relevan, mengapa skala Pauling perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep afinitas elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan perbedaan elektronegativitas tanpa batas kategoris kaku, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas kontinuitas karakter ikatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nilai untuk gas mulia selalu harus ada. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan perbedaan elektronegativitas tanpa batas kategoris kaku.

10.10.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks keelektronegatifan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keelektronegatifan adalah kecenderungan relatif atom terikat menarik kerapatan elektron dalam ikatan; nilainya bergantung skala dan lingkungan, bukan energi atom terisolasi yang langsung terukur.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh skala Pauling dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ikatan H-F. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan

besaran yang berubah. Hubungan dengan ikatan kimia serta polaritas ikatan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada skala Pauling. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan dengan polaritas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyatakan keterbatasan skala. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: keelektronegatifan adalah muatan atom. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan dengan polaritas.

10.10.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks keelektronegatifan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keelektronegatifan adalah kecenderungan relatif atom terikat menarik kerapatan elektron dalam ikatan; nilainya bergantung skala dan lingkungan, bukan energi atom terisolasi yang langsung terukur.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Contoh ikatan H-F dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan C-H. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan polaritas ikatan serta afinitas elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ikatan H-F. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus,

diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan atom bebas dan terikat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan peta kerapatan elektron. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: disamakan dengan afinitas elektron. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan atom bebas dan terikat.

10.10.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks keelektronegatifan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keelektronegatifan adalah kecenderungan relatif atom terikat menarik kerapatan elektron dalam ikatan; nilainya bergantung skala dan lingkungan, bukan energi atom terisolasi yang langsung terukur. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh C-H dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan skala Pauling. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan afinitas elektron serta ikatan kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada C-H. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan perbedaan elektronegativitas tanpa batas kategoris kaku, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas kontinuitas karakter ikatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru

dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom paling elektronegatif selalu bermuatan negatif penuh. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan perbedaan elektronegativitas tanpa batas kategoris kaku.

10.10.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks keelektronegatifan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keelektronegatifan adalah kecenderungan relatif atom terikat menarik kerapatan elektron dalam ikatan; nilainya bergantung skala dan lingkungan, bukan energi atom terisolasi yang langsung terukur.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh skala Pauling dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ikatan H-F. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ikatan kimia serta polaritas ikatan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada skala Pauling. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan dengan polaritas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyatakan keterbatasan skala. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nilai untuk gas mulia selalu harus ada. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan dengan polaritas.

10.10.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks keelektronegatifan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keelektronegatifan adalah kecenderungan relatif atom terikat menarik kerapatan elektron dalam ikatan; nilainya bergantung skala dan lingkungan, bukan energi atom terisolasi yang langsung terukur.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh ikatan H-F dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan C-H. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan polaritas ikatan serta afinitas elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ikatan H-F. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan atom bebas dan terikat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan peta kerapatan elektron. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: keelektronegatifan adalah muatan atom. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan atom bebas dan terikat.

10.10.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks keelektronegatifan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keelektronegatifan adalah kecenderungan relatif atom terikat menarik kerapatan elektron dalam ikatan; nilainya bergantung skala dan lingkungan, bukan energi atom terisolasi yang langsung terukur.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi.

Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa disamakan dengan afinitas elektron. Variasi lain menyatakan bahwa atom paling elektronegatif selalu bermuatan negatif penuh. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa C-H termasuk contoh yang relevan, mengapa skala Pauling perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep afinitas elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan perbedaan elektronegativitas tanpa batas kategoris kaku, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas kontinuitas karakter ikatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: disamakan dengan afinitas elektron. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan perbedaan elektronegativitas tanpa batas kategoris kaku.

10.10.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks keelektronegatifan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keelektronegatifan adalah kecenderungan relatif atom terikat menarik kerapatan elektron dalam ikatan; nilainya bergantung skala dan lingkungan, bukan energi atom terisolasi yang langsung terukur.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa atom paling elektronegatif selalu bermuatan negatif penuh. Variasi lain menyatakan bahwa nilai untuk gas mulia selalu harus ada. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa skala Pauling termasuk contoh yang relevan, mengapa ikatan H-F perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan dengan polaritas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyatakan keterbatasan skala. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom paling elektronegatif selalu bermuatan negatif penuh. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan dengan polaritas.

10.10.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks keelektronegatifan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keelektronegatifan adalah kecenderungan relatif atom terikat menarik kerapatan elektron dalam ikatan; nilainya bergantung skala dan lingkungan, bukan energi atom terisolasi yang langsung terukur. Fokus sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa nilai untuk gas mulia selalu harus ada. Variasi lain menyatakan bahwa keelektronegatifan adalah muatan atom. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ikatan H-F termasuk contoh yang relevan, mengapa C-H perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep polaritas ikatan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan atom bebas dan terikat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan peta kerapatan elektron. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik

dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nilai untuk gas mulia selalu harus ada. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan atom bebas dan terikat.

10.10.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks keelektronegatifan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keelektronegatifan adalah kecenderungan relatif atom terikat menarik kerapatan elektron dalam ikatan; nilainya bergantung skala dan lingkungan, bukan energi atom terisolasi yang langsung terukur.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa keelektronegatifan adalah muatan atom. Variasi lain menyatakan bahwa disamakan dengan afinitas elektron. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada C-H. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan perbedaan elektronegativitas tanpa batas kategoris kaku, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas kontinuitas karakter ikatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: keelektronegatifan adalah muatan atom. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan perbedaan elektronegativitas tanpa batas kategoris kaku.

10.10.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks keelektronegatifan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keelektronegatifan adalah kecenderungan relatif atom terikat menarik kerapatan elektron dalam ikatan; nilainya bergantung skala dan lingkungan, bukan energi atom terisolasi yang langsung terukur.. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa disamakan dengan afinitas elektron. Variasi lain menyatakan bahwa atom paling elektronegatif selalu bermuatan negatif penuh. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa skala Pauling termasuk contoh yang relevan, mengapa ikatan H-F perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan dengan polaritas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyatakan keterbatasan skala. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: disamakan dengan afinitas elektron. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan dengan polaritas.

10.10.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks keelektronegatifan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keelektronegatifan adalah kecenderungan relatif atom terikat menarik kerapatan elektron dalam ikatan; nilainya bergantung skala dan lingkungan, bukan energi atom terisolasi yang langsung terukur.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas.

Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan atom bebas dan terikat. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa atom paling elektronegatif selalu bermuatan negatif penuh tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ikatan H-F termasuk contoh yang relevan, mengapa C-H perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep polaritas ikatan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan atom bebas dan terikat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan peta kerapatan elektron. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom paling elektronegatif selalu bermuatan negatif penuh. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan atom bebas dan terikat.

10.10.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks keelektronegatifan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keelektronegatifan adalah kecenderungan relatif atom terikat menarik kerapatan elektron dalam ikatan; nilainya bergantung skala dan lingkungan, bukan energi atom terisolasi yang langsung terukur.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menafsirkan perbedaan elektronegativitas tanpa batas kategoris kaku. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa nilai untuk gas mulia selalu harus ada tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks.

Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa C-H termasuk contoh yang relevan, mengapa skala Pauling perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep afinitas elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan perbedaan elektronegativitas tanpa batas kategoris kaku, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas kontinuitas karakter ikatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nilai untuk gas mulia selalu harus ada. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan perbedaan elektronegativitas tanpa batas kategoris kaku.

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

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks keelektronegatifan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keelektronegatifan adalah kecenderungan relatif atom terikat menarik kerapatan elektron dalam ikatan; nilainya bergantung skala dan lingkungan, bukan energi atom terisolasi yang langsung terukur.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghubungkan dengan polaritas. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa keelektronegatifan adalah muatan atom tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada skala Pauling. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan

warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan dengan polaritas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyatakan keterbatasan skala. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: keelektronegatifan adalah muatan atom. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan dengan polaritas.

10.10.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks keelektronegatifan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keelektronegatifan adalah kecenderungan relatif atom terikat menarik kerapatan elektron dalam ikatan; nilainya bergantung skala dan lingkungan, bukan energi atom terisolasi yang langsung terukur.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan atom bebas dan terikat. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa disamakan dengan afinitas elektron tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ikatan H-F termasuk contoh yang relevan, mengapa C-H perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep polaritas ikatan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan atom bebas dan terikat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan peta kerapatan elektron. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: disamakan dengan afinitas elektron. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan atom bebas dan terikat.

10.10.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks keelektronegatifan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keelektronegatifan adalah kecenderungan relatif atom terikat menarik kerapatan elektron dalam ikatan; nilainya bergantung skala dan lingkungan, bukan energi atom terisolasi yang langsung terukur.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membahas kontinuitas karakter ikatan. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa C-H termasuk contoh yang relevan, mengapa skala Pauling perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep afinitas elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan perbedaan elektronegativitas tanpa batas kategoris kaku, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas kontinuitas karakter ikatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom paling elektronegatif selalu bermuatan negatif penuh. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan perbedaan elektronegativitas tanpa batas kategoris kaku.

10.10.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks keelektronegatifan, gagasan ilmiah yang

menjadi jangkar adalah bahwa keelektronegatifan adalah kecenderungan relatif atom terikat menarik kerapatan elektron dalam ikatan; nilainya bergantung skala dan lingkungan, bukan energi atom terisolasi yang langsung terukur.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menyatakan keterbatasan skala. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada skala Pauling. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan dengan polaritas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyatakan keterbatasan skala. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nilai untuk gas mulia selalu harus ada. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan dengan polaritas.

10.10.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks keelektronegatifan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keelektronegatifan adalah kecenderungan relatif atom terikat menarik kerapatan elektron dalam ikatan; nilainya bergantung skala dan lingkungan, bukan energi atom terisolasi yang langsung terukur.. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan untuk menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan peta kerapatan elektron. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ikatan H-F. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan atom bebas dan terikat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan peta kerapatan elektron. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: keelektronegatifan adalah muatan atom. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan atom bebas dan terikat.

10.10.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks keelektronegatifan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keelektronegatifan adalah kecenderungan relatif atom terikat menarik kerapatan elektron dalam ikatan; nilainya bergantung skala dan lingkungan, bukan energi atom terisolasi yang langsung terukur.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membahas kontinuitas karakter ikatan. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa C-H termasuk contoh yang relevan, mengapa skala Pauling perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep afinitas elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan perbedaan elektronegativitas tanpa batas kategoris kaku, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas kontinuitas karakter ikatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: disamakan dengan afinitas elektron. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan perbedaan elektronegativitas tanpa batas kategoris kaku.

10.11 Sifat Logam dan Nonlogam

Subbab ini membahas sifat logam dan nonlogam sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Karakter logam mencakup kecenderungan melepaskan elektron, konduktivitas, kilap, dan sifat mekanik yang muncul dari struktur; karakter berubah bertahap dalam tabel dan tidak dapat direduksi menjadi satu ciri.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup ikatan logam, tren periodik, struktur zat. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa logam selalu padat dan keras dan bahwa nonlogam selalu isolator. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks Hg, grafit, dan Si semikonduktor dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan matriks sifat, membedakan kategori dan kontinum, dan menghubungkan struktur elektronik. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Karakter logam mencakup kecenderungan melepaskan elektron, konduktivitas, kilap, dan sifat mekanik yang muncul dari struktur; karakter berubah bertahap dalam tabel dan tidak dapat direduksi menjadi satu ciri.

Pertanyaan diagnosis utama: mengklasifikasi dari beberapa bukti.

Remediasi awal: menggunakan matriks sifat.

10.11.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks sifat logam dan nonlogam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa karakter logam mencakup kecenderungan melepaskan elektron, konduktivitas, kilap, dan sifat mekanik yang muncul dari struktur; karakter berubah bertahap dalam tabel dan tidak dapat direduksi menjadi satu ciri.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh Si semikonduktor dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Hg. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur zat serta ikatan logam perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Si semikonduktor termasuk contoh yang relevan, mengapa Hg perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur zat secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan sifat makro dan ikatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan struktur elektronik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: metaloid adalah campuran logam-nonlogam. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan sifat makro dan ikatan.

10.11.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks sifat logam dan nonlogam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa karakter logam mencakup kecenderungan melepaskan elektron, konduktivitas, kilap, dan sifat mekanik yang muncul dari struktur; karakter berubah bertahap dalam tabel dan tidak dapat direduksi menjadi satu ciri.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh Hg dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan grafit. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ikatan logam serta tren periodik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Hg termasuk contoh yang relevan, mengapa grafit perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan logam secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengklasifikasi dari beberapa bukti, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan matriks sifat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: sifat logam hanya ditentukan jumlah elektron valensi. Bukti dapat diperoleh dengan mengklasifikasi dari beberapa bukti.

10.11.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks sifat logam dan nonlogam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa karakter logam mencakup kecenderungan melepaskan elektron, konduktivitas, kilap, dan sifat mekanik yang muncul dari struktur; karakter berubah bertahap dalam tabel dan tidak dapat direduksi menjadi satu ciri.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala

pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh grafit dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Si semikonduktor. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan tren periodik serta struktur zat perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada grafit. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji kontra-contoh, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan kategori dan kontinum. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: logam selalu padat dan keras. Bukti dapat diperoleh dengan menguji kontra-contoh.

10.11.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks sifat logam dan nonlogam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa karakter logam mencakup kecenderungan melepaskan elektron, konduktivitas, kilap, dan sifat mekanik yang muncul dari struktur; karakter berubah bertahap dalam tabel dan tidak dapat direduksi menjadi satu ciri.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Contoh Si semikonduktor dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Hg. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur zat serta ikatan logam perlu dibuat eksplisit. Ketika

peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Si semikonduktor. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan sifat makro dan ikatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan struktur elektronik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nonlogam selalu isolator. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan sifat makro dan ikatan.

10.11.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks sifat logam dan nonlogam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa karakter logam mencakup kecenderungan melepaskan elektron, konduktivitas, kilap, dan sifat mekanik yang muncul dari struktur; karakter berubah bertahap dalam tabel dan tidak dapat direduksi menjadi satu ciri.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh Hg dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan grafit. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ikatan logam serta tren periodik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Hg. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna

literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengklasifikasi dari beberapa bukti, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan matriks sifat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: metaloid adalah campuran logam-nonlogam. Bukti dapat diperoleh dengan mengklasifikasi dari beberapa bukti.

10.11.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks sifat logam dan nonlogam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa karakter logam mencakup kecenderungan melepaskan elektron, konduktivitas, kilap, dan sifat mekanik yang muncul dari struktur; karakter berubah bertahap dalam tabel dan tidak dapat direduksi menjadi satu ciri.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh grafit dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Si semikonduktor. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan tren periodik serta struktur zat perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada grafit. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji kontra-contoh, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan kategori dan kontinum. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti

hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: sifat logam hanya ditentukan jumlah elektron valensi. Bukti dapat diperoleh dengan menguji kontra-contoh.

10.11.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks sifat logam dan nonlogam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa karakter logam mencakup kecenderungan melepaskan elektron, konduktivitas, kilap, dan sifat mekanik yang muncul dari struktur; karakter berubah bertahap dalam tabel dan tidak dapat direduksi menjadi satu ciri.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh Si semikonduktor dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Hg. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur zat serta ikatan logam perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Si semikonduktor. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan sifat makro dan ikatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan struktur elektronik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: logam selalu padat dan keras. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan sifat makro dan ikatan.

10.11.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks sifat logam dan nonlogam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa karakter logam mencakup kecenderungan melepaskan elektron, konduktivitas, kilap, dan sifat mekanik yang muncul dari struktur; karakter berubah bertahap dalam tabel dan tidak dapat direduksi menjadi satu ciri.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa nonlogam selalu isolator. Variasi lain menyatakan bahwa metaloid adalah campuran logam-nonlogam. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Hg termasuk contoh yang relevan, mengapa grafit perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan logam secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengklasifikasi dari beberapa bukti, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan matriks sifat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nonlogam selalu isolator. Bukti dapat diperoleh dengan mengklasifikasi dari beberapa bukti.

10.11.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks sifat logam dan nonlogam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa karakter logam mencakup kecenderungan melepaskan elektron, konduktivitas, kilap, dan sifat mekanik yang muncul dari struktur; karakter berubah bertahap dalam tabel dan tidak dapat direduksi menjadi satu ciri.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan

kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa metaloid adalah campuran logam-nonlogam. Variasi lain menyatakan bahwa sifat logam hanya ditentukan jumlah elektron valensi. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa grafit termasuk contoh yang relevan, mengapa Si semikonduktor perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep tren periodik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji kontra-contoh, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan kategori dan kontinum. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: metaloid adalah campuran logam-nonlogam. Bukti dapat diperoleh dengan menguji kontra-contoh.

10.11.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks sifat logam dan nonlogam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa karakter logam mencakup kecenderungan melepaskan elektron, konduktivitas, kilap, dan sifat mekanik yang muncul dari struktur; karakter berubah bertahap dalam tabel dan tidak dapat direduksi menjadi satu ciri.. Fokus sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa sifat logam hanya ditentukan jumlah elektron valensi. Variasi lain menyatakan bahwa logam selalu padat dan keras. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Si semikonduktor termasuk contoh yang relevan, mengapa Hg perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur zat secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan sifat makro dan ikatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan struktur elektronik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: sifat logam hanya ditentukan jumlah elektron valensi. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan sifat makro dan ikatan.

10.11.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks sifat logam dan nonlogam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa karakter logam mencakup kecenderungan melepaskan elektron, konduktivitas, kilap, dan sifat mekanik yang muncul dari struktur; karakter berubah bertahap dalam tabel dan tidak dapat direduksi menjadi satu ciri.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa logam selalu padat dan keras. Variasi lain menyatakan bahwa nonlogam selalu isolator. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Hg. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengklasifikasi dari beberapa bukti, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan matriks sifat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: logam selalu padat dan keras. Bukti dapat diperoleh dengan mengklasifikasi dari beberapa bukti.

10.11.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks sifat logam dan nonlogam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa karakter logam mencakup kecenderungan melepaskan elektron, konduktivitas, kilap, dan sifat mekanik yang muncul dari struktur; karakter berubah bertahap dalam tabel dan tidak dapat direduksi menjadi satu ciri.. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa nonlogam selalu isolator. Variasi lain menyatakan bahwa metaloid adalah campuran logam-nonlogam. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa grafit termasuk contoh yang relevan, mengapa Si semikonduktor perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep tren periodik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji kontra-contoh, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan kategori dan kontinum. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nonlogam selalu isolator. Bukti dapat diperoleh dengan menguji kontra-contoh.

10.11.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks sifat logam dan nonlogam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa karakter logam mencakup kecenderungan melepaskan elektron, konduktivitas, kilap, dan sifat mekanik yang muncul dari struktur; karakter berubah bertahap dalam tabel dan tidak dapat direduksi menjadi satu ciri.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghubungkan sifat makro dan ikatan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa metaloid adalah campuran logam-nonlogam tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Si semikonduktor termasuk contoh yang relevan, mengapa Hg perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur zat secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan sifat makro dan ikatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan struktur elektronik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: metaloid adalah campuran logam-nonlogam. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan sifat makro dan ikatan.

10.11.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks sifat logam dan nonlogam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa karakter logam mencakup kecenderungan melepaskan elektron, konduktivitas, kilap, dan sifat mekanik yang muncul dari struktur; karakter berubah bertahap dalam tabel dan tidak dapat direduksi menjadi satu

ciri.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengklasifikasi dari beberapa bukti. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa sifat logam hanya ditentukan jumlah elektron valensi tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Hg termasuk contoh yang relevan, mengapa grafit perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan logam secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengklasifikasi dari beberapa bukti, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan matriks sifat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: sifat logam hanya ditentukan jumlah elektron valensi. Bukti dapat diperoleh dengan mengklasifikasi dari beberapa bukti.

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

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks sifat logam dan nonlogam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa karakter logam mencakup kecenderungan melepaskan elektron, konduktivitas, kilap, dan sifat mekanik yang muncul dari struktur; karakter berubah bertahap dalam tabel dan tidak dapat direduksi menjadi satu ciri.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menguji kontra-contoh. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa logam selalu padat dan keras tidak boleh langsung

diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada grafit. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji kontra-contoh, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan kategori dan kontinum. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: logam selalu padat dan keras. Bukti dapat diperoleh dengan menguji kontra-contoh.

10.11.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks sifat logam dan nonlogam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa karakter logam mencakup kecenderungan melepaskan elektron, konduktivitas, kilap, dan sifat mekanik yang muncul dari struktur; karakter berubah bertahap dalam tabel dan tidak dapat direduksi menjadi satu ciri.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghubungkan sifat makro dan ikatan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa nonlogam selalu isolator tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Si semikonduktor termasuk contoh yang relevan, mengapa Hg perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut

seharusnya menggunakan konsep struktur zat secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan sifat makro dan ikatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan struktur elektronik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nonlogam selalu isolator. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan sifat makro dan ikatan.

10.11.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks sifat logam dan nonlogam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa karakter logam mencakup kecenderungan melepaskan elektron, konduktivitas, kilap, dan sifat mekanik yang muncul dari struktur; karakter berubah bertahap dalam tabel dan tidak dapat direduksi menjadi satu ciri.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan matriks sifat. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Hg termasuk contoh yang relevan, mengapa grafit perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan logam secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengklasifikasi dari beberapa bukti, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan matriks sifat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: metaloid adalah campuran logam-nonlogam. Bukti dapat diperoleh dengan mengklasifikasi dari beberapa bukti.

10.11.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks sifat logam dan nonlogam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa karakter logam mencakup kecenderungan melepaskan elektron, konduktivitas, kilap, dan sifat mekanik yang muncul dari struktur; karakter berubah bertahap dalam tabel dan tidak dapat direduksi menjadi satu ciri.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membedakan kategori dan kontinum. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada grafit. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji kontra-contoh, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan kategori dan kontinum. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: sifat logam hanya ditentukan jumlah elektron valensi. Bukti dapat diperoleh dengan menguji kontra-contoh.

10.11.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks sifat logam dan

nonlogam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa karakter logam mencakup kecenderungan melepaskan elektron, konduktivitas, kilap, dan sifat mekanik yang muncul dari struktur; karakter berubah bertahap dalam tabel dan tidak dapat direduksi menjadi satu ciri.. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan untuk menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan struktur elektronik. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Si semikonduktor. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan sifat makro dan ikatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan struktur elektronik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: logam selalu padat dan keras. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan sifat makro dan ikatan.

10.11.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks sifat logam dan nonlogam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa karakter logam mencakup kecenderungan melepaskan elektron, konduktivitas, kilap, dan sifat mekanik yang muncul dari struktur; karakter berubah bertahap dalam tabel dan tidak dapat direduksi menjadi satu ciri.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan matriks sifat. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Hg termasuk contoh yang relevan, mengapa grafit perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan logam secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengklasifikasi dari beberapa bukti, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan matriks sifat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nonlogam selalu isolator. Bukti dapat diperoleh dengan mengklasifikasi dari beberapa bukti.

10.12 Kereaktifan Unsur

Subbab ini membahas kereaktifan unsur sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Kereaktifan bergantung pada jenis reaksi, kondisi, kinetika, dan termodinamika; tren golongan memberi pola berguna tetapi bukan ukuran universal tunggal.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup energi ionisasi, afinitas elektron, kinetika dan termodinamika. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa reaktivitas adalah sifat absolut satu angka dan bahwa semua alkali bereaksi dengan cara sama. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks alkali dengan air, halogen sebagai pengoksidasi, dan pasivasi Al dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan data reaksi spesifik, menyatakan kondisi, dan menghindari generalisasi lintas mekanisme. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Kereaktifan bergantung pada jenis reaksi, kondisi, kinetika, dan termodinamika; tren golongan memberi pola berguna tetapi bukan ukuran universal tunggal.

Pertanyaan diagnosis utama: menentukan reaksi acuan dan kondisi.

Remediasi awal: menggunakan data reaksi spesifik.

10.12.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks kereaktifan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kereaktifan bergantung pada jenis reaksi, kondisi, kinetika, dan termodinamika; tren golongan memberi pola berguna tetapi bukan ukuran universal tunggal.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh halogen sebagai pengoksidasi dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pasivasi Al. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan afinitas elektron serta kinetika dan termodinamika perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa halogen sebagai pengoksidasi termasuk contoh yang relevan, mengapa pasivasi Al perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep afinitas elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan kelayakan termodinamika dan laju, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyatakan kondisi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: halogen paling elektronegatif selalu paling cepat pada semua reaksi. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan kelayakan termodinamika dan laju.

10.12.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks kereaktifan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kereaktifan bergantung pada jenis reaksi, kondisi, kinetika, dan termodinamika; tren golongan memberi pola berguna tetapi bukan ukuran universal tunggal.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh pasivasi Al dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan alkali dengan air. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan kinetika dan termodinamika serta energi ionisasi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pasivasi Al termasuk contoh yang relevan, mengapa alkali dengan air perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kinetika dan termodinamika secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menganalisis lapisan pasif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari generalisasi lintas mekanisme. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur stabil berarti tidak bereaksi. Bukti dapat diperoleh dengan menganalisis lapisan pasif.

10.12.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks kereaktifan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kereaktifan bergantung pada jenis reaksi, kondisi, kinetika, dan termodinamika; tren golongan memberi pola berguna tetapi bukan ukuran universal tunggal.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi

inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh alkali dengan air dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan halogen sebagai pengoksidasi. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan energi ionisasi serta afinitas elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada alkali dengan air. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan reaksi acuan dan kondisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data reaksi spesifik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: reaktivitas adalah sifat absolut satu angka. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan reaksi acuan dan kondisi.

10.12.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks kereaktifan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kereaktifan bergantung pada jenis reaksi, kondisi, kinetika, dan termodinamika; tren golongan memberi pola berguna tetapi bukan ukuran universal tunggal.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Contoh halogen sebagai pengoksidasi dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pasivasi Al. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan afinitas elektron serta kinetika dan

termodinamika perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada halogen sebagai pengoksidasi. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan kelayakan termodinamika dan laju, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyatakan kondisi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua alkali bereaksi dengan cara sama. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan kelayakan termodinamika dan laju.

10.12.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks kereaktifan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kereaktifan bergantung pada jenis reaksi, kondisi, kinetika, dan termodinamika; tren golongan memberi pola berguna tetapi bukan ukuran universal tunggal.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh pasivasi Al dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan alkali dengan air. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan kinetika dan termodinamika serta energi ionisasi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pasivasi Al. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat

itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menganalisis lapisan pasif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari generalisasi lintas mekanisme. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: halogen paling elektronegatif selalu paling cepat pada semua reaksi. Bukti dapat diperoleh dengan menganalisis lapisan pasif.

10.12.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks kereaktifan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kereaktifan bergantung pada jenis reaksi, kondisi, kinetika, dan termodinamika; tren golongan memberi pola berguna tetapi bukan ukuran universal tunggal.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh alkali dengan air dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan halogen sebagai pengoksidasi. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan energi ionisasi serta afinitas elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada alkali dengan air. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan reaksi acuan dan kondisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data reaksi spesifik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual

apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur stabil berarti tidak bereaksi. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan reaksi acuan dan kondisi.

10.12.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks kereaktifan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kereaktifan bergantung pada jenis reaksi, kondisi, kinetika, dan termodinamika; tren golongan memberi pola berguna tetapi bukan ukuran universal tunggal.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh halogen sebagai pengoksidasi dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pasivasi Al. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan afinitas elektron serta kinetika dan termodinamika perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada halogen sebagai pengoksidasi. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan kelayakan termodinamika dan laju, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyatakan kondisi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: reaktivitas adalah sifat absolut satu angka. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan kelayakan termodinamika dan laju.

10.12.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks kereaktifan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kereaktifan bergantung pada jenis reaksi, kondisi, kinetika, dan termodinamika; tren golongan memberi pola berguna tetapi bukan ukuran universal tunggal.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa semua alkali bereaksi dengan cara sama. Variasi lain menyatakan bahwa halogen paling elektronegatif selalu paling cepat pada semua reaksi. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pasivasi Al termasuk contoh yang relevan, mengapa alkali dengan air perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kinetika dan termodinamika secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menganalisis lapisan pasif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari generalisasi lintas mekanisme. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua alkali bereaksi dengan cara sama. Bukti dapat diperoleh dengan menganalisis lapisan pasif.

10.12.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks kereaktifan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kereaktifan bergantung pada jenis reaksi, kondisi, kinetika, dan termodinamika; tren golongan memberi pola berguna tetapi bukan ukuran universal tunggal.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa halogen paling elektronegatif selalu paling cepat pada semua reaksi. Variasi lain menyatakan bahwa unsur stabil berarti tidak bereaksi. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa alkali dengan air termasuk contoh yang relevan, mengapa halogen sebagai pengoksidasi perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep energi ionisasi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan reaksi acuan dan kondisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data reaksi spesifik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: halogen paling elektronegatif selalu paling cepat pada semua reaksi. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan reaksi acuan dan kondisi.

10.12.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks kereaktifan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kereaktifan bergantung pada jenis reaksi, kondisi, kinetika, dan termodinamika; tren golongan memberi pola berguna tetapi bukan ukuran universal tunggal.. Fokus sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa unsur stabil berarti tidak bereaksi. Variasi lain menyatakan bahwa reaktivitas adalah sifat absolut satu angka. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa halogen sebagai pengoksidasi termasuk contoh yang relevan, mengapa pasivasi Al perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi.

Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep afinitas elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan kelayakan termodinamika dan laju, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyatakan kondisi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur stabil berarti tidak bereaksi. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan kelayakan termodinamika dan laju.

10.12.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks kereaktifan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kereaktifan bergantung pada jenis reaksi, kondisi, kinetika, dan termodinamika; tren golongan memberi pola berguna tetapi bukan ukuran universal tunggal.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa reaktivitas adalah sifat absolut satu angka. Variasi lain menyatakan bahwa semua alkali bereaksi dengan cara sama. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pasivasi Al. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menganalisis lapisan pasif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari generalisasi lintas mekanisme. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai

perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: reaktivitas adalah sifat absolut satu angka. Bukti dapat diperoleh dengan menganalisis lapisan pasif.

10.12.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks kereaktifan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kereaktifan bergantung pada jenis reaksi, kondisi, kinetika, dan termodinamika; tren golongan memberi pola berguna tetapi bukan ukuran universal tunggal.. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa semua alkali bereaksi dengan cara sama. Variasi lain menyatakan bahwa halogen paling elektronegatif selalu paling cepat pada semua reaksi. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa alkali dengan air termasuk contoh yang relevan, mengapa halogen sebagai pengoksidasi perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep energi ionisasi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan reaksi acuan dan kondisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data reaksi spesifik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua alkali bereaksi dengan cara sama. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan reaksi acuan dan kondisi.

10.12.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks kereaktifan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kereaktifan bergantung pada jenis reaksi, kondisi, kinetika, dan termodinamika; tren golongan memberi pola berguna tetapi bukan ukuran universal tunggal.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan kelayakan termodinamika dan laju. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa halogen paling elektronegatif selalu paling cepat pada semua reaksi tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa halogen sebagai pengoksidasi termasuk contoh yang relevan, mengapa pasivasi Al perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep afinitas elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan kelayakan termodinamika dan laju, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyatakan kondisi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: halogen paling elektronegatif selalu paling cepat pada semua reaksi. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan kelayakan termodinamika dan laju.

10.12.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks kereaktifan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kereaktifan bergantung pada jenis reaksi, kondisi, kinetika, dan termodinamika; tren golongan memberi pola berguna tetapi bukan ukuran universal tunggal.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-

keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menganalisis lapisan pasif. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa unsur stabil berarti tidak bereaksi tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pasivasi Al termasuk contoh yang relevan, mengapa alkali dengan air perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kinetika dan termodinamika secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menganalisis lapisan pasif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari generalisasi lintas mekanisme. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur stabil berarti tidak bereaksi. Bukti dapat diperoleh dengan menganalisis lapisan pasif.

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

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks kereaktifan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kereaktifan bergantung pada jenis reaksi, kondisi, kinetika, dan termodinamika; tren golongan memberi pola berguna tetapi bukan ukuran universal tunggal. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menentukan reaksi acuan dan kondisi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa reaktivitas adalah sifat absolut satu angka tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut

pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada alkali dengan air. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan reaksi acuan dan kondisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data reaksi spesifik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: reaktivitas adalah sifat absolut satu angka. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan reaksi acuan dan kondisi.

10.12.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks kereaktifan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kereaktifan bergantung pada jenis reaksi, kondisi, kinetika, dan termodinamika; tren golongan memberi pola berguna tetapi bukan ukuran universal tunggal. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan kelayakan termodinamika dan laju. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa semua alkali bereaksi dengan cara sama tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa halogen sebagai pengoksidasi termasuk contoh yang relevan, mengapa pasivasi Al perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep afinitas elektron secara konsisten dan

tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan kelayakan termodinamika dan laju, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyatakan kondisi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua alkali bereaksi dengan cara sama. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan kelayakan termodinamika dan laju.

10.12.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks kereaktifan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kereaktifan bergantung pada jenis reaksi, kondisi, kinetika, dan termodinamika; tren golongan memberi pola berguna tetapi bukan ukuran universal tunggal.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghindari generalisasi lintas mekanisme. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pasivasi Al termasuk contoh yang relevan, mengapa alkali dengan air perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kinetika dan termodinamika secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menganalisis lapisan pasif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari generalisasi lintas mekanisme. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: halogen paling elektronegatif selalu paling cepat pada semua reaksi. Bukti dapat diperoleh dengan menganalisis lapisan pasif.

10.12.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks kereaktifan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kereaktifan bergantung pada jenis reaksi, kondisi, kinetika, dan termodinamika; tren golongan memberi pola berguna tetapi bukan ukuran universal tunggal.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan data reaksi spesifik. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada alkali dengan air. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan reaksi acuan dan kondisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data reaksi spesifik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur stabil berarti tidak bereaksi. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan reaksi acuan dan kondisi.

10.12.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks kereaktifan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kereaktifan bergantung pada jenis reaksi, kondisi, kinetika, dan termodinamika; tren golongan memberi pola berguna tetapi bukan ukuran universal tunggal.. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan

untuk menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menyatakan kondisi. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada halogen sebagai pengoksidasi. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan kelayakan termodinamika dan laju, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyatakan kondisi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: reaktivitas adalah sifat absolut satu angka. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan kelayakan termodinamika dan laju.

10.12.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks kereaktifan unsur, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kereaktifan bergantung pada jenis reaksi, kondisi, kinetika, dan termodinamika; tren golongan memberi pola berguna tetapi bukan ukuran universal tunggal.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghindari generalisasi lintas mekanisme. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada

demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pasivasi Al termasuk contoh yang relevan, mengapa alkali dengan air perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kinetika dan termodinamika secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menganalisis lapisan pasif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari generalisasi lintas mekanisme. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua alkali bereaksi dengan cara sama. Bukti dapat diperoleh dengan menganalisis lapisan pasif.

10.13 Tren Periodik dan Penyebab Mikroskopiknya

Subbab ini membahas tren periodik dan penyebab mikroskopiknya sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Tren periodik merupakan hasil gabungan muatan inti efektif, penyarungan, penetrasi orbital, bilangan kuantum utama, dan tolakan elektron; penjelasan harus menunjukkan variabel yang berubah dan yang dibandingkan.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup struktur atom, energi orbital, sifat periodik. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa panah tren dianggap penjelasan dan bahwa penyarungan dianggap meniadakan seluruh muatan inti. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks jari-jari periode 2, energi ionisasi periode 3, dan seri isoelektronik dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan diagram kausal, membedakan korelasi dan mekanisme, dan mengintegrasikan konfigurasi. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan

kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Tren periodik merupakan hasil gabungan muatan inti efektif, penyarungan, penetrasi orbital, bilangan kuantum utama, dan tolakan elektron; penjelasan harus menunjukkan variabel yang berubah dan yang dibandingkan.

Pertanyaan diagnosis utama: meminta rantai sebab Z-penyarungan-jarak-energi.

Remediasi awal: menggunakan diagram kausal.

10.13.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks tren periodik dan penyebab mikroskopiknya, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa tren periodik merupakan hasil gabungan muatan inti efektif, penyarungan, penetrasi orbital, bilangan kuantum utama, dan tolakan elektron; penjelasan harus menunjukkan variabel yang berubah dan yang dibandingkan.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh jari-jari periode 2 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan energi ionisasi periode 3. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur atom serta energi orbital perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa jari-jari periode 2 termasuk contoh yang relevan, mengapa energi ionisasi periode 3 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta rantai sebab Z-penyarungan-jarak-energi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram kausal. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua elektron dalam kulit menyaring sama. Bukti dapat diperoleh dengan meminta rantai sebab Z-penyarungan-jarak-energi.

10.13.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks tren periodik dan penyebab mikroskopiknya, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa tren periodik merupakan hasil gabungan muatan inti efektif, penyarungan, penetrasi orbital, bilangan kuantum utama, dan tolakan elektron; penjelasan harus menunjukkan variabel yang berubah dan yang dibandingkan.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh energi ionisasi periode 3 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan seri isoelektronik. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan energi orbital serta sifat periodik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa energi ionisasi periode 3 termasuk contoh yang relevan, mengapa seri isoelektronik perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep energi orbital secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan pasangan unsur, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan korelasi dan mekanisme. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu faktor dipakai untuk semua tren. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan pasangan unsur.

10.13.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks tren periodik dan penyebab mikroskopiknya, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa tren periodik merupakan hasil gabungan muatan inti efektif, penyarungan, penetrasi orbital, bilangan kuantum utama, dan tolakan

elektron; penjelasan harus menunjukkan variabel yang berubah dan yang dibandingkan.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh seri isoelektronik dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan jari-jari periode 2. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan sifat periodik serta struktur atom perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada seri isoelektronik. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengidentifikasi variabel kontrol, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengintegrasikan konfigurasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: panah tren dianggap penjelasan. Bukti dapat diperoleh dengan mengidentifikasi variabel kontrol.

10.13.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks tren periodik dan penyebab mikroskopiknya, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa tren periodik merupakan hasil gabungan muatan inti efektif, penjarangan, penetrasi orbital, bilangan kuantum utama, dan tolakan elektron; penjelasan harus menunjukkan variabel yang berubah dan yang dibandingkan.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Contoh jari-jari periode 2 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan energi ionisasi periode 3. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur atom serta energi orbital perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada jari-jari periode 2. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta rantai sebab Z-penyarungan-jarak-energi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram kausal. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: penyarungan dianggap meniadakan seluruh muatan inti. Bukti dapat diperoleh dengan meminta rantai sebab Z-penyarungan-jarak-energi.

10.13.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks tren periodik dan penyebab mikroskopiknya, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa tren periodik merupakan hasil gabungan muatan inti efektif, penyarungan, penetrasi orbital, bilangan kuantum utama, dan tolakan elektron; penjelasan harus menunjukkan variabel yang berubah dan yang dibandingkan.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh energi ionisasi periode 3 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan seri isoelektronik. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan energi orbital serta sifat periodik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada energi ionisasi periode 3. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan pasangan unsur, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan korelasi dan mekanisme. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua elektron dalam kulit menyaring sama. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan pasangan unsur.

10.13.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks tren periodik dan penyebab mikroskopiknya, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa tren periodik merupakan hasil gabungan muatan inti efektif, penyarungan, penetrasi orbital, bilangan kuantum utama, dan tolakan elektron; penjelasan harus menunjukkan variabel yang berubah dan yang dibandingkan.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh seri isoelektronik dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan jari-jari periode 2. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan sifat periodik serta struktur atom perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada seri isoelektronik. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengidentifikasi variabel kontrol, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengintegrasikan konfigurasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu faktor dipakai untuk semua tren. Bukti dapat diperoleh dengan mengidentifikasi variabel kontrol.

10.13.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks tren periodik dan penyebab mikroskopiknya, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa tren periodik merupakan hasil gabungan muatan inti efektif, penyarungan, penetrasi orbital, bilangan kuantum utama, dan tolakan elektron; penjelasan harus menunjukkan variabel yang berubah dan yang dibandingkan.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh jari-jari periode 2 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan energi ionisasi periode 3. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur atom serta energi orbital perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada jari-jari periode 2. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta rantai sebab Z-penyarungan-jarak-energi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram kausal. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer

juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: panah tren dianggap penjelasan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta rantai sebab Z-penyarungan-jarak-energi.

10.13.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks tren periodik dan penyebab mikroskopiknya, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa tren periodik merupakan hasil gabungan muatan inti efektif, penyarungan, penetrasi orbital, bilangan kuantum utama, dan tolakan elektron; penjelasan harus menunjukkan variabel yang berubah dan yang dibandingkan.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa penyarungan dianggap meniadakan seluruh muatan inti. Variasi lain menyatakan bahwa semua elektron dalam kulit menyaring sama. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa energi ionisasi periode 3 termasuk contoh yang relevan, mengapa seri isoelektronik perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep energi orbital secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan pasangan unsur, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan korelasi dan mekanisme. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: penyarungan dianggap meniadakan seluruh muatan inti. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan pasangan unsur.

10.13.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks tren periodik dan

penyebab mikroskopiknya, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa tren periodik merupakan hasil gabungan muatan inti efektif, penyarungan, penetrasi orbital, bilangan kuantum utama, dan tolakan elektron; penjelasan harus menunjukkan variabel yang berubah dan yang dibandingkan.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa semua elektron dalam kulit menyaring sama. Variasi lain menyatakan bahwa satu faktor dipakai untuk semua tren. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa seri isoelektronik termasuk contoh yang relevan, mengapa jari-jari periode 2 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sifat periodik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengidentifikasi variabel kontrol, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengintegrasikan konfigurasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua elektron dalam kulit menyaring sama. Bukti dapat diperoleh dengan mengidentifikasi variabel kontrol.

10.13.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks tren periodik dan penyebab mikroskopiknya, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa tren periodik merupakan hasil gabungan muatan inti efektif, penyarungan, penetrasi orbital, bilangan kuantum utama, dan tolakan elektron; penjelasan harus menunjukkan variabel yang berubah dan yang dibandingkan.. Fokus sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa satu faktor dipakai untuk semua tren. Variasi lain menyatakan bahwa panah tren dianggap penjelasan. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa jari-jari periode 2 termasuk contoh yang relevan, mengapa energi ionisasi periode 3 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta rantai sebab Z-penyarungan-jarak-energi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram kausal. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu faktor dipakai untuk semua tren. Bukti dapat diperoleh dengan meminta rantai sebab Z-penyarungan-jarak-energi.

10.13.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks tren periodik dan penyebab mikroskopiknya, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa tren periodik merupakan hasil gabungan muatan inti efektif, penyarungan, penetrasi orbital, bilangan kuantum utama, dan tolakan elektron; penjelasan harus menunjukkan variabel yang berubah dan yang dibandingkan.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa panah tren dianggap penjelasan. Variasi lain menyatakan bahwa penyarungan dianggap meniadakan seluruh muatan inti. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada energi ionisasi periode 3. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi

pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan pasangan unsur, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan korelasi dan mekanisme. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: panah tren dianggap penjelasan. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan pasangan unsur.

10.13.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks tren periodik dan penyebab mikroskopiknya, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa tren periodik merupakan hasil gabungan muatan inti efektif, penyarungan, penetrasi orbital, bilangan kuantum utama, dan tolakan elektron; penjelasan harus menunjukkan variabel yang berubah dan yang dibandingkan.. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa penyarungan dianggap meniadakan seluruh muatan inti. Variasi lain menyatakan bahwa semua elektron dalam kulit menyaring sama. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa seri isoelektronik termasuk contoh yang relevan, mengapa jari-jari periode 2 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sifat periodik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengidentifikasi variabel kontrol, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengintegrasikan konfigurasi. Setelah

pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: penyarungan dianggap meniadakan seluruh muatan inti. Bukti dapat diperoleh dengan mengidentifikasi variabel kontrol.

10.13.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks tren periodik dan penyebab mikroskopiknya, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa tren periodik merupakan hasil gabungan muatan inti efektif, penyarungan, penetrasi orbital, bilangan kuantum utama, dan tolakan elektron; penjelasan harus menunjukkan variabel yang berubah dan yang dibandingkan.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta rantai sebab Z-penyarungan-jarak-energi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa semua elektron dalam kulit menyaring sama tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa jari-jari periode 2 termasuk contoh yang relevan, mengapa energi ionisasi periode 3 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta rantai sebab Z-penyarungan-jarak-energi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram kausal. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua elektron dalam kulit menyaring sama. Bukti dapat diperoleh dengan meminta rantai sebab Z-penyarungan-jarak-energi.

10.13.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks tren periodik dan penyebab mikroskopiknya, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa tren periodik merupakan hasil gabungan muatan inti efektif, penyarungan, penetrasi orbital, bilangan kuantum utama, dan tolakan elektron; penjelasan harus menunjukkan variabel yang berubah dan yang dibandingkan.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan pasangan unsur. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa satu faktor dipakai untuk semua tren tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa energi ionisasi periode 3 termasuk contoh yang relevan, mengapa seri isoelektronik perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep energi orbital secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan pasangan unsur, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan korelasi dan mekanisme. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu faktor dipakai untuk semua tren. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan pasangan unsur.

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

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks tren periodik dan penyebab mikroskopiknya, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa tren periodik merupakan hasil gabungan muatan inti efektif, penyarungan, penetrasi orbital, bilangan kuantum utama, dan tolakan elektron; penjelasan harus menunjukkan variabel yang berubah dan yang dibandingkan.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi

berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengidentifikasi variabel kontrol. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa panah tren dianggap penjelasan tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada seri isoelektronik. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengidentifikasi variabel kontrol, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengintegrasikan konfigurasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: panah tren dianggap penjelasan. Bukti dapat diperoleh dengan mengidentifikasi variabel kontrol.

10.13.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks tren periodik dan penyebab mikroskopiknya, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa tren periodik merupakan hasil gabungan muatan inti efektif, penyarungan, penetrasi orbital, bilangan kuantum utama, dan tolakan elektron; penjelasan harus menunjukkan variabel yang berubah dan yang dibandingkan.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta rantai sebab Z-penyarungan-jarak-energi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa penyarungan dianggap meniadakan seluruh muatan inti tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari

satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa jari-jari periode 2 termasuk contoh yang relevan, mengapa energi ionisasi periode 3 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur atom secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta rantai sebab Z-penyarungan-jarak-energi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram kausal. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: penyarungan dianggap meniadakan seluruh muatan inti. Bukti dapat diperoleh dengan meminta rantai sebab Z-penyarungan-jarak-energi.

10.13.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks tren periodik dan penyebab mikroskopiknya, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa tren periodik merupakan hasil gabungan muatan inti efektif, penyarungan, penetrasi orbital, bilangan kuantum utama, dan tolakan elektron; penjelasan harus menunjukkan variabel yang berubah dan yang dibandingkan.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membedakan korelasi dan mekanisme. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa energi ionisasi periode 3 termasuk contoh yang relevan, mengapa seri isoelektronik perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep energi orbital secara

konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan pasangan unsur, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan korelasi dan mekanisme. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua elektron dalam kulit menyaring sama. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan pasangan unsur.

10.13.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks tren periodik dan penyebab mikroskopiknya, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa tren periodik merupakan hasil gabungan muatan inti efektif, penjarangan, penetrasi orbital, bilangan kuantum utama, dan tolakan elektron; penjelasan harus menunjukkan variabel yang berubah dan yang dibandingkan.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara mengintegrasikan konfigurasi. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada seri isoelektronik. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengidentifikasi variabel kontrol, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengintegrasikan konfigurasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti

hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu faktor dipakai untuk semua tren. Bukti dapat diperoleh dengan mengidentifikasi variabel kontrol.

10.13.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks tren periodik dan penyebab mikroskopiknya, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa tren periodik merupakan hasil gabungan muatan inti efektif, penyarungan, penetrasi orbital, bilangan kuantum utama, dan tolakan elektron; penjelasan harus menunjukkan variabel yang berubah dan yang dibandingkan.. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan untuk menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan diagram kausal. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada jari-jari periode 2. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta rantai sebab Z-penyarungan-jarak-energi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan diagram kausal. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: panah tren dianggap penjelasan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta rantai sebab Z-penyarungan-jarak-energi.

10.13.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks tren periodik dan penyebab mikroskopiknya, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa tren periodik merupakan hasil gabungan muatan inti efektif, penyarungan, penetrasi orbital, bilangan kuantum utama, dan tolakan elektron; penjelasan harus menunjukkan variabel yang berubah dan yang dibandingkan.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membedakan korelasi dan mekanisme. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa energi ionisasi periode 3 termasuk contoh yang relevan, mengapa seri isoelektronik perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep energi orbital secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan pasangan unsur, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan korelasi dan mekanisme. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: penyarungan dianggap meniadakan seluruh muatan inti. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan pasangan unsur.

10.14 Pengecualian dalam Tren Periodik

Subbab ini membahas pengecualian dalam tren periodik sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Pengecualian lokal bukan kegagalan periodisitas, tetapi petunjuk bahwa subkulit, pasangan elektron, struktur kristal, atau definisi besaran ikut memengaruhi data.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup konfigurasi elektron, metode ilmiah, model kausal. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa setiap pengecualian dianggap kesalahan data dan bahwa tren harus selalu monoton. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks IE Be-B dan N-O, radius transisi, dan afinitas elektron F-Cl dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan data nyata dan ketidakpastian, menghubungkan deviasi dengan model lebih kaya, dan menghindari daftar hafalan. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Pengecualian lokal bukan kegagalan periodisitas, tetapi petunjuk bahwa subkulit, pasangan elektron, struktur kristal, atau definisi besaran ikut memengaruhi data.

Pertanyaan diagnosis utama: meminta penjelasan konfigurasi.

Remediasi awal: menggunakan data nyata dan ketidakpastian.

10.14.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks pengecualian dalam tren periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengecualian lokal bukan kegagalan periodisitas, tetapi petunjuk bahwa subkulit, pasangan elektron, struktur kristal, atau definisi besaran ikut memengaruhi data.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh afinitas elektron F-Cl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan IE Be-B dan N-O. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan model kausal serta konfigurasi elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol,

atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa afinitas elektron F-Cl termasuk contoh yang relevan, mengapa IE Be-B dan N-O perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model kausal secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai beberapa hipotesis, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari daftar hafalan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pengecualian dihafal tanpa sebab. Bukti dapat diperoleh dengan menilai beberapa hipotesis.

10.14.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks pengecualian dalam tren periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengecualian lokal bukan kegagalan periodisitas, tetapi petunjuk bahwa subkulit, pasangan elektron, struktur kristal, atau definisi besaran ikut memengaruhi data.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh IE Be-B dan N-O dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan radius transisi. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konfigurasi elektron serta metode ilmiah perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa IE Be-B dan N-O termasuk contoh yang relevan, mengapa radius transisi perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten

dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta penjelasan konfigurasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data nyata dan ketidakpastian. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu pengecualian membatalkan seluruh model. Bukti dapat diperoleh dengan meminta penjelasan konfigurasi.

10.14.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks pengecualian dalam tren periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengecualian lokal bukan kegagalan periodisitas, tetapi petunjuk bahwa subkulit, pasangan elektron, struktur kristal, atau definisi besaran ikut memengaruhi data.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh radius transisi dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan afinitas elektron F-Cl. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan metode ilmiah serta model kausal perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada radius transisi. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan tren global dan deviasi lokal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan deviasi dengan model lebih kaya. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer

juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap pengecualian dianggap kesalahan data. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan tren global dan deviasi lokal.

10.14.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks pengecualian dalam tren periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengecualian lokal bukan kegagalan periodisitas, tetapi petunjuk bahwa subkulit, pasangan elektron, struktur kristal, atau definisi besaran ikut memengaruhi data.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Contoh afinitas elektron F-Cl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan IE Be-B dan N-O. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan model kausal serta konfigurasi elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada afinitas elektron F-Cl. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai beberapa hipotesis, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari daftar hafalan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tren harus selalu monoton. Bukti dapat diperoleh dengan menilai beberapa hipotesis.

10.14.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks pengecualian dalam tren periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengecualian lokal bukan kegagalan periodisitas, tetapi petunjuk bahwa subkulit, pasangan elektron, struktur kristal, atau definisi besaran ikut memengaruhi data.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh IE Be-B dan N-O dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan radius transisi. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konfigurasi elektron serta metode ilmiah perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada IE Be-B dan N-O. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta penjelasan konfigurasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data nyata dan ketidakpastian. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pengecualian dihafal tanpa sebab. Bukti dapat diperoleh dengan meminta penjelasan konfigurasi.

10.14.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks pengecualian dalam tren periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengecualian lokal bukan kegagalan periodisitas, tetapi petunjuk bahwa subkulit, pasangan elektron, struktur kristal, atau definisi besaran ikut memengaruhi data.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena,

model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh radius transisi dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan afinitas elektron F-Cl. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan metode ilmiah serta model kausal perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada radius transisi. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan tren global dan deviasi lokal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan deviasi dengan model lebih kaya. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu pengecualian membatalkan seluruh model. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan tren global dan deviasi lokal.

10.14.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks pengecualian dalam tren periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengecualian lokal bukan kegagalan periodisitas, tetapi petunjuk bahwa subkulit, pasangan elektron, struktur kristal, atau definisi besaran ikut memengaruhi data.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh afinitas elektron F-Cl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan IE Be-B dan N-O. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap,

dan besaran yang berubah. Hubungan dengan model kausal serta konfigurasi elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada afinitas elektron F-Cl. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai beberapa hipotesis, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari daftar hafalan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap pengecualian dianggap kesalahan data. Bukti dapat diperoleh dengan menilai beberapa hipotesis.

10.14.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks pengecualian dalam tren periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengecualian lokal bukan kegagalan periodisitas, tetapi petunjuk bahwa subkulit, pasangan elektron, struktur kristal, atau definisi besaran ikut memengaruhi data.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa tren harus selalu monoton. Variasi lain menyatakan bahwa pengecualian dihafal tanpa sebab. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa IE Be-B dan N-O termasuk contoh yang relevan, mengapa radius transisi perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten

dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta penjelasan konfigurasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data nyata dan ketidakpastian. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tren harus selalu monoton. Bukti dapat diperoleh dengan meminta penjelasan konfigurasi.

10.14.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks pengecualian dalam tren periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengecualian lokal bukan kegagalan periodisitas, tetapi petunjuk bahwa subkulit, pasangan elektron, struktur kristal, atau definisi besaran ikut memengaruhi data.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa pengecualian dihafal tanpa sebab. Variasi lain menyatakan bahwa satu pengecualian membatalkan seluruh model. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa radius transisi termasuk contoh yang relevan, mengapa afinitas elektron F-Cl perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep metode ilmiah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan tren global dan deviasi lokal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan deviasi dengan model lebih kaya. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer

juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pengecualian dihafal tanpa sebab. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan tren global dan deviasi lokal.

10.14.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks pengecualian dalam tren periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengecualian lokal bukan kegagalan periodisitas, tetapi petunjuk bahwa subkulit, pasangan elektron, struktur kristal, atau definisi besaran ikut memengaruhi data.. Fokus sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa satu pengecualian membatalkan seluruh model. Variasi lain menyatakan bahwa setiap pengecualian dianggap kesalahan data. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa afinitas elektron F-Cl termasuk contoh yang relevan, mengapa IE Be-B dan N-O perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model kausal secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai beberapa hipotesis, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari daftar hafalan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu pengecualian membatalkan seluruh model. Bukti dapat diperoleh dengan menilai beberapa hipotesis.

10.14.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks pengecualian dalam tren periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa

pengecualian lokal bukan kegagalan periodisitas, tetapi petunjuk bahwa subkulit, pasangan elektron, struktur kristal, atau definisi besaran ikut memengaruhi data.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa setiap pengecualian dianggap kesalahan data. Variasi lain menyatakan bahwa tren harus selalu monoton. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada IE Be-B dan N-O. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta penjelasan konfigurasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data nyata dan ketidakpastian. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap pengecualian dianggap kesalahan data. Bukti dapat diperoleh dengan meminta penjelasan konfigurasi.

10.14.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks pengecualian dalam tren periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengecualian lokal bukan kegagalan periodisitas, tetapi petunjuk bahwa subkulit, pasangan elektron, struktur kristal, atau definisi besaran ikut memengaruhi data.. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa tren harus selalu monoton. Variasi lain menyatakan bahwa pengecualian dihafal tanpa sebab. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa radius transisi termasuk contoh yang relevan, mengapa afinitas elektron F-Cl perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep metode ilmiah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan tren global dan deviasi lokal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan deviasi dengan model lebih kaya. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tren harus selalu monoton. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan tren global dan deviasi lokal.

10.14.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks pengecualian dalam tren periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengecualian lokal bukan kegagalan periodisitas, tetapi petunjuk bahwa subkulit, pasangan elektron, struktur kristal, atau definisi besaran ikut memengaruhi data.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menilai beberapa hipotesis. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa pengecualian dihafal tanpa sebab tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa afinitas elektron F-Cl termasuk contoh yang relevan, mengapa IE Be-B dan N-O perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi.

Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model kausal secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai beberapa hipotesis, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari daftar hafalan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pengecualian dihafal tanpa sebab. Bukti dapat diperoleh dengan menilai beberapa hipotesis.

10.14.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks pengecualian dalam tren periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengecualian lokal bukan kegagalan periodisitas, tetapi petunjuk bahwa subkulit, pasangan elektron, struktur kristal, atau definisi besaran ikut memengaruhi data.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta penjelasan konfigurasi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa satu pengecualian membatalkan seluruh model tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa IE Be-B dan N-O termasuk contoh yang relevan, mengapa radius transisi perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta penjelasan konfigurasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data nyata dan ketidakpastian. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai

perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu pengecualian membatalkan seluruh model. Bukti dapat diperoleh dengan meminta penjelasan konfigurasi.

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

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks pengecualian dalam tren periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengecualian lokal bukan kegagalan periodisitas, tetapi petunjuk bahwa subkulit, pasangan elektron, struktur kristal, atau definisi besaran ikut memengaruhi data.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan tren global dan deviasi lokal. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa setiap pengecualian dianggap kesalahan data tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada radius transisi. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan tren global dan deviasi lokal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan deviasi dengan model lebih kaya. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap pengecualian dianggap kesalahan data. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan tren global dan deviasi lokal.

10.14.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks pengecualian dalam tren periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengecualian lokal bukan kegagalan periodisitas, tetapi petunjuk bahwa subkulit, pasangan elektron, struktur kristal, atau definisi besaran ikut memengaruhi data.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menilai beberapa hipotesis. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa tren harus selalu monoton tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa afinitas elektron F-Cl termasuk contoh yang relevan, mengapa IE Be-B dan N-O perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model kausal secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai beberapa hipotesis, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari daftar hafalan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tren harus selalu monoton. Bukti dapat diperoleh dengan menilai beberapa hipotesis.

10.14.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks pengecualian dalam tren periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengecualian lokal bukan kegagalan periodisitas, tetapi petunjuk bahwa subkulit, pasangan elektron, struktur kristal, atau definisi besaran ikut memengaruhi data.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa

berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan data nyata dan ketidakpastian. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa IE Be-B dan N-O termasuk contoh yang relevan, mengapa radius transisi perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta penjelasan konfigurasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data nyata dan ketidakpastian. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pengecualian dihafal tanpa sebab. Bukti dapat diperoleh dengan meminta penjelasan konfigurasi.

10.14.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks pengecualian dalam tren periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengecualian lokal bukan kegagalan periodisitas, tetapi petunjuk bahwa subkulit, pasangan elektron, struktur kristal, atau definisi besaran ikut memengaruhi data.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan deviasi dengan model lebih kaya. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada radius transisi. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan tren global dan deviasi lokal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan deviasi dengan model lebih kaya. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu pengecualian membatalkan seluruh model. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan tren global dan deviasi lokal.

10.14.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks pengecualian dalam tren periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengecualian lokal bukan kegagalan periodisitas, tetapi petunjuk bahwa subkulit, pasangan elektron, struktur kristal, atau definisi besaran ikut memengaruhi data.. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan untuk menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghindari daftar hafalan. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada afinitas elektron F-Cl. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai beberapa hipotesis, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari daftar hafalan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap pengecualian dianggap kesalahan data. Bukti dapat diperoleh dengan menilai beberapa hipotesis.

10.14.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks pengecualian dalam tren periodik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pengecualian lokal bukan kegagalan periodisitas, tetapi petunjuk bahwa subkulit, pasangan elektron, struktur kristal, atau definisi besaran ikut memengaruhi data.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan data nyata dan ketidakpastian. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa IE Be-B dan N-O termasuk contoh yang relevan, mengapa radius transisi perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konfigurasi elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta penjelasan konfigurasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data nyata dan ketidakpastian. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tren harus selalu monoton. Bukti dapat diperoleh dengan meminta penjelasan konfigurasi.

10.15 Strategi Diagnosis dan Remediasi

Subbab ini membahas strategi diagnosis dan remediasi sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Diagnosis periodisitas harus membedakan kemampuan mengingat arah panah dari kemampuan menjelaskan mekanisme; remediasi menuntut perbandingan pasangan, data, konfigurasi, dan argumentasi kausal.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup asesmen diagnostik, argumentasi ilmiah, perubahan konseptual. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa jawaban urutan benar dianggap pemahaman dan bahwa mnemonik menggantikan penjelasan. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks tes alasan tren, peta sebab-akibat, dan tugas data anomali dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan inquiry data, membangun model muatan inti efektif, dan rediagnosis dengan kasus pengecualian. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Diagnosis periodisitas harus membedakan kemampuan mengingat arah panah dari kemampuan menjelaskan mekanisme; remediasi menuntut perbandingan pasangan, data, konfigurasi, dan argumentasi kausal.

Pertanyaan diagnosis utama: meminta prediksi dan justifikasi.

Remediasi awal: menggunakan inquiry data.

10.15.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebutkan definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis periodisitas harus membedakan kemampuan mengingat arah panah dari kemampuan menjelaskan mekanisme; remediasi menuntut perbandingan pasangan, data,

konfigurasi, dan argumentasi kausal.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh peta sebab-akibat dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan tugas data anomali. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan argumentasi ilmiah serta perubahan konseptual perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa peta sebab-akibat termasuk contoh yang relevan, mengapa tugas data anomali perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep argumentasi ilmiah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan butir isomorfik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membangun model muatan inti efektif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu diagram panah dianggap cukup. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan butir isomorfik.

10.15.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis periodisitas harus membedakan kemampuan mengingat arah panah dari kemampuan menjelaskan mekanisme; remediasi menuntut perbandingan pasangan, data, konfigurasi, dan argumentasi kausal.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh tugas data anomali dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan tes alasan tren. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan,

melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan perubahan konseptual serta asesmen diagnostik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa tugas data anomali termasuk contoh yang relevan, mengapa tes alasan tren perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep perubahan konseptual secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji transfer ke ion atau seri isoelektronik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi rediagnosis dengan kasus pengecualian. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua kesalahan dianggap kurang hafalan. Bukti dapat diperoleh dengan menguji transfer ke ion atau seri isoelektronik.

10.15.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis periodisitas harus membedakan kemampuan mengingat arah panah dari kemampuan menjelaskan mekanisme; remediasi menuntut perbandingan pasangan, data, konfigurasi, dan argumentasi kausal. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh tes alasan tren dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan peta sebab-akibat. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan asesmen diagnostik serta argumentasi ilmiah perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada tes alasan tren. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada

entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta prediksi dan justifikasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan inquiry data. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jawaban urutan benar dianggap pemahaman. Bukti dapat diperoleh dengan meminta prediksi dan justifikasi.

10.15.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis periodisitas harus membedakan kemampuan mengingat arah panah dari kemampuan menjelaskan mekanisme; remediasi menuntut perbandingan pasangan, data, konfigurasi, dan argumentasi kausal.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Contoh peta sebab-akibat dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan tugas data anomali. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan argumentasi ilmiah serta perubahan konseptual perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada peta sebab-akibat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan butir isomorfik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membangun model muatan inti efektif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: mnemonik menggantikan penjelasan. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan butir isomorfik.

10.15.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis periodisitas harus membedakan kemampuan mengingat arah panah dari kemampuan menjelaskan mekanisme; remediasi menuntut perbandingan pasangan, data, konfigurasi, dan argumentasi kausal. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Contoh tugas data anomali dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan tes alasan tren. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan perubahan konseptual serta asesmen diagnostik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada tugas data anomali. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji transfer ke ion atau seri isoelektronik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi rediagnosis dengan kasus pengecualian. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu diagram panah dianggap cukup. Bukti dapat diperoleh dengan menguji transfer ke ion atau seri isoelektronik.

10.15.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebutkan definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis periodisitas harus membedakan kemampuan mengingat arah panah dari kemampuan menjelaskan mekanisme; remediasi menuntut perbandingan pasangan, data, konfigurasi, dan argumentasi kausal.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Contoh tes alasan tren dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan peta sebab-akibat. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan asesmen diagnostik serta argumentasi ilmiah perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada tes alasan tren. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta prediksi dan justifikasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan inquiry data. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua kesalahan dianggap kurang hafalan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta prediksi dan justifikasi.

10.15.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis

periodisitas harus membedakan kemampuan mengingat arah panah dari kemampuan menjelaskan mekanisme; remediasi menuntut perbandingan pasangan, data, konfigurasi, dan argumentasi kausal.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Contoh peta sebab-akibat dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan tugas data anomali. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan argumentasi ilmiah serta perubahan konseptual perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada peta sebab-akibat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan butir isomorfik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membangun model muatan inti efektif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jawaban urutan benar dianggap pemahaman. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan butir isomorfik.

10.15.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis periodisitas harus membedakan kemampuan mengingat arah panah dari kemampuan menjelaskan mekanisme; remediasi menuntut perbandingan pasangan, data, konfigurasi, dan argumentasi kausal.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa mnemonik menggantikan penjelasan. Variasi lain menyatakan bahwa satu diagram panah dianggap cukup. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa tugas data anomali termasuk contoh yang relevan, mengapa tes alasan tren perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep perubahan konseptual secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji transfer ke ion atau seri isoelektronik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi rediagnosis dengan kasus pengecualian. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: mnemonik menggantikan penjelasan. Bukti dapat diperoleh dengan menguji transfer ke ion atau seri isoelektronik.

10.15.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis periodisitas harus membedakan kemampuan mengingat arah panah dari kemampuan menjelaskan mekanisme; remediasi menuntut perbandingan pasangan, data, konfigurasi, dan argumentasi kausal.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa satu diagram panah dianggap cukup. Variasi lain menyatakan bahwa semua kesalahan dianggap kurang hafalan. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa tes alasan tren termasuk contoh yang relevan, mengapa peta sebab-akibat perlu

diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep asesmen diagnostik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta prediksi dan justifikasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan inquiry data. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu diagram panah dianggap cukup. Bukti dapat diperoleh dengan meminta prediksi dan justifikasi.

10.15.10 Sumber dari Bahasa Sehari-hari

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis periodisitas harus membedakan kemampuan mengingat arah panah dari kemampuan menjelaskan mekanisme; remediasi menuntut perbandingan pasangan, data, konfigurasi, dan argumentasi kausal.. Fokus sumber dari bahasa sehari-hari diarahkan untuk menelusuri interferensi makna kata, metafora, dan pengalaman inderawi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa semua kesalahan dianggap kurang hafalan. Variasi lain menyatakan bahwa jawaban urutan benar dianggap pemahaman. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa peta sebab-akibat termasuk contoh yang relevan, mengapa tugas data anomali perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep argumentasi ilmiah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan butir isomorfik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membangun model muatan inti efektif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan

konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua kesalahan dianggap kurang hafalan. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan butir isomorfik.

10.15.11 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis periodisitas harus membedakan kemampuan mengingat arah panah dari kemampuan menjelaskan mekanisme; remediasi menuntut perbandingan pasangan, data, konfigurasi, dan argumentasi kausal. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa jawaban urutan benar dianggap pemahaman. Variasi lain menyatakan bahwa mnemonik menggantikan penjelasan. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada tugas data anomali. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji transfer ke ion atau seri isoelektronik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi rediagnosis dengan kasus pengecualian. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jawaban urutan benar dianggap pemahaman. Bukti dapat diperoleh dengan menguji transfer ke ion atau seri isoelektronik.

10.15.12 Sumber dari Buku Teks dan Praktik Pengajaran

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis periodisitas harus membedakan kemampuan mengingat arah panah dari kemampuan menjelaskan mekanisme; remediasi menuntut perbandingan pasangan, data, konfigurasi, dan argumentasi kausal.. Fokus sumber dari buku teks dan praktik pengajaran diarahkan untuk menelaah urutan penjelasan, notasi, contoh, dan generalisasi yang dapat menguatkan miskonsepsi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa mnemonik menggantikan penjelasan. Variasi lain menyatakan bahwa satu diagram panah dianggap cukup. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa tes alasan tren termasuk contoh yang relevan, mengapa peta sebab-akibat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep asesmen diagnostik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta prediksi dan justifikasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan inquiry data. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: mnemonik menggantikan penjelasan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta prediksi dan justifikasi.

10.15.13 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis periodisitas harus membedakan kemampuan mengingat arah panah dari kemampuan menjelaskan mekanisme; remediasi menuntut perbandingan pasangan, data, konfigurasi, dan argumentasi kausal.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala

pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggunakan butir isomorfik. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa satu diagram panah dianggap cukup tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa peta sebab-akibat termasuk contoh yang relevan, mengapa tugas data anomali perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep argumentasi ilmiah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan butir isomorfik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membangun model muatan inti efektif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu diagram panah dianggap cukup. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan butir isomorfik.

10.15.14 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis periodisitas harus membedakan kemampuan mengingat arah panah dari kemampuan menjelaskan mekanisme; remediasi menuntut perbandingan pasangan, data, konfigurasi, dan argumentasi kausal. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menguji transfer ke ion atau seri isoelektronik. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa semua kesalahan dianggap kurang hafalan tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola

ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa tugas data anomali termasuk contoh yang relevan, mengapa tes alasan tren perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep perubahan konseptual secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji transfer ke ion atau seri isoelektronik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi rediagnosis dengan kasus pengecualian. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua kesalahan dianggap kurang hafalan. Bukti dapat diperoleh dengan menguji transfer ke ion atau seri isoelektronik.

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

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis periodisitas harus membedakan kemampuan mengingat arah panah dari kemampuan menjelaskan mekanisme; remediasi menuntut perbandingan pasangan, data, konfigurasi, dan argumentasi kausal. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta prediksi dan justifikasi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa jawaban urutan benar dianggap pemahaman tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada tes alasan tren. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat

itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta prediksi dan justifikasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan inquiry data. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jawaban urutan benar dianggap pemahaman. Bukti dapat diperoleh dengan meminta prediksi dan justifikasi.

10.15.16 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis periodisitas harus membedakan kemampuan mengingat arah panah dari kemampuan menjelaskan mekanisme; remediasi menuntut perbandingan pasangan, data, konfigurasi, dan argumentasi kausal.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggunakan butir isomorfik. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa mnemonik menggantikan penjelasan tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa peta sebab-akibat termasuk contoh yang relevan, mengapa tugas data anomali perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep argumentasi ilmiah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan butir isomorfik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membangun model muatan inti efektif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik

dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: mnemonik menggantikan penjelasan. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan butir isomorfik.

10.15.17 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis periodisitas harus membedakan kemampuan mengingat arah panah dari kemampuan menjelaskan mekanisme; remediasi menuntut perbandingan pasangan, data, konfigurasi, dan argumentasi kausal.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Johnstone, 2000; Talanquer, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara rediagnosis dengan kasus pengecualian. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa tugas data anomali termasuk contoh yang relevan, mengapa tes alasan tren perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep perubahan konseptual secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji transfer ke ion atau seri isoelektronik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi rediagnosis dengan kasus pengecualian. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu diagram panah dianggap cukup. Bukti dapat diperoleh dengan menguji transfer ke ion atau seri isoelektronik.

10.15.18 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis periodisitas harus membedakan kemampuan mengingat arah panah dari kemampuan menjelaskan mekanisme; remediasi menuntut perbandingan pasangan, data, konfigurasi, dan argumentasi kausal.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Taber, 2002; Kind, 2004).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan inquiry data. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada tes alasan tren. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta prediksi dan justifikasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan inquiry data. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua kesalahan dianggap kurang hafalan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta prediksi dan justifikasi.

10.15.19 Praktikum, Simulasi, dan Diskusi Argumentatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis periodisitas harus membedakan kemampuan mengingat arah panah dari kemampuan menjelaskan mekanisme; remediasi menuntut perbandingan pasangan, data, konfigurasi, dan argumentasi kausal.. Fokus praktikum, simulasi, dan diskusi argumentatif diarahkan untuk

menggunakan penyelidikan, visualisasi, serta argumentasi klaim-bukti-penalaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tan & Taber, 2009; Eymur, Çetin, & Geban, 2013).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membangun model muatan inti efektif. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada peta sebab-akibat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan butir isomorfik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membangun model muatan inti efektif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jawaban urutan benar dianggap pemahaman. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan butir isomorfik.

10.15.20 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis periodisitas harus membedakan kemampuan mengingat arah panah dari kemampuan menjelaskan mekanisme; remediasi menuntut perbandingan pasangan, data, konfigurasi, dan argumentasi kausal. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Wang & Barrow, 2013; Tümay, 2016).

Remediasi dapat dirancang dengan cara rediagnosis dengan kasus pengecualian. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada

demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa tugas data anomali termasuk contoh yang relevan, mengapa tes alasan tren perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep perubahan konseptual secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji transfer ke ion atau seri isoelektronik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi rediagnosis dengan kasus pengecualian. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: mnemonik menggantikan penjelasan. Bukti dapat diperoleh dengan menguji transfer ke ion atau seri isoelektronik.

10.16 Sintesis Bab

Bab 10 menunjukkan bahwa miskonsepsi tidak berdiri sebagai daftar kesalahan terpisah. Kesalahan pada satu konsep dapat menjadi sumber bagi kesalahan lain karena peserta didik membangun jaringan pengetahuan. Diagnosis perlu mencari konsep yang paling sentral, prasyarat yang belum kokoh, dan representasi yang gagal dikoordinasikan.

Pemahaman konseptual ditandai oleh kemampuan menjelaskan, memprediksi, menggambar, menggunakan simbol, menghitung, serta memeriksa kewajaran hasil secara konsisten. Ketepatan prosedural tetap penting, tetapi harus ditempatkan sebagai bagian dari penalaran, bukan pengganti makna.

Remediasi efektif menghindari dua ekstrem: pengulangan definisi tanpa bukti dan konflik kognitif tanpa rekonstruksi. Peserta didik memerlukan kesempatan menyatakan gagasan awal, membandingkannya dengan data, membangun model yang lebih kuat, dan menguji model tersebut pada situasi baru.

Bagi guru, implikasi utamanya adalah menggunakan asesmen diagnostik secara berkelanjutan. Bukti sebelum, selama, segera setelah, dan beberapa waktu setelah pembelajaran memberi gambaran yang lebih valid mengenai perubahan konseptual daripada satu tes akhir.

Ringkasan Diagnostik

Utamakan penjelasan kausal dan koordinasi representasi.

Bedakan ketidaktahuan, kesalahan prosedural, dan miskonsepsi.

Gunakan lebih dari satu sumber bukti diagnosis.
 Uji keberhasilan melalui retensi dan transfer.

Daftar Pustaka Bab 10

Seluruh rujukan di bawah memiliki DOI atau alamat resmi yang dapat ditelusuri. Tautan ditulis aktif untuk mendukung verifikasi sumber dan pembaruan literatur.

Flowers, P., Theopold, K., Langley, R., & Robinson, W. R. (2019). Chemistry 2e. Houston, TX: OpenStax, Rice University. <https://openstax.org/details/books/chemistry-2e>

International Union of Pure and Applied Chemistry. (n.d.). Chemical element. Compendium of Chemical Terminology (the Gold Book). <https://doi.org/10.1351/goldbook.C01022>

International Union of Pure and Applied Chemistry. (n.d.). Configuration. Compendium of Chemical Terminology (the Gold Book). <https://doi.org/10.1351/goldbook.C01248>

International Union of Pure and Applied Chemistry. (2022). Periodic Table of the Elements. <https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/>

National Institute of Standards and Technology. (2024). Atomic Weights and Isotopic Compositions. <https://physics.nist.gov/PhysRefData/Compositions/>

Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry - logical or psychological? Chemistry Education Research and Practice, 1, 9-15. <https://doi.org/10.1039/A9RP90001B>

Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry triplet. International Journal of Science Education, 33(2), 179-195. <https://doi.org/10.1080/09500690903386435>

Gilbert, J. K., & Treagust, D. F. (Eds.). (2009). Multiple Representations in Chemical Education. Dordrecht: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8>

Taber, K. S. (2002). Chemical Misconceptions: Prevention, Diagnosis and Cure. Volume I: Theoretical Background. London: Royal Society of Chemistry. <https://edu.rsc.org/resources/chemical-misconceptions-prevention-diagnosis-and-cure-volume-1/4011987.article>

Kind, V. (2004). Beyond Appearances: Students' Misconceptions about Basic Chemical Ideas (2nd ed.). London: Royal Society of Chemistry. <https://edu.rsc.org/resources/beyond-appearances/4011570.article>

Barke, H.-D., Hazari, A., & Yitbarek, S. (2009). Misconceptions in Chemistry: Addressing Perceptions in Chemical Education. Berlin: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-70989-3>

Tan, K. C. D., & Taber, K. S. (2009). Ionization energy: Implications of pre-service teachers' conceptions. Journal of Chemical Education, 86(5), 623. <https://doi.org/10.1021/ed086p623>

- Eymur, G., Çetin, P. S., & Geban, Ö. (2013). Analysis of the alternative conceptions of preservice teachers about atomic size. *Journal of Chemical Education*, 90(8), 976-980. <https://doi.org/10.1021/ed300027f>
- Larson, K. G., Long, G. R., & Briggs, M. W. (2012). Periodic properties and inquiry: Student mental models observed during a periodic table puzzle activity. *Journal of Chemical Education*, 89(12), 1491–1498. <https://doi.org/10.1021/ed200625e>
- Wang, C.-Y., & Barrow, L. H. (2013). Exploring conceptual frameworks of models of atomic structures and periodic variations, chemical bonding, and molecular shape and polarity. *Chemistry Education Research and Practice*, 14, 130-146. <https://doi.org/10.1039/C2RP20116J>
- Tümay, H. (2016). Reconsidering learning difficulties and misconceptions in chemistry: Emergence in chemistry and its implications for chemical education. *Chemistry Education Research and Practice*. <https://doi.org/10.1039/C6RP00008H>

BAB 11

MISKONSEPSI TENTANG IKATAN KIMIA DAN STRUKTUR MOLEKUL

Pengantar Bab

Ikatan kimia menghubungkan struktur elektronik dengan kestabilan, geometri, polaritas, gaya antarmolekul, dan sifat zat. Miskonsepsi sering muncul ketika aturan oktet, struktur Lewis, atau kategori ikatan diperlakukan sebagai sebab tunggal dan batas yang kaku.

Bab ini mengembangkan penjelasan berbasis elektrostatika dan energi, membedakan model dari entitas, serta mengintegrasikan struktur Lewis, resonansi, VSEPR, polaritas, dan gaya antarmolekul dengan bukti sifat makroskopik.

Pembahasan disusun dengan kerangka makroskopik-submikroskopik-simbolik. Setiap konsep dianalisis dari definisi, hubungan antarkonsep, pola miskonsepsi, sumber konsepsi alternatif, instrumen diagnosis, strategi perubahan konseptual, dan evaluasi transfer. Kerangka ini mengikuti pandangan bahwa pemahaman kimia menuntut koordinasi berbagai representasi, bukan penguasaan satu bentuk representasi secara terpisah.

Istilah miskonsepsi dalam buku ini digunakan sebagai kategori analitis terhadap pola respons yang relatif konsisten dan diyakini, bukan sebagai identitas peserta didik. Jawaban salah dapat berasal dari ketidaktahuan, kelalaian, masalah bahasa, kesalahan hitung, atau beban kognitif. Oleh sebab itu, klaim diagnostik harus ditopang oleh beberapa bukti dan selalu diarahkan pada tindakan pedagogis yang konstruktif.

Referensi ilmiah pada bab ini dipilih dari terminologi resmi, buku terbuka yang dapat diakses, monograf pendidikan kimia, dan artikel jurnal yang mempunyai DOI aktif. Daftar pustaka bab memuat tautan stabil sehingga pembaca dapat memeriksa sumber asli dan memperbarui kajian secara bertanggung jawab.

Ringkasan Diagnostik

Orientasi analisis: konsep ilmiah, miskonsepsi, sumber, diagnosis, dan remediasi.

Tingkat representasi: makroskopik, submikroskopik, simbolik, dan kuantitatif.

Prinsip bukti: satu jawaban tidak cukup untuk menetapkan miskonsepsi.

Prinsip etika: hasil diagnosis digunakan untuk dukungan belajar, bukan stigmatisasi.

Peta Konseptual dan Alur Pembahasan

Bab dimulai dari penetapan batas konsep. Definisi dioperasionalkan melalui contoh, noncontoh, dan kasus batas agar peserta didik tidak hanya mengulang kalimat buku teks. Selanjutnya, konsep ditempatkan dalam jaringan prasyarat dan konsep lanjutan sehingga guru dapat mengenali miskonsepsi yang bersifat akar maupun turunan.

Tahap berikutnya membandingkan bukti makroskopik dengan model submikroskopik dan notasi simbolik. Translasi antarrepresentasi diperlakukan sebagai kompetensi tersendiri. Kesalahan translasi sering menjadi sumber jawaban semu-benar: hasil hitung tepat, tetapi makna partikel atau besaran tidak dipahami.

Setelah pola miskonsepsi dan sumbernya dipetakan, pembahasan beralih ke diagnosis. Pertanyaan terbuka, tes bertingkat, gambar, Predict-Observe-Explain, dan wawancara digunakan secara komplementer. Interpretasi mempertimbangkan keyakinan, konsistensi, konteks, dan kemungkinan penjelasan alternatif.

Remediasi dirancang sebagai siklus elisitasi, konfrontasi berbasis bukti, konstruksi model pengganti, aplikasi, refleksi, dan rediagnosis. Keberhasilan tidak hanya dilihat dari skor segera, tetapi juga dari retensi dan transfer pada konteks yang berbeda.

Tahap	Pertanyaan Kunci	Bukti yang Dicari	Keputusan Pedagogis
Elisitasi	Apa yang dipikirkan peserta didik?	Jawaban, alasan, gambar, keyakinan	Menentukan konsepsi awal
Analisis	Mengapa respons itu muncul?	Konsistensi dan sumber penalaran	Membedakan salah biasa dan miskonsepsi
Remediasi	Model apa yang perlu dibangun?	Respons terhadap bukti dan representasi	Memilih scaffolding
Rediagnosis	Apakah perubahan bertahan?	Transfer dan retensi	Menentukan tindak lanjut

11.1 Mengapa Atom Berikatan

Subbab ini membahas mengapa atom berikatan sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Ikatan terbentuk ketika susunan inti dan elektron tertentu menurunkan energi total sistem dibandingkan keadaan terpisah pada kondisi yang sama; gaya tarik dan tolak elektrostatis serta mekanika kuantum menentukan jarak kesetimbangan.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup kestabilan, elektrostatis, energi ikatan. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa atom berikatan karena ingin atau membutuhkan oktet dan bahwa ikatan menyimpan energi yang dilepas saat diputus. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks kurva energi H₂, pembentukan NaCl kristal, dan ikatan O-H dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan kurva energi potensial, mengganti bahasa teleologis, dan menghubungkan dengan energi sistem. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Ikatan terbentuk ketika susunan inti dan elektron tertentu menurunkan energi total sistem dibandingkan keadaan terpisah pada kondisi yang sama; gaya tarik dan tolak elektrostatik serta mekanika kuantum menentukan jarak kesetimbangan.

Pertanyaan diagnosis utama: meminta diagram energi sebelum-sesudah.

Remediasi awal: menggunakan kurva energi potensial.

11.1.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks mengapa atom berikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan terbentuk ketika susunan inti dan elektron tertentu menurunkan energi total sistem dibandingkan keadaan terpisah pada kondisi yang sama; gaya tarik dan tolak elektrostatik serta mekanika kuantum menentukan jarak kesetimbangan.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh kurva energi H₂ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pembentukan NaCl kristal. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan kestabilan serta elektrostatika perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kurva energi H₂ termasuk contoh yang relevan, mengapa pembentukan NaCl kristal perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kestabilan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta

didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram energi sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan kurva energi potensial. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua tumbukan atom menghasilkan ikatan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram energi sebelum-sesudah.

11.1.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks mengapa atom berikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan terbentuk ketika susunan inti dan elektron tertentu menurunkan energi total sistem dibandingkan keadaan terpisah pada kondisi yang sama; gaya tarik dan tolak elektrostatik serta mekanika kuantum menentukan jarak kesetimbangan.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh pembentukan NaCl kristal dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ikatan O-H. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan elektrostatika serta energi ikatan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pembentukan NaCl kristal termasuk contoh yang relevan, mengapa ikatan O-H perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep elektrostatika secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan pembentukan dan pemutusan ikatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengganti bahasa teleologis. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer

juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan adalah benda penghubung fisik. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan pembentukan dan pemutusan ikatan.

11.1.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks mengapa atom berikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan terbentuk ketika susunan inti dan elektron tertentu menurunkan energi total sistem dibandingkan keadaan terpisah pada kondisi yang sama; gaya tarik dan tolak elektrostatis serta mekanika kuantum menentukan jarak kesetimbangan.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh ikatan O-H dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan kurva energi H₂. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan energi ikatan serta kestabilan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ikatan O-H. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan keseimbangan gaya, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan energi sistem. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom berikatan karena ingin atau membutuhkan oktet. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan keseimbangan gaya.

11.1.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks mengapa atom berikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan terbentuk ketika susunan inti dan elektron tertentu menurunkan energi total sistem dibandingkan keadaan terpisah pada kondisi yang sama; gaya tarik dan tolak elektrostatik serta mekanika kuantum menentukan jarak kesetimbangan.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh kurva energi H₂ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pembentukan NaCl kristal. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan kestabilan serta elektrostatika perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada kurva energi H₂. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram energi sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan kurva energi potensial. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan menyimpan energi yang dilepas saat diputus. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram energi sebelum-sesudah.

11.1.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari pembedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks mengapa atom berikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan terbentuk ketika susunan inti dan elektron tertentu menurunkan energi total sistem dibandingkan keadaan terpisah pada kondisi yang sama; gaya tarik dan tolak elektrostatik serta mekanika kuantum menentukan jarak

kesetimbangan.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh pembentukan NaCl kristal dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ikatan O-H. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan elektrostatis serta energi ikatan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pembentukan NaCl kristal. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan pembentukan dan pemutusan ikatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengganti bahasa teleologis. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua tumbukan atom menghasilkan ikatan. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan pembentukan dan pemutusan ikatan.

11.1.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks mengapa atom berikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan terbentuk ketika susunan inti dan elektron tertentu menurunkan energi total sistem dibandingkan keadaan terpisah pada kondisi yang sama; gaya tarik dan tolak elektrostatis serta mekanika kuantum menentukan jarak kesetimbangan.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh ikatan O-H dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan kurva energi H₂. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan energi ikatan serta kestabilan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ikatan O-H. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan keseimbangan gaya, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan energi sistem. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan adalah benda penghubung fisik. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan keseimbangan gaya.

11.1.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks mengapa atom berikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan terbentuk ketika susunan inti dan elektron tertentu menurunkan energi total sistem dibandingkan keadaan terpisah pada kondisi yang sama; gaya tarik dan tolak elektrostatik serta mekanika kuantum menentukan jarak kesetimbangan.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh kurva energi H₂ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pembentukan NaCl kristal. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan kestabilan serta elektrostatika perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada kurva energi H₂. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram energi sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan kurva energi potensial. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom berikatan karena ingin atau membutuhkan oktet. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram energi sebelum-sesudah.

11.1.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks mengapa atom berikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan terbentuk ketika susunan inti dan elektron tertentu menurunkan energi total sistem dibandingkan keadaan terpisah pada kondisi yang sama; gaya tarik dan tolak elektrostatis serta mekanika kuantum menentukan jarak kesetimbangan.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa ikatan menyimpan energi yang dilepas saat diputus. Variasi lain menyatakan bahwa semua tumbukan atom menghasilkan ikatan. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pembentukan NaCl kristal termasuk contoh yang relevan, mengapa ikatan O-H perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep elektrostatis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan pembentukan dan pemutusan ikatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengganti bahasa teleologis. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan menyimpan energi yang dilepas saat diputus. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan pembentukan dan pemutusan ikatan.

11.1.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks mengapa atom berikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan terbentuk ketika susunan inti dan elektron tertentu menurunkan energi total sistem dibandingkan keadaan terpisah pada kondisi yang sama; gaya tarik dan tolak elektrostatik serta mekanika kuantum menentukan jarak kesetimbangan.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa semua tumbukan atom menghasilkan ikatan. Variasi lain menyatakan bahwa ikatan adalah benda penghubung fisik. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ikatan O-H termasuk contoh yang relevan, mengapa kurva energi H₂ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep energi ikatan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan keseimbangan gaya, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan energi sistem. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua tumbukan atom menghasilkan ikatan. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan keseimbangan gaya.

11.1.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks mengapa atom berikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan terbentuk ketika susunan inti dan elektron tertentu menurunkan energi total sistem dibandingkan keadaan terpisah pada kondisi yang sama; gaya tarik dan tolak elektrostatik serta mekanika kuantum menentukan jarak kesetimbangan.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta diagram energi sebelum-sesudah. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa ikatan adalah benda penghubung fisik tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kurva energi H₂ termasuk contoh yang relevan, mengapa pembentukan NaCl kristal perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kestabilan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram energi sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan kurva energi potensial. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan adalah benda penghubung fisik. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram energi sebelum-sesudah.

11.1.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks mengapa atom berikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan terbentuk ketika susunan inti dan elektron tertentu menurunkan energi total sistem dibandingkan keadaan terpisah pada kondisi yang sama; gaya tarik dan tolak elektrostatik

serta mekanika kuantum menentukan jarak kesetimbangan.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan pembentukan dan pemutusan ikatan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa atom berikatan karena ingin atau membutuhkan oktet tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pembentukan NaCl kristal termasuk contoh yang relevan, mengapa ikatan O-H perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep elektrostatis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan pembentukan dan pemutusan ikatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengganti bahasa teleologis. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom berikatan karena ingin atau membutuhkan oktet. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan pembentukan dan pemutusan ikatan.

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

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks mengapa atom berikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan terbentuk ketika susunan inti dan elektron tertentu menurunkan energi total sistem dibandingkan keadaan terpisah pada kondisi yang sama; gaya tarik dan tolak elektrostatis serta mekanika kuantum menentukan jarak kesetimbangan.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menjelaskan keseimbangan gaya. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa ikatan menyimpan energi yang dilepas saat diputus tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ikatan O-H. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan keseimbangan gaya, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan energi sistem. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan menyimpan energi yang dilepas saat diputus. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan keseimbangan gaya.

11.1.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks mengapa atom berikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan terbentuk ketika susunan inti dan elektron tertentu menurunkan energi total sistem dibandingkan keadaan terpisah pada kondisi yang sama; gaya tarik dan tolak elektrostatis serta mekanika kuantum menentukan jarak kesetimbangan.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan kurva energi potensial. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kurva energi H₂ termasuk contoh yang relevan, mengapa pembentukan NaCl kristal perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kestabilan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram energi sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan kurva energi potensial. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua tumbukan atom menghasilkan ikatan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram energi sebelum-sesudah.

11.1.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks mengapa atom berikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan terbentuk ketika susunan inti dan elektron tertentu menurunkan energi total sistem dibandingkan keadaan terpisah pada kondisi yang sama; gaya tarik dan tolak elektrostatik serta mekanika kuantum menentukan jarak kesetimbangan.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Remediasi dapat dirancang dengan cara mengganti bahasa teleologis. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pembentukan NaCl kristal. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan pembentukan dan pemutusan ikatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengganti bahasa teleologis. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan adalah benda penghubung fisik. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan pembentukan dan pemutusan ikatan.

11.1.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks mengapa atom berikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan terbentuk ketika susunan inti dan elektron tertentu menurunkan energi total sistem dibandingkan keadaan terpisah pada kondisi yang sama; gaya tarik dan tolak elektrostatis serta mekanika kuantum menentukan jarak kesetimbangan.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan dengan energi sistem. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ikatan O-H termasuk contoh yang relevan, mengapa kurva energi H₂ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep energi ikatan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan keseimbangan gaya, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan energi sistem. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom berikatan karena ingin atau membutuhkan oktet. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan keseimbangan gaya.

11.2 Kestabilan dan Aturan Oktet

Subbab ini membahas kestabilan dan aturan oktet sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Aturan oktet adalah heuristik untuk banyak unsur utama yang menggambarkan kecenderungan konfigurasi valensi tertentu; kestabilan sesungguhnya dinilai dari energi dan konteks spesies.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup elektron valensi, struktur Lewis, energi. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa oktet adalah hukum universal dan bahwa semua atom harus beroktet sebelum dapat ada. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks CH_4 , NaCl , dan CO_2 dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan oktet setelah penjelasan energi, membahas domain unsur utama, dan menggunakan pengecualian bermakna. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Aturan oktet adalah heuristik untuk banyak unsur utama yang menggambarkan kecenderungan konfigurasi valensi tertentu; kestabilan sesungguhnya dinilai dari energi dan konteks spesies.

Pertanyaan diagnosis utama: menguji contoh yang memenuhi dan melanggar oktet.

Remediasi awal: menggunakan oktet setelah penjelasan energi.

11.2.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks kestabilan dan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa aturan oktet adalah heuristik untuk banyak unsur utama yang menggambarkan kecenderungan konfigurasi valensi tertentu; kestabilan sesungguhnya dinilai dari energi dan konteks spesies.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi,

skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh CH_4 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NaCl . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan elektron valensi serta struktur Lewis perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa CH_4 termasuk contoh yang relevan, mengapa NaCl perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep elektron valensi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji contoh yang memenuhi dan melanggar oktet, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan oktet setelah penjelasan energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua atom harus beroktet sebelum dapat ada. Bukti dapat diperoleh dengan menguji contoh yang memenuhi dan melanggar oktet.

11.2.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks kestabilan dan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa aturan oktet adalah heuristik untuk banyak unsur utama yang menggambarkan kecenderungan konfigurasi valensi tertentu; kestabilan sesungguhnya dinilai dari energi dan konteks spesies.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh NaCl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan CO_2 . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur Lewis serta energi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NaCl termasuk contoh yang relevan, mengapa CO₂ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur Lewis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alasan energi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas domain unsur utama. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom berbagi elektron secara sadar. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alasan energi.

11.2.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks kestabilan dan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa aturan oktet adalah heuristik untuk banyak unsur utama yang menggambarkan kecenderungan konfigurasi valensi tertentu; kestabilan sesungguhnya dinilai dari energi dan konteks spesies.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh CO₂ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan CH₄. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan energi serta elektron valensi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada CO₂. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan aturan prediktif dan sebab, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan

pengecualian bermakna. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: oktet selalu menjamin senyawa stabil. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan aturan prediktif dan sebab.

11.2.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks kestabilan dan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa aturan oktet adalah heuristik untuk banyak unsur utama yang menggambarkan kecenderungan konfigurasi valensi tertentu; kestabilan sesungguhnya dinilai dari energi dan konteks spesies.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh CH_4 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NaCl . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan elektron valensi serta struktur Lewis perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada CH_4 . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji contoh yang memenuhi dan melanggar oktet, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan oktet setelah penjelasan energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: oktet adalah hukum universal. Bukti dapat diperoleh dengan menguji contoh yang memenuhi dan melanggar oktet.

11.2.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks kestabilan dan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa aturan oktet adalah heuristik untuk banyak unsur utama yang menggambarkan kecenderungan konfigurasi valensi tertentu; kestabilan sesungguhnya dinilai dari energi dan konteks spesies.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh NaCl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan CO₂. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur Lewis serta energi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NaCl. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alasan energi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas domain unsur utama. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua atom harus beroktet sebelum dapat ada. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alasan energi.

11.2.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks kestabilan dan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa aturan oktet adalah heuristik untuk banyak unsur utama yang menggambarkan kecenderungan konfigurasi valensi tertentu; kestabilan sesungguhnya dinilai dari energi dan konteks spesies.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan

kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh CO₂ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan CH₄. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan energi serta elektron valensi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada CO₂. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan aturan prediktif dan sebab, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan pengecualian bermakna. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom berbagi elektron secara sadar. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan aturan prediktif dan sebab.

11.2.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks kestabilan dan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa aturan oktet adalah heuristik untuk banyak unsur utama yang menggambarkan kecenderungan konfigurasi valensi tertentu; kestabilan sesungguhnya dinilai dari energi dan konteks spesies.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh CH₄ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NaCl. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan elektron valensi serta struktur Lewis perlu dibuat eksplisit.

Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada CH_4 . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji contoh yang memenuhi dan melanggar oktet, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan oktet setelah penjelasan energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: oktet selalu menjamin senyawa stabil. Bukti dapat diperoleh dengan menguji contoh yang memenuhi dan melanggar oktet.

11.2.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks kestabilan dan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa aturan oktet adalah heuristik untuk banyak unsur utama yang menggambarkan kecenderungan konfigurasi valensi tertentu; kestabilan sesungguhnya dinilai dari energi dan konteks spesies.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa oktet adalah hukum universal. Variasi lain menyatakan bahwa semua atom harus beroktet sebelum dapat ada. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NaCl termasuk contoh yang relevan, mengapa CO_2 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur Lewis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alasan energi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas domain unsur utama. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: oktet adalah hukum universal. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alasan energi.

11.2.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks kestabilan dan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa aturan oktet adalah heuristik untuk banyak unsur utama yang menggambarkan kecenderungan konfigurasi valensi tertentu; kestabilan sesungguhnya dinilai dari energi dan konteks spesies.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa semua atom harus beroktet sebelum dapat ada. Variasi lain menyatakan bahwa atom berbagi elektron secara sadar. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa CO₂ termasuk contoh yang relevan, mengapa CH₄ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep energi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan aturan prediktif dan sebab, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan pengecualian bermakna. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua atom harus beroktet sebelum dapat ada. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan aturan prediktif dan sebab.

11.2.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks kestabilan dan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa aturan oktet adalah heuristik untuk banyak unsur utama yang menggambarkan kecenderungan konfigurasi valensi tertentu; kestabilan sesungguhnya dinilai dari energi dan konteks spesies.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menguji contoh yang memenuhi dan melanggar oktet. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa atom berbagi elektron secara sadar tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa CH_4 termasuk contoh yang relevan, mengapa NaCl perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep elektron valensi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji contoh yang memenuhi dan melanggar oktet, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan oktet setelah penjelasan energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom berbagi elektron secara sadar. Bukti dapat diperoleh dengan menguji contoh yang memenuhi dan melanggar oktet.

11.2.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks kestabilan dan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa aturan oktet adalah heuristik untuk banyak unsur utama yang menggambarkan kecenderungan

konfigurasi valensi tertentu; kestabilan sesungguhnya dinilai dari energi dan konteks spesies.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta alasan energi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa oktet selalu menjamin senyawa stabil tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NaCl termasuk contoh yang relevan, mengapa CO₂ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur Lewis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alasan energi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas domain unsur utama. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: oktet selalu menjamin senyawa stabil. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alasan energi.

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

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks kestabilan dan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa aturan oktet adalah heuristik untuk banyak unsur utama yang menggambarkan kecenderungan konfigurasi valensi tertentu; kestabilan sesungguhnya dinilai dari energi dan konteks spesies.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan aturan prediktif dan sebab. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa oktet adalah hukum universal tidak

boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada CO₂. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan aturan prediktif dan sebab, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan pengecualian bermakna. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: oktet adalah hukum universal. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan aturan prediktif dan sebab.

11.2.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks kestabilan dan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa aturan oktet adalah heuristik untuk banyak unsur utama yang menggambarkan kecenderungan konfigurasi valensi tertentu; kestabilan sesungguhnya dinilai dari energi dan konteks spesies.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan oktet setelah penjelasan energi. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa CH₄ termasuk contoh yang relevan, mengapa NaCl perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep elektron valensi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan

slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji contoh yang memenuhi dan melanggar oktet, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan oktet setelah penjelasan energi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua atom harus beroktet sebelum dapat ada. Bukti dapat diperoleh dengan menguji contoh yang memenuhi dan melanggar oktet.

11.2.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks kestabilan dan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa aturan oktet adalah heuristik untuk banyak unsur utama yang menggambarkan kecenderungan konfigurasi valensi tertentu; kestabilan sesungguhnya dinilai dari energi dan konteks spesies.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membahas domain unsur utama. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NaCl. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alasan energi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas domain unsur utama. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti

hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom berbagi elektron secara sadar. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alasan energi.

11.2.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks kestabilan dan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa aturan oktet adalah heuristik untuk banyak unsur utama yang menggambarkan kecenderungan konfigurasi valensi tertentu; kestabilan sesungguhnya dinilai dari energi dan konteks spesies.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan pengecualian bermakna. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa CO₂ termasuk contoh yang relevan, mengapa CH₄ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep energi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan aturan prediktif dan sebab, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan pengecualian bermakna. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: oktet selalu menjamin senyawa stabil. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan aturan prediktif dan sebab.

11.3 Keterbatasan Aturan Oktet

Subbab ini membahas keterbatasan aturan oktet sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Spesies elektron kurang,

elektron ganjil, dan hipervalen menunjukkan keterbatasan oktet; struktur terbaik dipilih dengan mempertimbangkan elektron valensi, muatan formal, data geometri, dan model ikatan yang sesuai.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup struktur Lewis, muatan formal, model molekuler. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa pengecualian dianggap senyawa tidak nyata dan bahwa B selalu membentuk empat ikatan. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks BF₃, NO, dan SF₆ dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi mengajarkan kategori pengecualian, menghindari penjelasan d-orbital yang usang sebagai satu-satunya sebab, dan menghubungkan dengan bukti. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Spesies elektron kurang, elektron ganjil, dan hipervalen menunjukkan keterbatasan oktet; struktur terbaik dipilih dengan mempertimbangkan elektron valensi, muatan formal, data geometri, dan model ikatan yang sesuai.

Pertanyaan diagnosis utama: menghitung elektron total.

Remediasi awal: mengajarkan kategori pengecualian.

11.3.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks keterbatasan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa spesies elektron kurang, elektron ganjil, dan hipervalen menunjukkan keterbatasan oktet; struktur terbaik dipilih dengan mempertimbangkan elektron valensi, muatan formal, data geometri, dan model ikatan yang sesuai. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh BF₃ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NO. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang

berubah. Hubungan dengan struktur Lewis serta muatan formal perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa BF₃ termasuk contoh yang relevan, mengapa NO perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur Lewis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung elektron total, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengajarkan kategori pengecualian. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pengecualian dianggap senyawa tidak nyata. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung elektron total.

11.3.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks keterbatasan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa spesies elektron kurang, elektron ganjil, dan hipervalen menunjukkan keterbatasan oktet; struktur terbaik dipilih dengan mempertimbangkan elektron valensi, muatan formal, data geometri, dan model ikatan yang sesuai. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh NO dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan SF₆. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan muatan formal serta model molekuler perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NO termasuk contoh yang relevan, mengapa SF₆ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep muatan formal secara konsisten dan tidak menggantinya dengan

slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan struktur alternatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari penjelasan d-orbital yang usang sebagai satu-satunya sebab. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: B selalu membentuk empat ikatan. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan struktur alternatif.

11.3.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks keterbatasan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa spesies elektron kurang, elektron ganjil, dan hipervalen menunjukkan keterbatasan oktet; struktur terbaik dipilih dengan mempertimbangkan elektron valensi, muatan formal, data geometri, dan model ikatan yang sesuai.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh SF₆ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan BF₃. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan model molekuler serta struktur Lewis perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada SF₆. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai muatan formal dan data, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan bukti. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom periode 3 memakai orbital d secara sederhana untuk semua hipervalensi. Bukti dapat diperoleh dengan menilai muatan formal dan data.

11.3.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks keterbatasan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa spesies elektron kurang, elektron ganjil, dan hipervalen menunjukkan keterbatasan oktet; struktur terbaik dipilih dengan mempertimbangkan elektron valensi, muatan formal, data geometri, dan model ikatan yang sesuai. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh BF3 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NO. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur Lewis serta muatan formal perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada BF3. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung elektron total, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengajarkan kategori pengecualian. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: radikal dianggap ion. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung elektron total.

11.3.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks keterbatasan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa spesies elektron kurang, elektron ganjil, dan hipervalen menunjukkan keterbatasan oktet; struktur terbaik dipilih dengan mempertimbangkan elektron valensi, muatan formal, data geometri, dan model ikatan yang sesuai. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsapralis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh NO dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan SF₆. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan muatan formal serta model molekuler perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NO. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan struktur alternatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari penjelasan d-orbital yang usang sebagai satu-satunya sebab. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pengecualian dianggap senyawa tidak nyata. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan struktur alternatif.

11.3.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks keterbatasan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa spesies elektron kurang, elektron ganjil, dan hipervalen menunjukkan keterbatasan oktet; struktur terbaik dipilih dengan mempertimbangkan elektron valensi, muatan formal, data geometri, dan model ikatan yang sesuai. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk

menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh SF6 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan BF3. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan model molekuler serta struktur Lewis perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada SF6. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai muatan formal dan data, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan bukti. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: B selalu membentuk empat ikatan. Bukti dapat diperoleh dengan menilai muatan formal dan data.

11.3.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks keterbatasan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa spesies elektron kurang, elektron ganjil, dan hipervalen menunjukkan keterbatasan oktet; struktur terbaik dipilih dengan mempertimbangkan elektron valensi, muatan formal, data geometri, dan model ikatan yang sesuai. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh BF3 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NO. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang

berubah. Hubungan dengan struktur Lewis serta muatan formal perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada BF₃. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung elektron total, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengajarkan kategori pengecualian. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom periode 3 memakai orbital d secara sederhana untuk semua hipervalensi. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung elektron total.

11.3.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks keterbatasan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa spesies elektron kurang, elektron ganjil, dan hipervalen menunjukkan keterbatasan oktet; struktur terbaik dipilih dengan mempertimbangkan elektron valensi, muatan formal, data geometri, dan model ikatan yang sesuai. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa radikal dianggap ion. Variasi lain menyatakan bahwa pengecualian dianggap senyawa tidak nyata. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NO termasuk contoh yang relevan, mengapa SF₆ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep muatan formal secara konsisten dan tidak menggantinya dengan

slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan struktur alternatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari penjelasan d-orbital yang usang sebagai satu-satunya sebab. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: radikal dianggap ion. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan struktur alternatif.

11.3.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks keterbatasan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa spesies elektron kurang, elektron ganjil, dan hipervalen menunjukkan keterbatasan oktet; struktur terbaik dipilih dengan mempertimbangkan elektron valensi, muatan formal, data geometri, dan model ikatan yang sesuai. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa pengecualian dianggap senyawa tidak nyata. Variasi lain menyatakan bahwa B selalu membentuk empat ikatan. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa SF₆ termasuk contoh yang relevan, mengapa BF₃ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model molekuler secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai muatan formal dan data, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan bukti. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pengecualian dianggap senyawa tidak nyata. Bukti dapat diperoleh dengan menilai muatan formal dan data.

11.3.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks keterbatasan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa spesies elektron kurang, elektron ganjil, dan hipervalen menunjukkan keterbatasan oktet; struktur terbaik dipilih dengan mempertimbangkan elektron valensi, muatan formal, data geometri, dan model ikatan yang sesuai. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghitung elektron total. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa B selalu membentuk empat ikatan tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa BF₃ termasuk contoh yang relevan, mengapa NO perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur Lewis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung elektron total, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengajarkan kategori pengecualian. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: B selalu membentuk empat ikatan. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung elektron total.

11.3.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks

keterbatasan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa spesies elektron kurang, elektron ganjil, dan hipervalen menunjukkan keterbatasan oktet; struktur terbaik dipilih dengan mempertimbangkan elektron valensi, muatan formal, data geometri, dan model ikatan yang sesuai.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan struktur alternatif. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa atom periode 3 memakai orbital d secara sederhana untuk semua hipervalensi tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NO termasuk contoh yang relevan, mengapa SF₆ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep muatan formal secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan struktur alternatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari penjelasan d-orbital yang usang sebagai satu-satunya sebab. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom periode 3 memakai orbital d secara sederhana untuk semua hipervalensi. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan struktur alternatif.

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

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks keterbatasan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa spesies elektron kurang, elektron ganjil, dan hipervalen menunjukkan keterbatasan oktet; struktur terbaik dipilih dengan mempertimbangkan elektron valensi, muatan formal, data geometri, dan model ikatan yang sesuai.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas

model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menilai muatan formal dan data. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa radikal dianggap ion tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada SF₆. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai muatan formal dan data, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan bukti. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: radikal dianggap ion. Bukti dapat diperoleh dengan menilai muatan formal dan data.

11.3.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks keterbatasan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa spesies elektron kurang, elektron ganjil, dan hipervalen menunjukkan keterbatasan oktet; struktur terbaik dipilih dengan mempertimbangkan elektron valensi, muatan formal, data geometri, dan model ikatan yang sesuai. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Remediasi dapat dirancang dengan cara mengajarkan kategori pengecualian. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada

demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa BF3 termasuk contoh yang relevan, mengapa NO perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur Lewis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung elektron total, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengajarkan kategori pengecualian. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pengecualian dianggap senyawa tidak nyata. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung elektron total.

11.3.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks keterbatasan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa spesies elektron kurang, elektron ganjil, dan hipervalen menunjukkan keterbatasan oktet; struktur terbaik dipilih dengan mempertimbangkan elektron valensi, muatan formal, data geometri, dan model ikatan yang sesuai.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghindari penjelasan d-orbital yang usang sebagai satu-satunya sebab. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NO. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna

literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan struktur alternatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari penjelasan d-orbital yang usang sebagai satu-satunya sebab. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: B selalu membentuk empat ikatan. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan struktur alternatif.

11.3.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks keterbatasan aturan oktet, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa spesies elektron kurang, elektron ganjil, dan hipervalen menunjukkan keterbatasan oktet; struktur terbaik dipilih dengan mempertimbangkan elektron valensi, muatan formal, data geometri, dan model ikatan yang sesuai. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan dengan bukti. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa SF₆ termasuk contoh yang relevan, mengapa BF₃ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model molekuler secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai muatan formal dan data, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan bukti. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom periode 3 memakai orbital d secara sederhana untuk semua hipervalensi. Bukti dapat diperoleh dengan menilai muatan formal dan data.

11.4 Ikatan Ion

Subbab ini membahas ikatan ion sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Ikatan ion adalah interaksi elektrostatik kolektif antara kation dan anion dalam struktur, bukan satu garis ikatan diskret antar pasangan dalam molekul; pembentukan senyawa melibatkan neraca energi keseluruhan.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup pembentukan ion, kisi kristal, energi elektrostatik. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa ikatan ion hanya transfer elektron dan bahwa satu ion Na^+ berpasangan eksklusif dengan satu Cl^- . Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks kisi NaCl , MgO , dan energi kisi dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan model kisi 3D, menjelaskan gaya semua-arah, dan membedakan mekanisme sintesis dan model pembentukan. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Ikatan ion adalah interaksi elektrostatik kolektif antara kation dan anion dalam struktur, bukan satu garis ikatan diskret antar pasangan dalam molekul; pembentukan senyawa melibatkan neraca energi keseluruhan.

Pertanyaan diagnosis utama: menggambar lingkungan koordinasi ion.

Remediasi awal: menggunakan model kisi 3D.

11.4.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks ikatan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan ion adalah interaksi elektrostatik kolektif antara kation dan anion dalam struktur, bukan satu garis ikatan diskret antar pasangan dalam molekul; pembentukan senyawa melibatkan neraca energi

keseluruhan.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh kisi NaCl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan MgO. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan pembentukan ion serta kisi kristal perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kisi NaCl termasuk contoh yang relevan, mengapa MgO perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pembentukan ion secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar lingkungan koordinasi ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model kisi 3D. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: transfer elektron selalu langsung dari atom logam ke nonlogam dalam proses nyata. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar lingkungan koordinasi ion.

11.4.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks ikatan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan ion adalah interaksi elektrostatik kolektif antara kation dan anion dalam struktur, bukan satu garis ikatan diskret antar pasangan dalam molekul; pembentukan senyawa melibatkan neraca energi keseluruhan.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh MgO dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan energi kisi. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan kisi kristal serta energi elektrostatik perlu dibuat eksplisit. Ketika

peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa MgO termasuk contoh yang relevan, mengapa energi kisi perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kisi kristal secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan satuan formula dan molekul, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjelaskan gaya semua-arah. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan ion hanya transfer elektron. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan satuan formula dan molekul.

11.4.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks ikatan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan ion adalah interaksi elektrostatik kolektif antara kation dan anion dalam struktur, bukan satu garis ikatan diskret antar pasangan dalam molekul; pembentukan senyawa melibatkan neraca energi keseluruhan.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh energi kisi dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan kisi NaCl . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan energi elektrostatik serta pembentukan ion perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada energi kisi. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan

warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menganalisis siklus energi secara kualitatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan mekanisme sintesis dan model pembentukan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu ion Na^+ berpasangan eksklusif dengan satu Cl^- . Bukti dapat diperoleh dengan menganalisis siklus energi secara kualitatif.

11.4.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks ikatan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan ion adalah interaksi elektrostatik kolektif antara kation dan anion dalam struktur, bukan satu garis ikatan diskret antar pasangan dalam molekul; pembentukan senyawa melibatkan neraca energi keseluruhan.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh kisi NaCl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan MgO . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan pembentukan ion serta kisi kristal perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada kisi NaCl . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar lingkungan koordinasi ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model kisi 3D. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: senyawa ion terdiri atas molekul NaCl. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar lingkungan koordinasi ion.

11.4.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks ikatan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan ion adalah interaksi elektrostatis kolektif antara kation dan anion dalam struktur, bukan satu garis ikatan diskret antar pasangan dalam molekul; pembentukan senyawa melibatkan neraca energi keseluruhan.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh MgO dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan energi kisi. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan kisi kristal serta energi elektrostatis perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada MgO. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan satuan formula dan molekul, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjelaskan gaya semua-arah. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: transfer elektron selalu langsung dari atom logam ke nonlogam dalam proses nyata. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan satuan formula dan molekul.

11.4.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks

ikatan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan ion adalah interaksi elektrostatik kolektif antara kation dan anion dalam struktur, bukan satu garis ikatan diskret antar pasangan dalam molekul; pembentukan senyawa melibatkan neraca energi keseluruhan.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh energi kisi dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan kisi NaCl. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan energi elektrostatik serta pembentukan ion perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada energi kisi. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menganalisis siklus energi secara kualitatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan mekanisme sintesis dan model pembentukan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan ion hanya transfer elektron. Bukti dapat diperoleh dengan menganalisis siklus energi secara kualitatif.

11.4.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks ikatan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan ion adalah interaksi elektrostatik kolektif antara kation dan anion dalam struktur, bukan satu garis ikatan diskret antar pasangan dalam molekul; pembentukan senyawa melibatkan neraca energi keseluruhan.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh kisi NaCl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan MgO. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan pembentukan ion serta kisi kristal perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada kisi NaCl. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar lingkungan koordinasi ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model kisi 3D. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu ion Na^+ berpasangan eksklusif dengan satu Cl^- . Bukti dapat diperoleh dengan menggambar lingkungan koordinasi ion.

11.4.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks ikatan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan ion adalah interaksi elektrostatik kolektif antara kation dan anion dalam struktur, bukan satu garis ikatan diskret antar pasangan dalam molekul; pembentukan senyawa melibatkan neraca energi keseluruhan.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa senyawa ion terdiri atas molekul NaCl. Variasi lain menyatakan bahwa transfer elektron selalu langsung dari atom logam ke nonlogam dalam proses nyata. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa MgO termasuk contoh yang relevan, mengapa energi kisi perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kisi kristal secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan satuan formula dan molekul, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjelaskan gaya semua-arah. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: senyawa ion terdiri atas molekul NaCl. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan satuan formula dan molekul.

11.4.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks ikatan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan ion adalah interaksi elektrostatis kolektif antara kation dan anion dalam struktur, bukan satu garis ikatan diskret antar pasangan dalam molekul; pembentukan senyawa melibatkan neraca energi keseluruhan.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa transfer elektron selalu langsung dari atom logam ke nonlogam dalam proses nyata. Variasi lain menyatakan bahwa ikatan ion hanya transfer elektron. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa energi kisi termasuk contoh yang relevan, mengapa kisi NaCl perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep energi elektrostatis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menganalisis siklus energi secara kualitatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan mekanisme

sintesis dan model pembentukan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: transfer elektron selalu langsung dari atom logam ke nonlogam dalam proses nyata. Bukti dapat diperoleh dengan menganalisis siklus energi secara kualitatif.

11.4.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks ikatan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan ion adalah interaksi elektrostatik kolektif antara kation dan anion dalam struktur, bukan satu garis ikatan diskret antar pasangan dalam molekul; pembentukan senyawa melibatkan neraca energi keseluruhan.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggambar lingkungan koordinasi ion. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa ikatan ion hanya transfer elektron tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kisi NaCl termasuk contoh yang relevan, mengapa MgO perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pembentukan ion secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar lingkungan koordinasi ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model kisi 3D. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan ion hanya transfer elektron. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar lingkungan koordinasi ion.

11.4.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks ikatan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan ion adalah interaksi elektrostatik kolektif antara kation dan anion dalam struktur, bukan satu garis ikatan diskret antar pasangan dalam molekul; pembentukan senyawa melibatkan neraca energi keseluruhan.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan satuan formula dan molekul. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa satu ion Na^+ berpasangan eksklusif dengan satu Cl^- tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa MgO termasuk contoh yang relevan, mengapa energi kisi perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kisi kristal secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan satuan formula dan molekul, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjelaskan gaya semua-arah. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu ion Na^+ berpasangan eksklusif dengan satu Cl^- . Bukti dapat diperoleh dengan membedakan satuan formula dan molekul.

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

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks ikatan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan ion adalah interaksi elektrostatik kolektif antara kation dan anion dalam struktur, bukan satu garis ikatan diskret antar pasangan dalam molekul; pembentukan senyawa melibatkan neraca energi keseluruhan.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk

membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menganalisis siklus energi secara kualitatif. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa senyawa ion terdiri atas molekul NaCl tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada energi kisi. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menganalisis siklus energi secara kualitatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan mekanisme sintesis dan model pembentukan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: senyawa ion terdiri atas molekul NaCl. Bukti dapat diperoleh dengan menganalisis siklus energi secara kualitatif.

11.4.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks ikatan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan ion adalah interaksi elektrostatik kolektif antara kation dan anion dalam struktur, bukan satu garis ikatan diskret antar pasangan dalam molekul; pembentukan senyawa melibatkan neraca energi keseluruhan.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan model kisi 3D. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan

menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kisi NaCl termasuk contoh yang relevan, mengapa MgO perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pembentukan ion secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar lingkungan koordinasi ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model kisi 3D. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: transfer elektron selalu langsung dari atom logam ke nonlogam dalam proses nyata. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar lingkungan koordinasi ion.

11.4.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks ikatan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan ion adalah interaksi elektrostatis kolektif antara kation dan anion dalam struktur, bukan satu garis ikatan diskret antar pasangan dalam molekul; pembentukan senyawa melibatkan neraca energi keseluruhan.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menjelaskan gaya semua-arah. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada MgO. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan

warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan satuan formula dan molekul, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjelaskan gaya semua-arah. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan ion hanya transfer elektron. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan satuan formula dan molekul.

11.4.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks ikatan ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan ion adalah interaksi elektrostatis kolektif antara kation dan anion dalam struktur, bukan satu garis ikatan diskret antar pasangan dalam molekul; pembentukan senyawa melibatkan neraca energi keseluruhan.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membedakan mekanisme sintesis dan model pembentukan. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa energi kisi termasuk contoh yang relevan, mengapa kisi NaCl perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep energi elektrostatis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menganalisis siklus energi secara kualitatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan mekanisme sintesis dan model pembentukan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan

transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu ion Na^+ berpasangan eksklusif dengan satu Cl^- . Bukti dapat diperoleh dengan menganalisis siklus energi secara kualitatif.

11.5 Pembentukan Ion dan Senyawa Ion

Subbab ini membahas pembentukan ion dan senyawa ion sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Ion terbentuk melalui perubahan elektron dan senyawa ion terbentuk ketika kombinasi muatan serta susunan kisi menurunkan energi; rumus menyatakan rasio paling sederhana yang netral.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup ion, rumus kimia, stoikiometri. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa subskrip rumus adalah jumlah muatan dan bahwa ion terbentuk karena atom mencapai oktet tanpa energi. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks CaCl_2 , Al_2O_3 , dan NH_4NO_3 dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan model neraca muatan, menghubungkan ion poliatomik, dan memvalidasi rumus. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Ion terbentuk melalui perubahan elektron dan senyawa ion terbentuk ketika kombinasi muatan serta susunan kisi menurunkan energi; rumus menyatakan rasio paling sederhana yang netral.

Pertanyaan diagnosis utama: menentukan p dan e ion.

Remediasi awal: menggunakan model neraca muatan.

11.5.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks pembentukan ion dan senyawa ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ion terbentuk melalui perubahan elektron dan senyawa ion terbentuk ketika kombinasi muatan serta susunan kisi menurunkan energi; rumus menyatakan rasio paling sederhana yang netral.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna

ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh CaCl_2 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Al_2O_3 . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ion serta rumus kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa CaCl_2 termasuk contoh yang relevan, mengapa Al_2O_3 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ion secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan p dan e ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model neraca muatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: muatan ion ditentukan dengan menyilang angka semata. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan p dan e ion.

11.5.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks pembentukan ion dan senyawa ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ion terbentuk melalui perubahan elektron dan senyawa ion terbentuk ketika kombinasi muatan serta susunan kisi menurunkan energi; rumus menyatakan rasio paling sederhana yang netral.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh Al_2O_3 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NH_4NO_3 . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan rumus kimia serta stoikiometri perlu dibuat eksplisit. Ketika

peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Al_2O_3 termasuk contoh yang relevan, mengapa NH_4NO_3 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep rumus kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menurunkan rumus dari netralitas muatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan ion poliatomik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom logam kehilangan proton. Bukti dapat diperoleh dengan menurunkan rumus dari netralitas muatan.

11.5.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks pembentukan ion dan senyawa ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ion terbentuk melalui perubahan elektron dan senyawa ion terbentuk ketika kombinasi muatan serta susunan kisi menurunkan energi; rumus menyatakan rasio paling sederhana yang netral.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh NH_4NO_3 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan CaCl_2 . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan stoikiometri serta ion perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NH_4NO_3 . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan

warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan energi ionisasi dan afinitas secara kualitatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memvalidasi rumus. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: subskrip rumus adalah jumlah muatan. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan energi ionisasi dan afinitas secara kualitatif.

11.5.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks pembentukan ion dan senyawa ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ion terbentuk melalui perubahan elektron dan senyawa ion terbentuk ketika kombinasi muatan serta susunan kisi menurunkan energi; rumus menyatakan rasio paling sederhana yang netral.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh CaCl_2 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Al_2O_3 . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ion serta rumus kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada CaCl_2 . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan p dan e ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model neraca muatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti

hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ion terbentuk karena atom mencapai oktet tanpa energi. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan p dan e ion.

11.5.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks pembentukan ion dan senyawa ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ion terbentuk melalui perubahan elektron dan senyawa ion terbentuk ketika kombinasi muatan serta susunan kisi menurunkan energi; rumus menyatakan rasio paling sederhana yang netral.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh Al_2O_3 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NH_4NO_3 . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan rumus kimia serta stoikiometri perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Al_2O_3 . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menurunkan rumus dari netralitas muatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan ion poliatomik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: muatan ion ditentukan dengan menyilang angka semata. Bukti dapat diperoleh dengan menurunkan rumus dari netralitas muatan.

11.5.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks pembentukan ion dan senyawa ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ion terbentuk melalui perubahan elektron dan senyawa ion terbentuk ketika kombinasi muatan serta susunan kisi menurunkan energi; rumus menyatakan rasio paling sederhana yang netral.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh NH_4NO_3 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan CaCl_2 . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan stoikiometri serta ion perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NH_4NO_3 . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan energi ionisasi dan afinitas secara kualitatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memvalidasi rumus. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom logam kehilangan proton. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan energi ionisasi dan afinitas secara kualitatif.

11.5.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks pembentukan ion dan senyawa ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ion terbentuk melalui perubahan elektron dan senyawa ion terbentuk ketika kombinasi muatan serta susunan kisi menurunkan energi; rumus menyatakan rasio paling sederhana yang netral.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui

contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh CaCl_2 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Al_2O_3 . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ion serta rumus kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada CaCl_2 . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan p dan e ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model neraca muatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: subskrip rumus adalah jumlah muatan. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan p dan e ion.

11.5.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks pembentukan ion dan senyawa ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ion terbentuk melalui perubahan elektron dan senyawa ion terbentuk ketika kombinasi muatan serta susunan kisi menurunkan energi; rumus menyatakan rasio paling sederhana yang netral.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa ion terbentuk karena atom mencapai oktet tanpa energi. Variasi lain menyatakan bahwa muatan ion ditentukan dengan menyilang angka semata. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau

penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Al_2O_3 termasuk contoh yang relevan, mengapa NH_4NO_3 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep rumus kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menurunkan rumus dari netralitas muatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan ion poliatomik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ion terbentuk karena atom mencapai oktet tanpa energi. Bukti dapat diperoleh dengan menurunkan rumus dari netralitas muatan.

11.5.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks pembentukan ion dan senyawa ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ion terbentuk melalui perubahan elektron dan senyawa ion terbentuk ketika kombinasi muatan serta susunan kisi menurunkan energi; rumus menyatakan rasio paling sederhana yang netral.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa muatan ion ditentukan dengan menyilang angka semata. Variasi lain menyatakan bahwa atom logam kehilangan proton. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NH_4NO_3 termasuk contoh yang relevan, mengapa CaCl_2 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep stoikiometri secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan energi ionisasi dan afinitas secara kualitatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memvalidasi rumus. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: muatan ion ditentukan dengan menyilang angka semata. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan energi ionisasi dan afinitas secara kualitatif.

11.5.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks pembentukan ion dan senyawa ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ion terbentuk melalui perubahan elektron dan senyawa ion terbentuk ketika kombinasi muatan serta susunan kisi menurunkan energi; rumus menyatakan rasio paling sederhana yang netral. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menentukan p dan e ion. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa atom logam kehilangan proton tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa CaCl_2 termasuk contoh yang relevan, mengapa Al_2O_3 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ion secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan p dan e ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model neraca muatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom logam kehilangan proton. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan p dan e ion.

11.5.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebutkan definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks pembentukan ion dan senyawa ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ion terbentuk melalui perubahan elektron dan senyawa ion terbentuk ketika kombinasi muatan serta susunan kisi menurunkan energi; rumus menyatakan rasio paling sederhana yang netral. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menurunkan rumus dari netralitas muatan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa subskrip rumus adalah jumlah muatan tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Al_2O_3 termasuk contoh yang relevan, mengapa NH_4NO_3 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep rumus kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menurunkan rumus dari netralitas muatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan ion poliatomik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: subskrip rumus adalah jumlah muatan. Bukti dapat diperoleh dengan menurunkan rumus dari netralitas muatan.

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

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks pembentukan ion dan senyawa ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ion

terbentuk melalui perubahan elektron dan senyawa ion terbentuk ketika kombinasi muatan serta susunan kisi menurunkan energi; rumus menyatakan rasio paling sederhana yang netral.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menjelaskan energi ionisasi dan afinitas secara kualitatif. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa ion terbentuk karena atom mencapai oktet tanpa energi tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NH_4NO_3 . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan energi ionisasi dan afinitas secara kualitatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memvalidasi rumus. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ion terbentuk karena atom mencapai oktet tanpa energi. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan energi ionisasi dan afinitas secara kualitatif.

11.5.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks pembentukan ion dan senyawa ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ion terbentuk melalui perubahan elektron dan senyawa ion terbentuk ketika kombinasi muatan serta susunan kisi menurunkan energi; rumus menyatakan rasio paling sederhana yang netral.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan model neraca muatan. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa CaCl_2 termasuk contoh yang relevan, mengapa Al_2O_3 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ion secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan p dan e ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model neraca muatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: muatan ion ditentukan dengan menyilang angka semata. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan p dan e ion.

11.5.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks pembentukan ion dan senyawa ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ion terbentuk melalui perubahan elektron dan senyawa ion terbentuk ketika kombinasi muatan serta susunan kisi menurunkan energi; rumus menyatakan rasio paling sederhana yang netral.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan ion poliatomik. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Al_2O_3 . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas

penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menurunkan rumus dari netralitas muatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan ion poliatomik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom logam kehilangan proton. Bukti dapat diperoleh dengan menurunkan rumus dari netralitas muatan.

11.5.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks pembentukan ion dan senyawa ion, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ion terbentuk melalui perubahan elektron dan senyawa ion terbentuk ketika kombinasi muatan serta susunan kisi menurunkan energi; rumus menyatakan rasio paling sederhana yang netral. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Remediasi dapat dirancang dengan cara memvalidasi rumus. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NH_4NO_3 termasuk contoh yang relevan, mengapa CaCl_2 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep stoikiometri secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan energi ionisasi dan afinitas secara kualitatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memvalidasi rumus. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang

tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: subskrip rumus adalah jumlah muatan. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan energi ionisasi dan afinitas secara kualitatif.

11.6 Struktur Kisi Kristal Ionik

Subbab ini membahas struktur kisi kristal ionik sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Kristal ionik tersusun periodik dengan koordinasi tiga dimensi; sifat rapuh, titik leleh tinggi, dan konduktivitas bergantung pada susunan serta mobilitas ion.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup ikatan ion, gaya elektrostatis, sifat zat. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa kristal tersusun molekul kecil dan bahwa ion diam tanpa getaran. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks NaCl solid, lelehan NaCl, dan larutan NaCl dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan model 3D dan irisan, menguji konduktivitas tiga keadaan, dan mengaitkan struktur-sifat. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Kristal ionik tersusun periodik dengan koordinasi tiga dimensi; sifat rapuh, titik leleh tinggi, dan konduktivitas bergantung pada susunan serta mobilitas ion.

Pertanyaan diagnosis utama: menghubungkan model kisi dengan sifat.

Remediasi awal: menggunakan model 3D dan irisan.

11.6.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks struktur kisi kristal ionik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kristal ionik tersusun periodik dengan koordinasi tiga dimensi; sifat rapuh, titik leleh tinggi, dan

konduktivitas bergantung pada susunan serta mobilitas ion.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh NaCl solid dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan lelehan NaCl. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ikatan ion serta gaya elektrostatik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NaCl solid termasuk contoh yang relevan, mengapa lelehan NaCl perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan ion secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan model kisi dengan sifat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model 3D dan irisan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ion diam tanpa getaran. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan model kisi dengan sifat.

11.6.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks struktur kisi kristal ionik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kristal ionik tersusun periodik dengan koordinasi tiga dimensi; sifat rapuh, titik leleh tinggi, dan konduktivitas bergantung pada susunan serta mobilitas ion.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh lelehan NaCl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan larutan NaCl. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan

besaran yang berubah. Hubungan dengan gaya elektrostatik serta sifat zat perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa lelehan NaCl termasuk contoh yang relevan, mengapa larutan NaCl perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep gaya elektrostatik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan pergeseran lapisan dan kerapuhan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menguji konduktivitas tiga keadaan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: padatan ionik menghantarkan karena elektron bebas. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan pergeseran lapisan dan kerapuhan.

11.6.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks struktur kisi kristal ionik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kristal ionik tersusun periodik dengan koordinasi tiga dimensi; sifat rapuh, titik leleh tinggi, dan konduktivitas bergantung pada susunan serta mobilitas ion.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh larutan NaCl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NaCl solid. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan sifat zat serta ikatan ion perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada larutan NaCl. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan

warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan mobilitas ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan struktur-sifat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ketika larut, ikatan kovalen dalam ion poliatomik ikut putus. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan mobilitas ion.

11.6.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks struktur kisi kristal ionik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kristal ionik tersusun periodik dengan koordinasi tiga dimensi; sifat rapuh, titik leleh tinggi, dan konduktivitas bergantung pada susunan serta mobilitas ion.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh NaCl solid dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan lelehan NaCl. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ikatan ion serta gaya elektrostatis perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NaCl solid. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan model kisi dengan sifat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model 3D dan irisan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kristal tersusun molekul kecil. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan model kisi dengan sifat.

11.6.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks struktur kisi kristal ionik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kristal ionik tersusun periodik dengan koordinasi tiga dimensi; sifat rapuh, titik leleh tinggi, dan konduktivitas bergantung pada susunan serta mobilitas ion.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh lelehan NaCl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan larutan NaCl. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan gaya elektrostatik serta sifat zat perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada lelehan NaCl. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan pergeseran lapisan dan kerapuhan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menguji konduktivitas tiga keadaan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ion diam tanpa getaran. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan pergeseran lapisan dan kerapuhan.

11.6.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks struktur kisi kristal ionik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kristal ionik tersusun periodik dengan koordinasi tiga dimensi; sifat rapuh, titik leleh tinggi, dan konduktivitas bergantung pada susunan serta mobilitas ion.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh larutan NaCl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NaCl solid. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan sifat zat serta ikatan ion perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada larutan NaCl. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan mobilitas ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan struktur-sifat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: padatan ionik menghantarkan karena elektron bebas. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan mobilitas ion.

11.6.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks struktur kisi kristal ionik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kristal ionik tersusun periodik dengan koordinasi tiga dimensi; sifat rapuh, titik leleh tinggi, dan konduktivitas bergantung pada susunan serta mobilitas ion.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang

memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh NaCl solid dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan lelehan NaCl. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ikatan ion serta gaya elektrostatik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NaCl solid. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan model kisi dengan sifat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model 3D dan irisan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ketika larut, ikatan kovalen dalam ion poliatomik ikut putus. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan model kisi dengan sifat.

11.6.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks struktur kisi kristal ionik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kristal ionik tersusun periodik dengan koordinasi tiga dimensi; sifat rapuh, titik leleh tinggi, dan konduktivitas bergantung pada susunan serta mobilitas ion.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa kristal tersusun molekul kecil. Variasi lain menyatakan bahwa ion diam tanpa getaran. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi

yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa lelehan NaCl termasuk contoh yang relevan, mengapa larutan NaCl perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep gaya elektrostatik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan pergeseran lapisan dan kerapuhan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menguji konduktivitas tiga keadaan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kristal tersusun molekul kecil. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan pergeseran lapisan dan kerapuhan.

11.6.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks struktur kisi kristal ionik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kristal ionik tersusun periodik dengan koordinasi tiga dimensi; sifat rapuh, titik leleh tinggi, dan konduktivitas bergantung pada susunan serta mobilitas ion.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa ion diam tanpa getaran. Variasi lain menyatakan bahwa padatan ionik menghantarkan karena elektron bebas. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa larutan NaCl termasuk contoh yang relevan, mengapa NaCl solid perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sifat zat secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan mobilitas ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan struktur-sifat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ion diam tanpa getaran. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan mobilitas ion.

11.6.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks struktur kisi kristal ionik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kristal ionik tersusun periodik dengan koordinasi tiga dimensi; sifat rapuh, titik leleh tinggi, dan konduktivitas bergantung pada susunan serta mobilitas ion.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghubungkan model kisi dengan sifat. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa padatan ionik menghantarkan karena elektron bebas tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NaCl solid termasuk contoh yang relevan, mengapa lelehan NaCl perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan ion secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan model kisi dengan sifat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model 3D dan irisan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: padatan ionik menghantarkan karena elektron bebas. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan model kisi dengan sifat.

11.6.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebutkan definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks struktur kisi kristal ionik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kristal ionik tersusun periodik dengan koordinasi tiga dimensi; sifat rapuh, titik leleh tinggi, dan konduktivitas bergantung pada susunan serta mobilitas ion.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menjelaskan pergeseran lapisan dan kerapuhan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa ketika larut, ikatan kovalen dalam ion poliatomik ikut putus tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa lelehan NaCl termasuk contoh yang relevan, mengapa larutan NaCl perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep gaya elektrostatik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan pergeseran lapisan dan kerapuhan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menguji konduktivitas tiga keadaan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ketika larut, ikatan kovalen dalam ion poliatomik ikut putus. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan pergeseran lapisan dan kerapuhan.

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

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks struktur kisi kristal ionik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kristal ionik tersusun periodik dengan koordinasi tiga dimensi; sifat rapuh, titik leleh tinggi, dan konduktivitas

bergantung pada susunan serta mobilitas ion.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan mobilitas ion. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa kristal tersusun molekul kecil tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada larutan NaCl. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan mobilitas ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan struktur-sifat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kristal tersusun molekul kecil. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan mobilitas ion.

11.6.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks struktur kisi kristal ionik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kristal ionik tersusun periodik dengan koordinasi tiga dimensi; sifat rapuh, titik leleh tinggi, dan konduktivitas bergantung pada susunan serta mobilitas ion.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan model 3D dan irisan. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang

relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NaCl solid termasuk contoh yang relevan, mengapa lelehan NaCl perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan ion secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan model kisi dengan sifat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model 3D dan irisan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ion diam tanpa getaran. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan model kisi dengan sifat.

11.6.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks struktur kisi kristal ionik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kristal ionik tersusun periodik dengan koordinasi tiga dimensi; sifat rapuh, titik leleh tinggi, dan konduktivitas bergantung pada susunan serta mobilitas ion.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menguji konduktivitas tiga keadaan. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada lelehan NaCl. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat

itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan pergeseran lapisan dan kerapuhan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menguji konduktivitas tiga keadaan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: padatan ionik menghantarkan karena elektron bebas. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan pergeseran lapisan dan kerapuhan.

11.6.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks struktur kisi kristal ionik, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kristal ionik tersusun periodik dengan koordinasi tiga dimensi; sifat rapuh, titik leleh tinggi, dan konduktivitas bergantung pada susunan serta mobilitas ion.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Remediasi dapat dirancang dengan cara mengaitkan struktur-sifat. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa larutan NaCl termasuk contoh yang relevan, mengapa NaCl solid perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sifat zat secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan mobilitas ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan struktur-sifat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti

hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ketika larut, ikatan kovalen dalam ion poliatomik ikut putus. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan mobilitas ion.

11.7 Ikatan Kovalen

Subbab ini membahas ikatan kovalen sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Ikatan kovalen melibatkan kerapatan elektron yang distabilkan di antara inti; pasangan elektron dan orbital merupakan model untuk distribusi elektron, bukan kepemilikan statis yang terbelah rata.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup struktur Lewis, orbital molekul, polaritas. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa elektron dibagi secara harfiah setengah waktu dan bahwa ikatan kovalen selalu nonpolar. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks H_2 , HCl , dan N_2 dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan kurva energi dan densitas elektron, membedakan model Lewis dan model orbital, dan menghubungkan polaritas. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Ikatan kovalen melibatkan kerapatan elektron yang distabilkan di antara inti; pasangan elektron dan orbital merupakan model untuk distribusi elektron, bukan kepemilikan statis yang terbelah rata.

Pertanyaan diagnosis utama: menafsirkan peta kerapatan.

Remediasi awal: menggunakan kurva energi dan densitas elektron.

11.7.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks ikatan kovalen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen melibatkan kerapatan elektron yang distabilkan di antara inti; pasangan elektron dan orbital merupakan model untuk distribusi elektron, bukan kepemilikan statis yang terbelah rata..

Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsapralis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh H2 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan HCl. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur Lewis serta orbital molekul perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa H2 termasuk contoh yang relevan, mengapa HCl perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur Lewis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan peta kerapatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan kurva energi dan densitas elektron. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron dibagi secara harfiah setengah waktu. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan peta kerapatan.

11.7.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks ikatan kovalen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen melibatkan kerapatan elektron yang distabilkan di antara inti; pasangan elektron dan orbital merupakan model untuk distribusi elektron, bukan kepemilikan statis yang terbelah rata.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh HCl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan N2. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan orbital molekul serta polaritas perlu dibuat eksplisit. Ketika

peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa HCl termasuk contoh yang relevan, mengapa N₂ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep orbital molekul secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan ikatan tunggal-ganda-tiga, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan model Lewis dan model orbital. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan kovalen selalu nonpolar. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan ikatan tunggal-ganda-tiga.

11.7.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks ikatan kovalen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen melibatkan kerapatan elektron yang distabilkan di antara inti; pasangan elektron dan orbital merupakan model untuk distribusi elektron, bukan kepemilikan statis yang terbelah rata.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh N₂ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan H₂. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan polaritas serta struktur Lewis perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada N₂. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan energi dan jarak, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan polaritas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: garis Lewis adalah batang fisik. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan energi dan jarak.

11.7.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks ikatan kovalen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen melibatkan kerapatan elektron yang distabilkan di antara inti; pasangan elektron dan orbital merupakan model untuk distribusi elektron, bukan kepemilikan statis yang terbelah rata.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh H₂ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan HCl. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur Lewis serta orbital molekul perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada H₂. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan peta kerapatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan kurva energi dan densitas elektron. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom mempertahankan elektron miliknya secara terpisah. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan peta kerapatan.

11.7.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks ikatan kovalen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen melibatkan kerapatan elektron yang distabilkan di antara inti; pasangan elektron dan orbital merupakan model untuk distribusi elektron, bukan kepemilikan statis yang terbelah rata.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh HCl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan N₂. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan orbital molekul serta polaritas perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada HCl. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan ikatan tunggal-ganda-tiga, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan model Lewis dan model orbital. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron dibagi secara harfiah setengah waktu. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan ikatan tunggal-ganda-tiga.

11.7.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks ikatan kovalen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen melibatkan kerapatan elektron yang distabilkan di antara inti; pasangan elektron dan orbital

merupakan model untuk distribusi elektron, bukan kepemilikan statis yang terbelah rata.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh N2 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan H2. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan polaritas serta struktur Lewis perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada N2. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan energi dan jarak, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan polaritas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan kovalen selalu nonpolar. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan energi dan jarak.

11.7.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks ikatan kovalen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen melibatkan kerapatan elektron yang distabilkan di antara inti; pasangan elektron dan orbital merupakan model untuk distribusi elektron, bukan kepemilikan statis yang terbelah rata.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh H2 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan HCl. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan

mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur Lewis serta orbital molekul perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada H₂. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan peta kerapatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan kurva energi dan densitas elektron. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: garis Lewis adalah batang fisik. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan peta kerapatan.

11.7.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks ikatan kovalen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen melibatkan kerapatan elektron yang distabilkan di antara inti; pasangan elektron dan orbital merupakan model untuk distribusi elektron, bukan kepemilikan statis yang terbelah rata.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa atom mempertahankan elektron miliknya secara terpisah. Variasi lain menyatakan bahwa elektron dibagi secara harfiah setengah waktu. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa HCl termasuk contoh yang relevan, mengapa N₂ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep orbital molekul secara konsisten dan tidak menggantinya dengan

slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan ikatan tunggal-ganda-tiga, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan model Lewis dan model orbital. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom mempertahankan elektron miliknya secara terpisah. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan ikatan tunggal-ganda-tiga.

11.7.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks ikatan kovalen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen melibatkan kerapatan elektron yang distabilkan di antara inti; pasangan elektron dan orbital merupakan model untuk distribusi elektron, bukan kepemilikan statis yang terbelah rata.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa elektron dibagi secara harfiah setengah waktu. Variasi lain menyatakan bahwa ikatan kovalen selalu nonpolar. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa N₂ termasuk contoh yang relevan, mengapa H₂ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep polaritas secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan energi dan jarak, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan polaritas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti

hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron dibagi secara harfiah setengah waktu. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan energi dan jarak.

11.7.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks ikatan kovalen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen melibatkan kerapatan elektron yang distabilkan di antara inti; pasangan elektron dan orbital merupakan model untuk distribusi elektron, bukan kepemilikan statis yang terbelah rata.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menafsirkan peta kerapatan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa ikatan kovalen selalu nonpolar tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa H₂ termasuk contoh yang relevan, mengapa HCl perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur Lewis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan peta kerapatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan kurva energi dan densitas elektron. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan kovalen selalu nonpolar. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan peta kerapatan.

11.7.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks ikatan kovalen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen

melibatkan kerapatan elektron yang distabilkan di antara inti; pasangan elektron dan orbital merupakan model untuk distribusi elektron, bukan kepemilikan statis yang terbelah rata.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan ikatan tunggal-ganda-tiga. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa garis Lewis adalah batang fisik tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa HCl termasuk contoh yang relevan, mengapa N₂ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep orbital molekul secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan ikatan tunggal-ganda-tiga, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan model Lewis dan model orbital. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: garis Lewis adalah batang fisik. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan ikatan tunggal-ganda-tiga.

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

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks ikatan kovalen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen melibatkan kerapatan elektron yang distabilkan di antara inti; pasangan elektron dan orbital merupakan model untuk distribusi elektron, bukan kepemilikan statis yang terbelah rata.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menjelaskan energi dan jarak. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan

konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa atom mempertahankan elektron miliknya secara terpisah tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada N_2 . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan energi dan jarak, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan polaritas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom mempertahankan elektron miliknya secara terpisah. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan energi dan jarak.

11.7.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks ikatan kovalen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen melibatkan kerapatan elektron yang distabilkan di antara inti; pasangan elektron dan orbital merupakan model untuk distribusi elektron, bukan kepemilikan statis yang terbelah rata.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan kurva energi dan densitas elektron. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa H_2 termasuk contoh yang relevan, mengapa HCl perlu diperlakukan berbeda, dan

kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur Lewis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan peta kerapatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan kurva energi dan densitas elektron. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron dibagi secara harfiah setengah waktu. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan peta kerapatan.

11.7.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks ikatan kovalen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen melibatkan kerapatan elektron yang distabilkan di antara inti; pasangan elektron dan orbital merupakan model untuk distribusi elektron, bukan kepemilikan statis yang terbelah rata.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membedakan model Lewis dan model orbital. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada HCl. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan ikatan tunggal-ganda-tiga, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan model Lewis dan model orbital. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak

identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan kovalen selalu nonpolar. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan ikatan tunggal-ganda-tiga.

11.7.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks ikatan kovalen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen melibatkan kerapatan elektron yang distabilkan di antara inti; pasangan elektron dan orbital merupakan model untuk distribusi elektron, bukan kepemilikan statis yang terbelah rata.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan polaritas. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa N₂ termasuk contoh yang relevan, mengapa H₂ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep polaritas secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan energi dan jarak, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan polaritas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: garis Lewis adalah batang fisik. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan energi dan jarak.

11.8 Pasangan Elektron Ikatan

Subbab ini membahas pasangan elektron ikatan sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Dalam model Lewis, pasangan elektron ikatan ditempatkan antara atom; pasangan bebas berada terutama pada satu pusat dan memengaruhi geometri serta reaktivitas, namun elektron sebenarnya tidak selalu terlokalisasi sempurna.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup struktur Lewis, VSEPR, ikatan koordinasi. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa pasangan elektron adalah dua titik diam dan bahwa pasangan bebas tidak memengaruhi bentuk. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks H₂O, NH₃, dan ikatan rangkap CO₂ dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan struktur Lewis dan VSEPR, membahas lokalisasi sebagai model, dan mengaitkan dengan muatan formal. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Dalam model Lewis, pasangan elektron ikatan ditempatkan antara atom; pasangan bebas berada terutama pada satu pusat dan memengaruhi geometri serta reaktivitas, namun elektron sebenarnya tidak selalu terlokalisasi sempurna.

Pertanyaan diagnosis utama: menghitung domain elektron.

Remediasi awal: menggunakan struktur Lewis dan VSEPR.

11.8.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks pasangan elektron ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam model Lewis, pasangan elektron ikatan ditempatkan antara atom; pasangan bebas berada terutama pada satu pusat dan memengaruhi geometri serta reaktivitas, namun elektron sebenarnya tidak selalu terlokalisasi sempurna.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan

perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh H₂O dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NH₃. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur Lewis serta VSEPR perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa H₂O termasuk contoh yang relevan, mengapa NH₃ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur Lewis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung domain elektron, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan struktur Lewis dan VSEPR. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron pasangan berasal satu dari tiap atom dalam semua ikatan. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung domain elektron.

11.8.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks pasangan elektron ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam model Lewis, pasangan elektron ikatan ditempatkan antara atom; pasangan bebas berada terutama pada satu pusat dan memengaruhi geometri serta reaktivitas, namun elektron sebenarnya tidak selalu terlokalisasi sempurna.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh NH₃ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ikatan rangkap CO₂. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan VSEPR serta ikatan koordinasi perlu dibuat eksplisit. Ketika

peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NH_3 termasuk contoh yang relevan, mengapa ikatan rangkap CO_2 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep VSEPR secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan pasangan ikatan dan bebas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas lokalisasi sebagai model. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pasangan elektron adalah dua titik diam. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan pasangan ikatan dan bebas.

11.8.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks pasangan elektron ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam model Lewis, pasangan elektron ikatan ditempatkan antara atom; pasangan bebas berada terutama pada satu pusat dan memengaruhi geometri serta reaktivitas, namun elektron sebenarnya tidak selalu terlokalisasi sempurna.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh ikatan rangkap CO_2 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan H_2O . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ikatan koordinasi serta struktur Lewis perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ikatan rangkap CO_2 . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan

warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan dengan bentuk, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan dengan muatan formal. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pasangan bebas tidak memengaruhi bentuk. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan dengan bentuk.

11.8.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks pasangan elektron ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam model Lewis, pasangan elektron ikatan ditempatkan antara atom; pasangan bebas berada terutama pada satu pusat dan memengaruhi geometri serta reaktivitas, namun elektron sebenarnya tidak selalu terlokalisasi sempurna.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh H₂O dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NH₃. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur Lewis serta VSEPR perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada H₂O. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung domain elektron, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan struktur Lewis dan VSEPR. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pasangan ikatan selalu identik energinya. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung domain elektron.

11.8.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks pasangan elektron ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam model Lewis, pasangan elektron ikatan ditempatkan antara atom; pasangan bebas berada terutama pada satu pusat dan memengaruhi geometri serta reaktivitas, namun elektron sebenarnya tidak selalu terlokalisasi sempurna.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh NH_3 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ikatan rangkap CO_2 . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan VSEPR serta ikatan koordinasi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NH_3 . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan pasangan ikatan dan bebas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas lokalisasi sebagai model. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron pasangan berasal satu dari tiap atom dalam semua ikatan. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan pasangan ikatan dan bebas.

11.8.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks pasangan elektron ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam model Lewis, pasangan elektron ikatan ditempatkan antara atom; pasangan bebas berada terutama pada satu pusat dan memengaruhi geometri serta reaktivitas, namun elektron sebenarnya tidak selalu terlokalisasi sempurna.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh ikatan rangkap CO₂ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan H₂O. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ikatan koordinasi serta struktur Lewis perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ikatan rangkap CO₂. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan dengan bentuk, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan dengan muatan formal. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pasangan elektron adalah dua titik diam. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan dengan bentuk.

11.8.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks pasangan elektron ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam model Lewis, pasangan elektron ikatan ditempatkan antara atom; pasangan bebas berada terutama pada satu pusat dan memengaruhi geometri serta reaktivitas, namun elektron sebenarnya tidak selalu terlokalisasi sempurna.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk

menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh H₂O dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NH₃. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur Lewis serta VSEPR perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada H₂O. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung domain elektron, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan struktur Lewis dan VSEPR. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pasangan bebas tidak memengaruhi bentuk. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung domain elektron.

11.8.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks pasangan elektron ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam model Lewis, pasangan elektron ikatan ditempatkan antara atom; pasangan bebas berada terutama pada satu pusat dan memengaruhi geometri serta reaktivitas, namun elektron sebenarnya tidak selalu terlokalisasi sempurna.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa pasangan ikatan selalu identik energinya. Variasi lain menyatakan bahwa elektron pasangan berasal satu dari tiap atom dalam semua ikatan. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau

penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NH_3 termasuk contoh yang relevan, mengapa ikatan rangkap CO_2 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep VSEPR secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan pasangan ikatan dan bebas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas lokalisasi sebagai model. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pasangan ikatan selalu identik energinya. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan pasangan ikatan dan bebas.

11.8.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks pasangan elektron ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam model Lewis, pasangan elektron ikatan ditempatkan antara atom; pasangan bebas berada terutama pada satu pusat dan memengaruhi geometri serta reaktivitas, namun elektron sebenarnya tidak selalu terlokalisasi sempurna.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa elektron pasangan berasal satu dari tiap atom dalam semua ikatan. Variasi lain menyatakan bahwa pasangan elektron adalah dua titik diam. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ikatan rangkap CO_2 termasuk contoh yang relevan, mengapa H_2O perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan koordinasi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan dengan bentuk, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan dengan muatan formal. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron pasangan berasal satu dari tiap atom dalam semua ikatan. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan dengan bentuk.

11.8.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks pasangan elektron ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam model Lewis, pasangan elektron ikatan ditempatkan antara atom; pasangan bebas berada terutama pada satu pusat dan memengaruhi geometri serta reaktivitas, namun elektron sebenarnya tidak selalu terlokalisasi sempurna.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghitung domain elektron. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa pasangan elektron adalah dua titik diam tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa H₂O termasuk contoh yang relevan, mengapa NH₃ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur Lewis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung domain elektron, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan struktur Lewis dan VSEPR. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pasangan elektron adalah dua titik diam. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung domain elektron.

11.8.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks pasangan elektron ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam model Lewis, pasangan elektron ikatan ditempatkan antara atom; pasangan bebas berada terutama pada satu pusat dan memengaruhi geometri serta reaktivitas, namun elektron sebenarnya tidak selalu terlokalisasi sempurna.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan pasangan ikatan dan bebas. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa pasangan bebas tidak memengaruhi bentuk tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NH_3 termasuk contoh yang relevan, mengapa ikatan rangkap CO_2 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep VSEPR secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan pasangan ikatan dan bebas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas lokalisasi sebagai model. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pasangan bebas tidak memengaruhi bentuk. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan pasangan ikatan dan bebas.

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

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks pasangan elektron ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam model Lewis,

pasangan elektron ikatan ditempatkan antara atom; pasangan bebas berada terutama pada satu pusat dan memengaruhi geometri serta reaktivitas, namun elektron sebenarnya tidak selalu terlokalisasi sempurna.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghubungkan dengan bentuk. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa pasangan ikatan selalu identik energinya tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ikatan rangkap CO₂. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan dengan bentuk, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan dengan muatan formal. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pasangan ikatan selalu identik energinya. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan dengan bentuk.

11.8.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks pasangan elektron ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam model Lewis, pasangan elektron ikatan ditempatkan antara atom; pasangan bebas berada terutama pada satu pusat dan memengaruhi geometri serta reaktivitas, namun elektron sebenarnya tidak selalu terlokalisasi sempurna.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan struktur Lewis dan VSEPR. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa H_2O termasuk contoh yang relevan, mengapa NH_3 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur Lewis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung domain elektron, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan struktur Lewis dan VSEPR. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron pasangan berasal satu dari tiap atom dalam semua ikatan. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung domain elektron.

11.8.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks pasangan elektron ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam model Lewis, pasangan elektron ikatan ditempatkan antara atom; pasangan bebas berada terutama pada satu pusat dan memengaruhi geometri serta reaktivitas, namun elektron sebenarnya tidak selalu terlokalisasi sempurna.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membahas lokalisasi sebagai model. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NH_3 . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas

penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan pasangan ikatan dan bebas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas lokalisasi sebagai model. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pasangan elektron adalah dua titik diam. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan pasangan ikatan dan bebas.

11.8.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks pasangan elektron ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa dalam model Lewis, pasangan elektron ikatan ditempatkan antara atom; pasangan bebas berada terutama pada satu pusat dan memengaruhi geometri serta reaktivitas, namun elektron sebenarnya tidak selalu terlokalisasi sempurna. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Remediasi dapat dirancang dengan cara mengaitkan dengan muatan formal. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ikatan rangkap CO_2 termasuk contoh yang relevan, mengapa H_2O perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan koordinasi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan dengan bentuk, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan dengan muatan formal. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan

contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pasangan bebas tidak memengaruhi bentuk. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan dengan bentuk.

11.9 Ikatan Kovalen Koordinasi

Subbab ini membahas ikatan kovalen koordinasi sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Ikatan kovalen koordinasi menggambarkan asal sepasang elektron dari satu donor saat terbentuk, tetapi setelah terbentuk tidak selalu berbeda sifatnya dari ikatan kovalen lain yang setara dalam spesies.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup asam-basa Lewis, kompleks, struktur Lewis. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa ikatan koordinasi selalu lebih lemah dan bahwa panah tetap menunjukkan aliran elektron terus-menerus. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks NH_4^+ , H_3O^+ , dan kompleks $\text{NH}_3\text{-BF}_3$ dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan panah sebagai notasi proses, menghubungkan pasangan bebas dan orbital kosong, dan menghindari kategorisasi kaku. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Ikatan kovalen koordinasi menggambarkan asal sepasang elektron dari satu donor saat terbentuk, tetapi setelah terbentuk tidak selalu berbeda sifatnya dari ikatan kovalen lain yang setara dalam spesies.

Pertanyaan diagnosis utama: menelusuri donor-akseptor.

Remediasi awal: menggunakan panah sebagai notasi proses.

11.9.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks

ikatan kovalen koordinasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen koordinasi menggambarkan asal sepasang elektron dari satu donor saat terbentuk, tetapi setelah terbentuk tidak selalu berbeda sifatnya dari ikatan kovalen lain yang setara dalam spesies.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh NH_4^+ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan H_3O^+ . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan asam-basa Lewis serta kompleks perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NH_4^+ termasuk contoh yang relevan, mengapa H_3O^+ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep asam-basa Lewis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menelusuri donor-akseptor, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan panah sebagai notasi proses. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron tetap milik donor. Bukti dapat diperoleh dengan menelusuri donor-akseptor.

11.9.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks ikatan kovalen koordinasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen koordinasi menggambarkan asal sepasang elektron dari satu donor saat terbentuk, tetapi setelah terbentuk tidak selalu berbeda sifatnya dari ikatan kovalen lain yang setara dalam spesies.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh H_3O^+ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan kompleks $\text{NH}_3\text{-BF}_3$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan kompleks serta struktur Lewis perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa H_3O^+ termasuk contoh yang relevan, mengapa kompleks $\text{NH}_3\text{-BF}_3$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kompleks secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan ikatan setelah pembentukan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan pasangan bebas dan orbital kosong. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua kompleks hanya memiliki ikatan ion. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan ikatan setelah pembentukan.

11.9.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks ikatan kovalen koordinasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen koordinasi menggambarkan asal sepasang elektron dari satu donor saat terbentuk, tetapi setelah terbentuk tidak selalu berbeda sifatnya dari ikatan kovalen lain yang setara dalam spesies.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh kompleks $\text{NH}_3\text{-BF}_3$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NH_4^+ . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur Lewis serta asam-basa Lewis perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada kompleks $\text{NH}_3\text{-BF}_3$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan struktur Lewis, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari kategorisasi kaku. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan koordinasi selalu lebih lemah. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan struktur Lewis.

11.9.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks ikatan kovalen koordinasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen koordinasi menggambarkan asal sepasang elektron dari satu donor saat terbentuk, tetapi setelah terbentuk tidak selalu berbeda sifatnya dari ikatan kovalen lain yang setara dalam spesies.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh NH_4^+ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan H_3O^+ . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan asam-basa Lewis serta kompleks perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NH_4^+ . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menelusuri donor-akseptor, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan panah sebagai notasi proses. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: panah tetap menunjukkan aliran elektron terus-menerus. Bukti dapat diperoleh dengan menelusuri donor-akseptor.

11.9.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks ikatan kovalen koordinasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen koordinasi menggambarkan asal sepasang elektron dari satu donor saat terbentuk, tetapi setelah terbentuk tidak selalu berbeda sifatnya dari ikatan kovalen lain yang setara dalam spesies.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh H_3O^+ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan kompleks $\text{NH}_3\text{-BF}_3$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan kompleks serta struktur Lewis perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada H_3O^+ . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan ikatan setelah pembentukan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan pasangan bebas dan orbital kosong. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron tetap milik donor. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan ikatan setelah pembentukan.

11.9.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebutkan definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks ikatan kovalen koordinasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen koordinasi menggambarkan asal sepasang elektron dari satu donor saat terbentuk, tetapi setelah terbentuk tidak selalu berbeda sifatnya dari ikatan kovalen lain yang setara dalam spesies.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh kompleks $\text{NH}_3\text{-BF}_3$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NH_4^+ . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur Lewis serta asam-basa Lewis perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada kompleks $\text{NH}_3\text{-BF}_3$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan struktur Lewis, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari kategorisasi kaku. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua kompleks hanya memiliki ikatan ion. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan struktur Lewis.

11.9.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks ikatan kovalen koordinasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen koordinasi menggambarkan asal sepasang elektron dari satu donor saat terbentuk, tetapi

setelah terbentuk tidak selalu berbeda sifatnya dari ikatan kovalen lain yang setara dalam spesies.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh NH_4^+ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan H_3O^+ . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan asam-basa Lewis serta kompleks perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NH_4^+ . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menelusuri donor-akseptor, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan panah sebagai notasi proses. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan koordinasi selalu lebih lemah. Bukti dapat diperoleh dengan menelusuri donor-akseptor.

11.9.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks ikatan kovalen koordinasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen koordinasi menggambarkan asal sepasang elektron dari satu donor saat terbentuk, tetapi setelah terbentuk tidak selalu berbeda sifatnya dari ikatan kovalen lain yang setara dalam spesies.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa panah tetap menunjukkan aliran elektron terus-menerus. Variasi lain menyatakan bahwa elektron tetap milik donor. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa H_3O^+ termasuk contoh yang relevan, mengapa kompleks $\text{NH}_3\text{-BF}_3$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kompleks secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan ikatan setelah pembentukan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan pasangan bebas dan orbital kosong. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: panah tetap menunjukkan aliran elektron terus-menerus. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan ikatan setelah pembentukan.

11.9.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks ikatan kovalen koordinasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen koordinasi menggambarkan asal sepasang elektron dari satu donor saat terbentuk, tetapi setelah terbentuk tidak selalu berbeda sifatnya dari ikatan kovalen lain yang setara dalam spesies.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa elektron tetap milik donor. Variasi lain menyatakan bahwa semua kompleks hanya memiliki ikatan ion. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kompleks $\text{NH}_3\text{-BF}_3$ termasuk contoh yang relevan, mengapa NH_4^+ perlu

diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur Lewis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan struktur Lewis, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari kategorisasi kaku. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron tetap milik donor. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan struktur Lewis.

11.9.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks ikatan kovalen koordinasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen koordinasi menggambarkan asal sepasang elektron dari satu donor saat terbentuk, tetapi setelah terbentuk tidak selalu berbeda sifatnya dari ikatan kovalen lain yang setara dalam spesies.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menelusuri donor-akseptor. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa semua kompleks hanya memiliki ikatan ion tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NH_4^+ termasuk contoh yang relevan, mengapa H_3O^+ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep asam-basa Lewis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menelusuri donor-akseptor, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan panah sebagai notasi proses. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan

konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua kompleks hanya memiliki ikatan ion. Bukti dapat diperoleh dengan menelusuri donor-akseptor.

11.9.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks ikatan kovalen koordinasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen koordinasi menggambarkan asal sepasang elektron dari satu donor saat terbentuk, tetapi setelah terbentuk tidak selalu berbeda sifatnya dari ikatan kovalen lain yang setara dalam spesies.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan ikatan setelah pembentukan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa ikatan koordinasi selalu lebih lemah tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa H_3O^+ termasuk contoh yang relevan, mengapa kompleks $\text{NH}_3\text{-BF}_3$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kompleks secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan ikatan setelah pembentukan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan pasangan bebas dan orbital kosong. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan koordinasi selalu lebih lemah. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan ikatan setelah pembentukan.

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

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks ikatan kovalen koordinasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen koordinasi menggambarkan asal sepasang elektron dari satu donor saat terbentuk, tetapi setelah terbentuk tidak selalu berbeda sifatnya dari ikatan kovalen lain yang setara dalam spesies.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggunakan struktur Lewis. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa panah tetap menunjukkan aliran elektron terus-menerus tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada kompleks $\text{NH}_3\text{-BF}_3$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan struktur Lewis, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari kategorisasi kaku. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: panah tetap menunjukkan aliran elektron terus-menerus. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan struktur Lewis.

11.9.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks ikatan kovalen koordinasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen koordinasi menggambarkan asal sepasang elektron dari satu donor saat terbentuk, tetapi setelah terbentuk tidak selalu berbeda sifatnya dari ikatan kovalen lain yang setara dalam spesies.. Fokus remediasi melalui konflik

kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan panah sebagai notasi proses. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NH_4^+ termasuk contoh yang relevan, mengapa H_3O^+ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep asam-basa Lewis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menelusuri donor-akseptor, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan panah sebagai notasi proses. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron tetap milik donor. Bukti dapat diperoleh dengan menelusuri donor-akseptor.

11.9.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks ikatan kovalen koordinasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen koordinasi menggambarkan asal sepasang elektron dari satu donor saat terbentuk, tetapi setelah terbentuk tidak selalu berbeda sifatnya dari ikatan kovalen lain yang setara dalam spesies.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan pasangan bebas dan orbital kosong. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak

berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada H_3O^+ . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan ikatan setelah pembentukan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan pasangan bebas dan orbital kosong. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua kompleks hanya memiliki ikatan ion. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan ikatan setelah pembentukan.

11.9.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks ikatan kovalen koordinasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan kovalen koordinasi menggambarkan asal sepasang elektron dari satu donor saat terbentuk, tetapi setelah terbentuk tidak selalu berbeda sifatnya dari ikatan kovalen lain yang setara dalam spesies.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghindari kategorisasi kaku. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa kompleks $\text{NH}_3\text{-BF}_3$ termasuk contoh yang relevan, mengapa NH_4^+ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur Lewis secara konsisten dan

tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan struktur Lewis, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari kategorisasi kaku. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan koordinasi selalu lebih lemah. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan struktur Lewis.

11.10 Ikatan Logam

Subbab ini membahas ikatan logam sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Ikatan logam merupakan stabilisasi kolektif inti ion logam oleh elektron terdelokalisasi atau pita elektron; model menjelaskan konduktivitas, keuletan, kilap, dan variasi sifat logam.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup sifat logam, pita energi, struktur zat. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa elektron bebas sama sekali tanpa interaksi dan bahwa ikatan logam adalah ikatan ion antar atom logam. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks Cu, Na, dan paduan logam dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan model pita secara bertahap, membahas delokalisasi, dan mengaitkan struktur kristal. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Ikatan logam merupakan stabilisasi kolektif inti ion logam oleh elektron terdelokalisasi atau pita elektron; model menjelaskan konduktivitas, keuletan, kilap, dan variasi sifat logam.

Pertanyaan diagnosis utama: menghubungkan model dengan sifat.

Remediasi awal: menggunakan model pita secara bertahap.

11.10.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks ikatan logam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan logam merupakan stabilisasi kolektif inti ion logam oleh elektron terdelokalisasi atau pita elektron; model menjelaskan konduktivitas, keuletan, kilap, dan variasi sifat logam.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh Cu dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Na. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan sifat logam serta pita energi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Cu termasuk contoh yang relevan, mengapa Na perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sifat logam secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan model dengan sifat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model pita secara bertahap. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan logam adalah ikatan ion antar atom logam. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan model dengan sifat.

11.10.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks ikatan logam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan logam merupakan stabilisasi kolektif inti ion logam oleh elektron terdelokalisasi atau pita elektron; model menjelaskan konduktivitas, keuletan, kilap, dan variasi sifat logam.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala

pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh Na dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan paduan logam. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan pita energi serta struktur zat perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Na termasuk contoh yang relevan, mengapa paduan logam perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pita energi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan logam dan padatan ionik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas delokalisasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua logam sama kuat dan konduktif. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan logam dan padatan ionik.

11.10.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks ikatan logam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan logam merupakan stabilisasi kolektif inti ion logam oleh elektron terdelokalisasi atau pita elektron; model menjelaskan konduktivitas, keuletan, kilap, dan variasi sifat logam.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh paduan logam dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Cu. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur zat serta sifat logam perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada paduan logam. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai batas model lautan elektron, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan struktur kristal. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: lautan elektron adalah cairan nyata. Bukti dapat diperoleh dengan menilai batas model lautan elektron.

11.10.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks ikatan logam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan logam merupakan stabilisasi kolektif inti ion logam oleh elektron terdelokalisasi atau pita elektron; model menjelaskan konduktivitas, keuletan, kilap, dan variasi sifat logam.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh Cu dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Na. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan sifat logam serta pita energi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Cu. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan model dengan sifat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model pita secara bertahap. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron bebas sama sekali tanpa interaksi. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan model dengan sifat.

11.10.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks ikatan logam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan logam merupakan stabilisasi kolektif inti ion logam oleh elektron terdelokalisasi atau pita elektron; model menjelaskan konduktivitas, keuletan, kilap, dan variasi sifat logam.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh Na dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan paduan logam. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan pita energi serta struktur zat perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Na. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan logam dan padatan ionik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas delokalisasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan logam adalah ikatan ion antar atom logam. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan logam dan padatan ionik.

11.10.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebutkan definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks ikatan logam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan logam merupakan stabilisasi kolektif inti ion logam oleh elektron terdelokalisasi atau pita elektron; model menjelaskan konduktivitas, keuletan, kilap, dan variasi sifat logam.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh paduan logam dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Cu. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur zat serta sifat logam perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada paduan logam. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai batas model lautan elektron, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan struktur kristal. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua logam sama kuat dan konduktif. Bukti dapat diperoleh dengan menilai batas model lautan elektron.

11.10.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks ikatan logam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan logam merupakan stabilisasi kolektif inti ion logam oleh elektron terdelokalisasi atau pita elektron; model

menjelaskan konduktivitas, keuletan, kilap, dan variasi sifat logam.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh Cu dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Na. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan sifat logam serta pita energi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Cu. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan model dengan sifat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model pita secara bertahap. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: lautan elektron adalah cairan nyata. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan model dengan sifat.

11.10.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks ikatan logam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan logam merupakan stabilisasi kolektif inti ion logam oleh elektron terdelokalisasi atau pita elektron; model menjelaskan konduktivitas, keuletan, kilap, dan variasi sifat logam.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa elektron bebas sama sekali tanpa interaksi. Variasi lain menyatakan bahwa ikatan logam adalah ikatan ion antar atom logam. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang

oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Na termasuk contoh yang relevan, mengapa paduan logam perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pita energi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan logam dan padatan ionik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas delokalisasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron bebas sama sekali tanpa interaksi. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan logam dan padatan ionik.

11.10.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks ikatan logam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan logam merupakan stabilisasi kolektif inti ion logam oleh elektron terdelokalisasi atau pita elektron; model menjelaskan konduktivitas, keuletan, kilap, dan variasi sifat logam.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa ikatan logam adalah ikatan ion antar atom logam. Variasi lain menyatakan bahwa semua logam sama kuat dan konduktif. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa paduan logam termasuk contoh yang relevan, mengapa Cu perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur zat secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai batas model lautan elektron, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan struktur kristal. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan logam adalah ikatan ion antar atom logam. Bukti dapat diperoleh dengan menilai batas model lautan elektron.

11.10.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks ikatan logam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan logam merupakan stabilisasi kolektif inti ion logam oleh elektron terdelokalisasi atau pita elektron; model menjelaskan konduktivitas, keuletan, kilap, dan variasi sifat logam.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghubungkan model dengan sifat. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa semua logam sama kuat dan konduktif tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Cu termasuk contoh yang relevan, mengapa Na perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sifat logam secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan model dengan sifat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model pita secara bertahap. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua logam sama kuat dan konduktif. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan model dengan sifat.

11.10.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebutkan definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks ikatan logam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan logam merupakan stabilisasi kolektif inti ion logam oleh elektron terdelokalisasi atau pita elektron; model menjelaskan konduktivitas, keuletan, kilap, dan variasi sifat logam.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan logam dan padatan ionik. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa lautan elektron adalah cairan nyata tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Na termasuk contoh yang relevan, mengapa paduan logam perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pita energi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan logam dan padatan ionik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas delokalisasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: lautan elektron adalah cairan nyata. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan logam dan padatan ionik.

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

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks ikatan logam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan logam merupakan stabilisasi kolektif inti ion logam oleh elektron terdelokalisasi atau pita elektron; model

menjelaskan konduktivitas, keuletan, kilap, dan variasi sifat logam.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menilai batas model lautan elektron. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa elektron bebas sama sekali tanpa interaksi tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada paduan logam. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai batas model lautan elektron, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan struktur kristal. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: elektron bebas sama sekali tanpa interaksi. Bukti dapat diperoleh dengan menilai batas model lautan elektron.

11.10.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks ikatan logam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan logam merupakan stabilisasi kolektif inti ion logam oleh elektron terdelokalisasi atau pita elektron; model menjelaskan konduktivitas, keuletan, kilap, dan variasi sifat logam.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan model pita secara bertahap. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti

yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Cu termasuk contoh yang relevan, mengapa Na perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sifat logam secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghubungkan model dengan sifat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model pita secara bertahap. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan logam adalah ikatan ion antar atom logam. Bukti dapat diperoleh dengan menghubungkan model dengan sifat.

11.10.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks ikatan logam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan logam merupakan stabilisasi kolektif inti ion logam oleh elektron terdelokalisasi atau pita elektron; model menjelaskan konduktivitas, keuletan, kilap, dan variasi sifat logam.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membahas delokalisasi. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Na. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling

melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan logam dan padatan ionik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas delokalisasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua logam sama kuat dan konduktif. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan logam dan padatan ionik.

11.10.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks ikatan logam, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan logam merupakan stabilisasi kolektif inti ion logam oleh elektron terdelokalisasi atau pita elektron; model menjelaskan konduktivitas, keuletan, kilap, dan variasi sifat logam.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Remediasi dapat dirancang dengan cara mengaitkan struktur kristal. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa paduan logam termasuk contoh yang relevan, mengapa Cu perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur zat secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai batas model lautan elektron, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan struktur kristal. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: lautan elektron adalah cairan nyata. Bukti dapat diperoleh dengan menilai batas model lautan elektron.

11.11 Struktur Lewis

Subbab ini membahas struktur lewis sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Struktur Lewis adalah pembukuan elektron valensi dan konektivitas yang membantu memprediksi muatan, resonansi, dan geometri; struktur bukan gambar lengkap distribusi elektron atau bentuk tiga dimensi.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup elektron valensi, muatan formal, resonansi. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa garis Lewis adalah bentuk molekul dan bahwa semua elektron inti harus digambar. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks CO₂, SO₂, dan HCN dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan algoritma disertai alasan, membandingkan struktur alternatif, dan menghubungkan dengan data VSEPR. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Struktur Lewis adalah pembukuan elektron valensi dan konektivitas yang membantu memprediksi muatan, resonansi, dan geometri; struktur bukan gambar lengkap distribusi elektron atau bentuk tiga dimensi.

Pertanyaan diagnosis utama: menghitung elektron total.

Remediasi awal: menggunakan algoritma disertai alasan.

11.11.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks struktur lewis, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa struktur Lewis adalah pembukuan elektron valensi dan konektivitas yang membantu memprediksi muatan, resonansi, dan geometri; struktur bukan gambar lengkap distribusi elektron atau bentuk tiga

dimensi.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh CO₂ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan SO₂. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan elektron valensi serta muatan formal perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa CO₂ termasuk contoh yang relevan, mengapa SO₂ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep elektron valensi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung elektron total, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan algoritma disertai alasan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: garis Lewis adalah bentuk molekul. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung elektron total.

11.11.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks struktur lewis, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa struktur Lewis adalah pembukuan elektron valensi dan konektivitas yang membantu memprediksi muatan, resonansi, dan geometri; struktur bukan gambar lengkap distribusi elektron atau bentuk tiga dimensi.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh SO₂ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan HCN. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan muatan formal serta resonansi perlu dibuat eksplisit. Ketika

peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa SO_2 termasuk contoh yang relevan, mengapa HCN perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep muatan formal secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai konektivitas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan struktur alternatif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua elektron inti harus digambar. Bukti dapat diperoleh dengan menilai konektivitas.

11.11.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks struktur lewis, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa struktur Lewis adalah pembukuan elektron valensi dan konektivitas yang membantu memprediksi muatan, resonansi, dan geometri; struktur bukan gambar lengkap distribusi elektron atau bentuk tiga dimensi.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh HCN dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan CO_2 . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan resonansi serta elektron valensi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada HCN . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan

warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa oktet dan muatan formal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan data VSEPR. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu prosedur mekanis selalu menghasilkan satu struktur benar. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa oktet dan muatan formal.

11.11.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks struktur lewis, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa struktur Lewis adalah pembukuan elektron valensi dan konektivitas yang membantu memprediksi muatan, resonansi, dan geometri; struktur bukan gambar lengkap distribusi elektron atau bentuk tiga dimensi.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh CO₂ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan SO₂. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan elektron valensi serta muatan formal perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada CO₂. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung elektron total, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan algoritma disertai alasan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom pusat selalu paling elektronegatif. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung elektron total.

11.11.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks struktur lewis, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa struktur Lewis adalah pembukuan elektron valensi dan konektivitas yang membantu memprediksi muatan, resonansi, dan geometri; struktur bukan gambar lengkap distribusi elektron atau bentuk tiga dimensi.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh SO₂ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan HCN. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan muatan formal serta resonansi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada SO₂. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai konektivitas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan struktur alternatif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: garis Lewis adalah bentuk molekul. Bukti dapat diperoleh dengan menilai konektivitas.

11.11.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks struktur lewis, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa struktur Lewis adalah pembukuan elektron valensi dan konektivitas yang membantu memprediksi muatan, resonansi, dan geometri; struktur bukan gambar lengkap distribusi elektron atau bentuk tiga dimensi.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh HCN dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan CO₂. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan resonansi serta elektron valensi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada HCN. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa oktet dan muatan formal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan data VSEPR. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua elektron inti harus digambar. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa oktet dan muatan formal.

11.11.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks struktur lewis, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa struktur Lewis adalah pembukuan elektron valensi dan konektivitas yang membantu memprediksi muatan, resonansi, dan geometri; struktur bukan gambar lengkap distribusi elektron atau bentuk tiga dimensi.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh

tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh CO₂ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan SO₂. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan elektron valensi serta muatan formal perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada CO₂. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung elektron total, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan algoritma disertai alasan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu prosedur mekanis selalu menghasilkan satu struktur benar. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung elektron total.

11.11.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks struktur lewis, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa struktur Lewis adalah pembukuan elektron valensi dan konektivitas yang membantu memprediksi muatan, resonansi, dan geometri; struktur bukan gambar lengkap distribusi elektron atau bentuk tiga dimensi.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa atom pusat selalu paling elektronegatif. Variasi lain menyatakan bahwa garis Lewis adalah bentuk molekul. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena

itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa SO_2 termasuk contoh yang relevan, mengapa HCN perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep muatan formal secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai konektivitas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan struktur alternatif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom pusat selalu paling elektronegatif. Bukti dapat diperoleh dengan menilai konektivitas.

11.11.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks struktur lewis, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa struktur Lewis adalah pembukuan elektron valensi dan konektivitas yang membantu memprediksi muatan, resonansi, dan geometri; struktur bukan gambar lengkap distribusi elektron atau bentuk tiga dimensi.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa garis Lewis adalah bentuk molekul. Variasi lain menyatakan bahwa semua elektron inti harus digambar. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa HCN termasuk contoh yang relevan, mengapa CO_2 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep resonansi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa oktet dan muatan formal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan data VSEPR. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: garis Lewis adalah bentuk molekul. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa oktet dan muatan formal.

11.11.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks struktur Lewis, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa struktur Lewis adalah pembukuan elektron valensi dan konektivitas yang membantu memprediksi muatan, resonansi, dan geometri; struktur bukan gambar lengkap distribusi elektron atau bentuk tiga dimensi. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghitung elektron total. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa semua elektron inti harus digambar tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa CO₂ termasuk contoh yang relevan, mengapa SO₂ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep elektron valensi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung elektron total, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan algoritma disertai alasan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua elektron inti harus digambar. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung elektron total.

11.11.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebutkan definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks struktur lewis, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa struktur Lewis adalah pembukuan elektron valensi dan konektivitas yang membantu memprediksi muatan, resonansi, dan geometri; struktur bukan gambar lengkap distribusi elektron atau bentuk tiga dimensi.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menilai konektivitas. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa satu prosedur mekanis selalu menghasilkan satu struktur benar tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa SO_2 termasuk contoh yang relevan, mengapa HCN perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep muatan formal secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai konektivitas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan struktur alternatif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu prosedur mekanis selalu menghasilkan satu struktur benar. Bukti dapat diperoleh dengan menilai konektivitas.

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

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks struktur lewis, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa struktur Lewis adalah pembukuan

elektron valensi dan konektivitas yang membantu memprediksi muatan, resonansi, dan geometri; struktur bukan gambar lengkap distribusi elektron atau bentuk tiga dimensi.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk memeriksa oktet dan muatan formal. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa atom pusat selalu paling elektronegatif tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada HCN. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa oktet dan muatan formal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan data VSEPR. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom pusat selalu paling elektronegatif. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa oktet dan muatan formal.

11.11.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks struktur lewis, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa struktur Lewis adalah pembukuan elektron valensi dan konektivitas yang membantu memprediksi muatan, resonansi, dan geometri; struktur bukan gambar lengkap distribusi elektron atau bentuk tiga dimensi.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan algoritma disertai alasan. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa CO₂ termasuk contoh yang relevan, mengapa SO₂ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep elektron valensi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung elektron total, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan algoritma disertai alasan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: garis Lewis adalah bentuk molekul. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung elektron total.

11.11.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks struktur Lewis, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa struktur Lewis adalah pembukuan elektron valensi dan konektivitas yang membantu memprediksi muatan, resonansi, dan geometri; struktur bukan gambar lengkap distribusi elektron atau bentuk tiga dimensi.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membandingkan struktur alternatif. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada SO₂. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas

penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai konektivitas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan struktur alternatif. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua elektron inti harus digambar. Bukti dapat diperoleh dengan menilai konektivitas.

11.11.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks struktur lewis, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa struktur Lewis adalah pembukuan elektron valensi dan konektivitas yang membantu memprediksi muatan, resonansi, dan geometri; struktur bukan gambar lengkap distribusi elektron atau bentuk tiga dimensi. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan dengan data VSEPR. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa HCN termasuk contoh yang relevan, mengapa CO₂ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep resonansi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa oktet dan muatan formal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan data VSEPR. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik

dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu prosedur mekanis selalu menghasilkan satu struktur benar. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa oktet dan muatan formal.

11.12 Muatan Formal

Subbab ini membahas muatan formal sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Muatan formal adalah alat pembukuan berdasarkan pembagian elektron ikatan secara sama; bukan muatan parsial nyata dan digunakan bersama kriteria lain untuk mengevaluasi struktur Lewis.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup struktur Lewis, resonansi, bilangan oksidasi. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa muatan formal sama dengan bilangan oksidasi dan bahwa muatan formal sama dengan muatan parsial. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks CO_3^{2-} , NO_3^- , dan CO dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan rumus konseptual kepemilikan elektron, membedakan tiga jenis muatan, dan menghubungkan dengan resonansi. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Muatan formal adalah alat pembukuan berdasarkan pembagian elektron ikatan secara sama; bukan muatan parsial nyata dan digunakan bersama kriteria lain untuk mengevaluasi struktur Lewis.

Pertanyaan diagnosis utama: menghitung dari elektron valensi.

Remediasi awal: menggunakan rumus konseptual kepemilikan elektron.

11.12.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks muatan formal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa muatan formal adalah

alat pembukuan berdasarkan pembagian elektron ikatan secara sama; bukan muatan parsial nyata dan digunakan bersama kriteria lain untuk mengevaluasi struktur Lewis.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh CO_3^{2-} dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NO_3^- . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur Lewis serta resonansi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa CO_3^{2-} termasuk contoh yang relevan, mengapa NO_3^- perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur Lewis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung dari elektron valensi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan rumus konseptual kepemilikan elektron. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jumlah muatan formal boleh berbeda dari muatan spesies. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung dari elektron valensi.

11.12.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks muatan formal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa muatan formal adalah alat pembukuan berdasarkan pembagian elektron ikatan secara sama; bukan muatan parsial nyata dan digunakan bersama kriteria lain untuk mengevaluasi struktur Lewis.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh NO_3^- dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan CO . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan

mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan resonansi serta bilangan oksidasi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NO_3^- termasuk contoh yang relevan, mengapa CO perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep resonansi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa jumlah muatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan tiga jenis muatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: muatan formal sama dengan bilangan oksidasi. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa jumlah muatan.

11.12.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks muatan formal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa muatan formal adalah alat pembukuan berdasarkan pembagian elektron ikatan secara sama; bukan muatan parsial nyata dan digunakan bersama kriteria lain untuk mengevaluasi struktur Lewis.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh CO dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan CO_3^{2-} . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan bilangan oksidasi serta struktur Lewis perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada CO. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna

literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan struktur kandidat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan resonansi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: muatan formal sama dengan muatan parsial. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan struktur kandidat.

11.12.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks muatan formal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa muatan formal adalah alat pembukuan berdasarkan pembagian elektron ikatan secara sama; bukan muatan parsial nyata dan digunakan bersama kriteria lain untuk mengevaluasi struktur Lewis.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh CO_3^{2-} dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NO_3^- . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur Lewis serta resonansi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada CO_3^{2-} . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung dari elektron valensi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan rumus konseptual kepemilikan elektron. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer

juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: struktur dengan semua muatan nol selalu benar. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung dari elektron valensi.

11.12.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks muatan formal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa muatan formal adalah alat pembukuan berdasarkan pembagian elektron ikatan secara sama; bukan muatan parsial nyata dan digunakan bersama kriteria lain untuk mengevaluasi struktur Lewis.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh NO_3^- dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan CO. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan resonansi serta bilangan oksidasi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NO_3^- . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa jumlah muatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan tiga jenis muatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jumlah muatan formal boleh berbeda dari muatan spesies. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa jumlah muatan.

11.12.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks

muatan formal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa muatan formal adalah alat pembukuan berdasarkan pembagian elektron ikatan secara sama; bukan muatan parsial nyata dan digunakan bersama kriteria lain untuk mengevaluasi struktur Lewis.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh CO dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan CO_3^{2-} . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan bilangan oksidasi serta struktur Lewis perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada CO. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan struktur kandidat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan resonansi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: muatan formal sama dengan bilangan oksidasi. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan struktur kandidat.

11.12.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks muatan formal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa muatan formal adalah alat pembukuan berdasarkan pembagian elektron ikatan secara sama; bukan muatan parsial nyata dan digunakan bersama kriteria lain untuk mengevaluasi struktur Lewis.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh CO_3^{2-} dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NO_3^- . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur Lewis serta resonansi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada CO_3^{2-} . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung dari elektron valensi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan rumus konseptual kepemilikan elektron. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: muatan formal sama dengan muatan parsial. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung dari elektron valensi.

11.12.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks muatan formal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa muatan formal adalah alat pembukuan berdasarkan pembagian elektron ikatan secara sama; bukan muatan parsial nyata dan digunakan bersama kriteria lain untuk mengevaluasi struktur Lewis.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa struktur dengan semua muatan nol selalu benar. Variasi lain menyatakan bahwa jumlah muatan formal boleh berbeda dari muatan spesies. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NO_3^- termasuk contoh yang relevan, mengapa CO perlu diperlakukan berbeda, dan

kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep resonansi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa jumlah muatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan tiga jenis muatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: struktur dengan semua muatan nol selalu benar. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa jumlah muatan.

11.12.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks muatan formal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa muatan formal adalah alat pembukuan berdasarkan pembagian elektron ikatan secara sama; bukan muatan parsial nyata dan digunakan bersama kriteria lain untuk mengevaluasi struktur Lewis.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa jumlah muatan formal boleh berbeda dari muatan spesies. Variasi lain menyatakan bahwa muatan formal sama dengan bilangan oksidasi. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa CO termasuk contoh yang relevan, mengapa CO_3^{2-} perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep bilangan oksidasi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan struktur kandidat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan resonansi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual

apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jumlah muatan formal boleh berbeda dari muatan spesies. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan struktur kandidat.

11.12.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks muatan formal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa muatan formal adalah alat pembukuan berdasarkan pembagian elektron ikatan secara sama; bukan muatan parsial nyata dan digunakan bersama kriteria lain untuk mengevaluasi struktur Lewis.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghitung dari elektron valensi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa muatan formal sama dengan bilangan oksidasi tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa CO_3^{2-} termasuk contoh yang relevan, mengapa NO_3^- perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur Lewis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung dari elektron valensi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan rumus konseptual kepemilikan elektron. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: muatan formal sama dengan bilangan oksidasi. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung dari elektron valensi.

11.12.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks muatan formal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa muatan formal adalah alat pembukuan berdasarkan pembagian elektron ikatan secara sama; bukan muatan parsial nyata dan digunakan bersama kriteria lain untuk mengevaluasi struktur Lewis.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk memeriksa jumlah muatan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa muatan formal sama dengan muatan parsial tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NO₃⁻ termasuk contoh yang relevan, mengapa CO perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep resonansi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa jumlah muatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan tiga jenis muatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: muatan formal sama dengan muatan parsial. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa jumlah muatan.

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

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks muatan formal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa muatan formal adalah alat pembukuan berdasarkan pembagian elektron ikatan secara sama; bukan muatan parsial nyata dan digunakan bersama kriteria lain untuk mengevaluasi struktur Lewis.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu

menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan struktur kandidat. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa struktur dengan semua muatan nol selalu benar tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada CO. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan struktur kandidat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan resonansi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: struktur dengan semua muatan nol selalu benar. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan struktur kandidat.

11.12.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks muatan formal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa muatan formal adalah alat pembukuan berdasarkan pembagian elektron ikatan secara sama; bukan muatan parsial nyata dan digunakan bersama kriteria lain untuk mengevaluasi struktur Lewis. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan rumus konseptual kepemilikan elektron. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak

berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa CO_3^{2-} termasuk contoh yang relevan, mengapa NO_3^- perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur Lewis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung dari elektron valensi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan rumus konseptual kepemilikan elektron. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jumlah muatan formal boleh berbeda dari muatan spesies. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung dari elektron valensi.

11.12.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks muatan formal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa muatan formal adalah alat pembukuan berdasarkan pembagian elektron ikatan secara sama; bukan muatan parsial nyata dan digunakan bersama kriteria lain untuk mengevaluasi struktur Lewis.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membedakan tiga jenis muatan. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NO_3^- . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan

warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa jumlah muatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan tiga jenis muatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: muatan formal sama dengan bilangan oksidasi. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa jumlah muatan.

11.12.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks muatan formal, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa muatan formal adalah alat pembukuan berdasarkan pembagian elektron ikatan secara sama; bukan muatan parsial nyata dan digunakan bersama kriteria lain untuk mengevaluasi struktur Lewis.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan dengan resonansi. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa CO termasuk contoh yang relevan, mengapa CO_3^{2-} perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep bilangan oksidasi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan struktur kandidat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan resonansi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: muatan formal sama dengan muatan parsial. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan struktur kandidat.

11.13 Resonansi

Subbab ini membahas resonansi sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Resonansi menggunakan beberapa struktur kontribusi untuk merepresentasikan satu keadaan elektron terdelokalisasi; molekul tidak berosilasi cepat antarstruktur dan struktur kontribusi bukan spesies terpisah.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup struktur Lewis, delokalisasi, muatan formal. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa resonansi adalah pergantian struktur dari waktu ke waktu dan bahwa panah resonansi sama dengan panah kesetimbangan. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks benzena, ion nitrat, dan ozon dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan data struktur, menekankan delokalisasi, dan membandingkan kontributor mayor-minor. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Resonansi menggunakan beberapa struktur kontribusi untuk merepresentasikan satu keadaan elektron terdelokalisasi; molekul tidak berosilasi cepat antarstruktur dan struktur kontribusi bukan spesies terpisah.

Pertanyaan diagnosis utama: membedakan panah resonansi dan reaksi.

Remediasi awal: menggunakan data struktur.

11.13.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks resonansi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa resonansi menggunakan beberapa struktur kontribusi untuk merepresentasikan satu keadaan elektron terdelokalisasi; molekul tidak berosilasi cepat antarstruktur dan struktur kontribusi bukan

spesies terpisah.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh benzena dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ion nitrat. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur Lewis serta delokalisasi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa benzena termasuk contoh yang relevan, mengapa ion nitrat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur Lewis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan panah resonansi dan reaksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data struktur. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan memiliki panjang bergantian. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan panah resonansi dan reaksi.

11.13.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks resonansi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa resonansi menggunakan beberapa struktur kontribusi untuk merepresentasikan satu keadaan elektron terdelokalisasi; molekul tidak berosilasi cepat antarstruktur dan struktur kontribusi bukan spesies terpisah.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh ion nitrat dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ozon. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan delokalisasi serta muatan formal perlu dibuat eksplisit. Ketika

peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ion nitrat termasuk contoh yang relevan, mengapa ozon perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep delokalisasi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan panjang ikatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan delokalisasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kontributor setara selalu semua memiliki bobot sama. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan panjang ikatan.

11.13.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks resonansi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa resonansi menggunakan beberapa struktur kontribusi untuk merepresentasikan satu keadaan elektron terdelokalisasi; molekul tidak berosilasi cepat antarstruktur dan struktur kontribusi bukan spesies terpisah.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh ozon dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan benzena. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan muatan formal serta struktur Lewis perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ozon. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan

warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar hibrida, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan kontributor mayor-minor. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: resonansi adalah pergantian struktur dari waktu ke waktu. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar hibrida.

11.13.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks resonansi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa resonansi menggunakan beberapa struktur kontribusi untuk merepresentasikan satu keadaan elektron terdelokalisasi; molekul tidak berosilasi cepat antarstruktur dan struktur kontribusi bukan spesies terpisah.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh benzena dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ion nitrat. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur Lewis serta delokalisasi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada benzena. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan panah resonansi dan reaksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data struktur. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: panah resonansi sama dengan panah kesetimbangan. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan panah resonansi dan reaksi.

11.13.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks resonansi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa resonansi menggunakan beberapa struktur kontribusi untuk merepresentasikan satu keadaan elektron terdelokalisasi; molekul tidak berosilasi cepat antarstruktur dan struktur kontribusi bukan spesies terpisah.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh ion nitrat dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ozon. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan delokalisasi serta muatan formal perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ion nitrat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan panjang ikatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan delokalisasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan memiliki panjang bergantian. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan panjang ikatan.

11.13.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks resonansi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa resonansi menggunakan beberapa struktur kontribusi untuk merepresentasikan satu keadaan elektron terdelokalisasi; molekul tidak berosilasi cepat antarstruktur dan struktur kontribusi bukan spesies terpisah.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh ozon dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan benzena. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan muatan formal serta struktur Lewis perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ozon. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar hibrida, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan kontributor mayor-minor. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kontributor setara selalu semua memiliki bobot sama. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar hibrida.

11.13.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks resonansi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa resonansi menggunakan beberapa struktur kontribusi untuk merepresentasikan satu keadaan elektron terdelokalisasi; molekul tidak berosilasi cepat antarstruktur dan struktur kontribusi bukan spesies terpisah.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh

tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh benzena dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ion nitrat. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur Lewis serta delokalisasi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada benzena. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan panah resonansi dan reaksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data struktur. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: resonansi adalah pergantian struktur dari waktu ke waktu. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan panah resonansi dan reaksi.

11.13.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks resonansi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa resonansi menggunakan beberapa struktur kontribusi untuk merepresentasikan satu keadaan elektron terdelokalisasi; molekul tidak berosilasi cepat antarstruktur dan struktur kontribusi bukan spesies terpisah.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa panah resonansi sama dengan panah kesetimbangan. Variasi lain menyatakan bahwa ikatan memiliki panjang bergantian. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan

di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ion nitrat termasuk contoh yang relevan, mengapa ozon perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep delokalisasi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan panjang ikatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan delokalisasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: panah resonansi sama dengan panah kesetimbangan. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan panjang ikatan.

11.13.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks resonansi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa resonansi menggunakan beberapa struktur kontribusi untuk merepresentasikan satu keadaan elektron terdelokalisasi; molekul tidak berosilasi cepat antarstruktur dan struktur kontribusi bukan spesies terpisah.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa ikatan memiliki panjang bergantian. Variasi lain menyatakan bahwa kontributor setara selalu semua memiliki bobot sama. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ozon termasuk contoh yang relevan, mengapa benzena perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep muatan formal secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar hibrida, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan kontributor mayor-minor. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan memiliki panjang bergantian. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar hibrida.

11.13.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks resonansi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa resonansi menggunakan beberapa struktur kontribusi untuk merepresentasikan satu keadaan elektron terdelokalisasi; molekul tidak berosilasi cepat antarstruktur dan struktur kontribusi bukan spesies terpisah.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan panah resonansi dan reaksi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa kontributor setara selalu semua memiliki bobot sama tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa benzena termasuk contoh yang relevan, mengapa ion nitrat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur Lewis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan panah resonansi dan reaksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data struktur. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kontributor setara selalu semua memiliki bobot sama. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan panah resonansi dan reaksi.

11.13.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebutkan definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks resonansi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa resonansi menggunakan beberapa struktur kontribusi untuk merepresentasikan satu keadaan elektron terdelokalisasi; molekul tidak berosilasi cepat antarstruktur dan struktur kontribusi bukan spesies terpisah.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menafsirkan panjang ikatan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa resonansi adalah pergantian struktur dari waktu ke waktu tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ion nitrat termasuk contoh yang relevan, mengapa ozon perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep delokalisasi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan panjang ikatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan delokalisasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: resonansi adalah pergantian struktur dari waktu ke waktu. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan panjang ikatan.

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

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks resonansi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa resonansi menggunakan beberapa

struktur kontribusi untuk merepresentasikan satu keadaan elektron terdelokalisasi; molekul tidak berosilasi cepat antarstruktur dan struktur kontribusi bukan spesies terpisah.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggambar hibrida. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa panah resonansi sama dengan panah kesetimbangan tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ozon. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar hibrida, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan kontributor mayor-minor. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: panah resonansi sama dengan panah kesetimbangan. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar hibrida.

11.13.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks resonansi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa resonansi menggunakan beberapa struktur kontribusi untuk merepresentasikan satu keadaan elektron terdelokalisasi; molekul tidak berosilasi cepat antarstruktur dan struktur kontribusi bukan spesies terpisah.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan data struktur. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa benzena termasuk contoh yang relevan, mengapa ion nitrat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur Lewis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan panah resonansi dan reaksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data struktur. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan memiliki panjang bergantian. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan panah resonansi dan reaksi.

11.13.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks resonansi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa resonansi menggunakan beberapa struktur kontribusi untuk merepresentasikan satu keadaan elektron terdelokalisasi; molekul tidak berosilasi cepat antarstruktur dan struktur kontribusi bukan spesies terpisah.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menekankan delokalisasi. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ion nitrat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas

penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan panjang ikatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan delokalisasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kontributor setara selalu semua memiliki bobot sama. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan panjang ikatan.

11.13.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks resonansi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa resonansi menggunakan beberapa struktur kontribusi untuk merepresentasikan satu keadaan elektron terdelokalisasi; molekul tidak berosilasi cepat antarstruktur dan struktur kontribusi bukan spesies terpisah. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membandingkan kontributor mayor-minor. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ozon termasuk contoh yang relevan, mengapa benzena perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep muatan formal secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar hibrida, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan kontributor mayor-minor. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh

latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: resonansi adalah pergantian struktur dari waktu ke waktu. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar hibrida.

11.14 Bentuk Molekul

Subbab ini membahas bentuk molekul sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Bentuk molekul adalah susunan inti atom tiga dimensi; pasangan bebas memengaruhi geometri elektron tetapi tidak dihitung sebagai atom dalam nama bentuk molekul.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup VSEPR, pasangan elektron, polaritas molekul. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa struktur Lewis datar dianggap bentuk aktual dan bahwa geometri elektron dan bentuk molekul disamakan. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks CH_4 , NH_3 , dan H_2O dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan model molekul dan proyeksi, menghubungkan dengan VSEPR, dan membandingkan seri isoelektronik. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Bentuk molekul adalah susunan inti atom tiga dimensi; pasangan bebas memengaruhi geometri elektron tetapi tidak dihitung sebagai atom dalam nama bentuk molekul.

Pertanyaan diagnosis utama: meminta model 3D.

Remediasi awal: menggunakan model molekul dan proyeksi.

11.14.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks bentuk molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa bentuk molekul adalah

susunan inti atom tiga dimensi; pasangan bebas memengaruhi geometri elektron tetapi tidak dihitung sebagai atom dalam nama bentuk molekul.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh CH_4 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NH_3 . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan VSEPR serta pasangan elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa CH_4 termasuk contoh yang relevan, mengapa NH_3 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep VSEPR secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta model 3D, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model molekul dan proyeksi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: geometri elektron dan bentuk molekul disamakan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta model 3D.

11.14.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks bentuk molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa bentuk molekul adalah susunan inti atom tiga dimensi; pasangan bebas memengaruhi geometri elektron tetapi tidak dihitung sebagai atom dalam nama bentuk molekul.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh NH_3 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan H_2O . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang

berubah. Hubungan dengan pasangan elektron serta polaritas molekul perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NH_3 termasuk contoh yang relevan, mengapa H_2O perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pasangan elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan geometri domain dan molekul, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan VSEPR. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pasangan bebas tidak menempati ruang. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan geometri domain dan molekul.

11.14.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks bentuk molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa bentuk molekul adalah susunan inti atom tiga dimensi; pasangan bebas memengaruhi geometri elektron tetapi tidak dihitung sebagai atom dalam nama bentuk molekul. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh H_2O dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan CH_4 . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan polaritas molekul serta VSEPR perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada H_2O . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan

warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan sudut relatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan seri isoelektronik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan rangkap dihitung sebagai dua domain. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan sudut relatif.

11.14.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks bentuk molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa bentuk molekul adalah susunan inti atom tiga dimensi; pasangan bebas memengaruhi geometri elektron tetapi tidak dihitung sebagai atom dalam nama bentuk molekul.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh CH₄ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NH₃. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan VSEPR serta pasangan elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada CH₄. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta model 3D, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model molekul dan proyeksi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti

hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: struktur Lewis datar dianggap bentuk aktual. Bukti dapat diperoleh dengan meminta model 3D.

11.14.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks bentuk molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa bentuk molekul adalah susunan inti atom tiga dimensi; pasangan bebas memengaruhi geometri elektron tetapi tidak dihitung sebagai atom dalam nama bentuk molekul. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh NH_3 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan H_2O . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan pasangan elektron serta polaritas molekul perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NH_3 . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan geometri domain dan molekul, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan VSEPR. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: geometri elektron dan bentuk molekul disamakan. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan geometri domain dan molekul.

11.14.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks

bentuk molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa bentuk molekul adalah susunan inti atom tiga dimensi; pasangan bebas memengaruhi geometri elektron tetapi tidak dihitung sebagai atom dalam nama bentuk molekul.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh H₂O dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan CH₄. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan polaritas molekul serta VSEPR perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada H₂O. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan sudut relatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan seri isoelektronik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pasangan bebas tidak menempati ruang. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan sudut relatif.

11.14.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks bentuk molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa bentuk molekul adalah susunan inti atom tiga dimensi; pasangan bebas memengaruhi geometri elektron tetapi tidak dihitung sebagai atom dalam nama bentuk molekul.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh CH₄ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NH₃. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan VSEPR serta pasangan elektron perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada CH₄. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta model 3D, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model molekul dan proyeksi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan rangkap dihitung sebagai dua domain. Bukti dapat diperoleh dengan meminta model 3D.

11.14.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks bentuk molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa bentuk molekul adalah susunan inti atom tiga dimensi; pasangan bebas memengaruhi geometri elektron tetapi tidak dihitung sebagai atom dalam nama bentuk molekul. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa struktur Lewis datar dianggap bentuk aktual. Variasi lain menyatakan bahwa geometri elektron dan bentuk molekul disamakan. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NH₃ termasuk contoh yang relevan, mengapa H₂O perlu diperlakukan berbeda,

dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pasangan elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan geometri domain dan molekul, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan VSEPR. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: struktur Lewis datar dianggap bentuk aktual. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan geometri domain dan molekul.

11.14.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks bentuk molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa bentuk molekul adalah susunan inti atom tiga dimensi; pasangan bebas memengaruhi geometri elektron tetapi tidak dihitung sebagai atom dalam nama bentuk molekul.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa geometri elektron dan bentuk molekul disamakan. Variasi lain menyatakan bahwa pasangan bebas tidak menempati ruang. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa H₂O termasuk contoh yang relevan, mengapa CH₄ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep polaritas molekul secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan sudut relatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan seri isoelektronik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti

hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: geometri elektron dan bentuk molekul disamakan. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan sudut relatif.

11.14.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks bentuk molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa bentuk molekul adalah susunan inti atom tiga dimensi; pasangan bebas memengaruhi geometri elektron tetapi tidak dihitung sebagai atom dalam nama bentuk molekul.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta model 3D. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa pasangan bebas tidak menempati ruang tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa CH_4 termasuk contoh yang relevan, mengapa NH_3 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep VSEPR secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta model 3D, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model molekul dan proyeksi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pasangan bebas tidak menempati ruang. Bukti dapat diperoleh dengan meminta model 3D.

11.14.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks bentuk molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa bentuk molekul adalah

susunan inti atom tiga dimensi; pasangan bebas memengaruhi geometri elektron tetapi tidak dihitung sebagai atom dalam nama bentuk molekul.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan geometri domain dan molekul. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa ikatan rangkap dihitung sebagai dua domain tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NH_3 termasuk contoh yang relevan, mengapa H_2O perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pasangan elektron secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan geometri domain dan molekul, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan VSEPR. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan rangkap dihitung sebagai dua domain. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan geometri domain dan molekul.

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

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks bentuk molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa bentuk molekul adalah susunan inti atom tiga dimensi; pasangan bebas memengaruhi geometri elektron tetapi tidak dihitung sebagai atom dalam nama bentuk molekul.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menentukan sudut relatif. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa struktur Lewis datar dianggap bentuk aktual tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada H₂O. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan sudut relatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan seri isoelektronik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: struktur Lewis datar dianggap bentuk aktual. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan sudut relatif.

11.14.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks bentuk molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa bentuk molekul adalah susunan inti atom tiga dimensi; pasangan bebas memengaruhi geometri elektron tetapi tidak dihitung sebagai atom dalam nama bentuk molekul.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan model molekul dan proyeksi. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa CH_4 termasuk contoh yang relevan, mengapa NH_3 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep VSEPR secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta model 3D, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model molekul dan proyeksi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: geometri elektron dan bentuk molekul disamakan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta model 3D.

11.14.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks bentuk molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa bentuk molekul adalah susunan inti atom tiga dimensi; pasangan bebas memengaruhi geometri elektron tetapi tidak dihitung sebagai atom dalam nama bentuk molekul.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan dengan VSEPR. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NH_3 . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan geometri domain dan molekul, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan

VSEPR. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pasangan bebas tidak menempati ruang. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan geometri domain dan molekul.

11.14.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks bentuk molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa bentuk molekul adalah susunan inti atom tiga dimensi; pasangan bebas memengaruhi geometri elektron tetapi tidak dihitung sebagai atom dalam nama bentuk molekul. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membandingkan seri isoelektronik. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa H_2O termasuk contoh yang relevan, mengapa CH_4 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep polaritas molekul secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan sudut relatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan seri isoelektronik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan rangkap dihitung sebagai dua domain. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan sudut relatif.

11.15 Teori VSEPR

Subbab ini membahas teori vsepr sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: VSEPR memprediksi geometri berdasarkan penataan domain elektron valensi untuk meminimalkan tolakan; kekuatan tolakan relatif dan keterbatasan model harus dinyatakan.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup bentuk molekul, hibridisasi, polaritas. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa semua sudut persis ideal dan bahwa pasangan bebas hanya menolak pasangan bebas. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks CH₄ 109,5 derajat, NH₃ sekitar 107 derajat, dan H₂O sekitar 104,5 derajat dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan seri CH₄-NH₃-H₂O, membedakan prediksi kualitatif dan data, dan menyatakan keterbatasan. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: VSEPR memprediksi geometri berdasarkan penataan domain elektron valensi untuk meminimalkan tolakan; kekuatan tolakan relatif dan keterbatasan model harus dinyatakan.

Pertanyaan diagnosis utama: memprediksi dan membandingkan sudut.

Remediasi awal: menggunakan seri CH₄-NH₃-H₂O.

11.15.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks teori vsepr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa vsepr memprediksi geometri berdasarkan penataan domain elektron valensi untuk meminimalkan tolakan; kekuatan tolakan relatif dan keterbatasan model harus dinyatakan.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh CH₄ 109,5 derajat dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NH₃ sekitar 107 derajat. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan bentuk molekul serta hibridisasi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa CH₄ 109,5 derajat termasuk contoh yang relevan, mengapa NH₃ sekitar 107 derajat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep bentuk molekul secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memprediksi dan membandingkan sudut, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan seri CH₄-NH₃-H₂O. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua sudut persis ideal. Bukti dapat diperoleh dengan memprediksi dan membandingkan sudut.

11.15.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks teori vsepr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa vSEPR memprediksi geometri berdasarkan penataan domain elektron valensi untuk meminimalkan tolakan; kekuatan tolakan relatif dan keterbatasan model harus dinyatakan.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh NH₃ sekitar 107 derajat dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan H₂O sekitar 104,5 derajat. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan hibridisasi serta polaritas perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NH_3 sekitar 107 derajat termasuk contoh yang relevan, mengapa H_2O sekitar 104,5 derajat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep hibridisasi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengurutkan tolakan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan prediksi kualitatif dan data. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pasangan bebas hanya menolak pasangan bebas. Bukti dapat diperoleh dengan mengurutkan tolakan.

11.15.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks teori vsepr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa vSEPR memprediksi geometri berdasarkan penataan domain elektron valensi untuk meminimalkan tolakan; kekuatan tolakan relatif dan keterbatasan model harus dinyatakan.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh H_2O sekitar 104,5 derajat dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan CH_4 109,5 derajat. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan polaritas serta bentuk molekul perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada H_2O sekitar 104,5 derajat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji molekul yang kurang cocok, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyatakan keterbatasan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan rangkap selalu dihitung dua domain. Bukti dapat diperoleh dengan menguji molekul yang kurang cocok.

11.15.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks teori vsepr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa vSEPR memprediksi geometri berdasarkan penataan domain elektron valensi untuk meminimalkan tolakan; kekuatan tolakan relatif dan keterbatasan model harus dinyatakan.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh CH_4 109,5 derajat dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NH_3 sekitar 107 derajat. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan bentuk molekul serta hibridisasi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada CH_4 109,5 derajat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memprediksi dan membandingkan sudut, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan seri CH_4 - NH_3 - H_2O . Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: VSEPR menjelaskan asal semua ikatan. Bukti dapat diperoleh dengan memprediksi dan membandingkan sudut.

11.15.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks teori vsepr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa vsepr memprediksi geometri berdasarkan penataan domain elektron valensi untuk meminimalkan tolakan; kekuatan tolakan relatif dan keterbatasan model harus dinyatakan.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh NH_3 sekitar 107 derajat dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan H_2O sekitar 104,5 derajat. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan hibridisasi serta polaritas perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NH_3 sekitar 107 derajat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengurutkan tolakan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan prediksi kualitatif dan data. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua sudut persis ideal. Bukti dapat diperoleh dengan mengurutkan tolakan.

11.15.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks teori vsepr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa vsepr memprediksi geometri berdasarkan penataan domain elektron valensi untuk meminimalkan tolakan; kekuatan

tolakan relatif dan keterbatasan model harus dinyatakan.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh H₂O sekitar 104,5 derajat dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan CH₄ 109,5 derajat. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan polaritas serta bentuk molekul perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada H₂O sekitar 104,5 derajat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji molekul yang kurang cocok, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyatakan keterbatasan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pasangan bebas hanya menolak pasangan bebas. Bukti dapat diperoleh dengan menguji molekul yang kurang cocok.

11.15.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks teori vsepr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa vSEPR memprediksi geometri berdasarkan penataan domain elektron valensi untuk meminimalkan tolakan; kekuatan tolakan relatif dan keterbatasan model harus dinyatakan.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh CH₄ 109,5 derajat dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NH₃ sekitar 107 derajat. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan bentuk molekul serta hibridisasi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada CH₄ 109,5 derajat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memprediksi dan membandingkan sudut, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan seri CH₄-NH₃-H₂O. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan rangkap selalu dihitung dua domain. Bukti dapat diperoleh dengan memprediksi dan membandingkan sudut.

11.15.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks teori vsepr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa vSEPR memprediksi geometri berdasarkan penataan domain elektron valensi untuk meminimalkan tolakan; kekuatan tolakan relatif dan keterbatasan model harus dinyatakan.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa VSEPR menjelaskan asal semua ikatan. Variasi lain menyatakan bahwa semua sudut persis ideal. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NH₃ sekitar 107 derajat termasuk contoh yang relevan, mengapa H₂O sekitar 104,5 derajat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep hibridisasi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengurutkan tolakan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan prediksi kualitatif dan data. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: VSEPR menjelaskan asal semua ikatan. Bukti dapat diperoleh dengan mengurutkan tolakan.

11.15.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks teori vsepr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa vsepr memprediksi geometri berdasarkan penataan domain elektron valensi untuk meminimalkan tolakan; kekuatan tolakan relatif dan keterbatasan model harus dinyatakan.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa semua sudut persis ideal. Variasi lain menyatakan bahwa pasangan bebas hanya menolak pasangan bebas. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa H₂O sekitar 104,5 derajat termasuk contoh yang relevan, mengapa CH₄ 109,5 derajat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep polaritas secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji molekul yang kurang cocok, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyatakan keterbatasan.

Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua sudut persis ideal. Bukti dapat diperoleh dengan menguji molekul yang kurang cocok.

11.15.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks teori vsepr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa vsepr memprediksi geometri berdasarkan penataan domain elektron valensi untuk meminimalkan tolakan; kekuatan tolakan relatif dan keterbatasan model harus dinyatakan.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk memprediksi dan membandingkan sudut. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa pasangan bebas hanya menolak pasangan bebas tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa CH_4 109,5 derajat termasuk contoh yang relevan, mengapa NH_3 sekitar 107 derajat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep bentuk molekul secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memprediksi dan membandingkan sudut, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan seri CH_4 - NH_3 - H_2O . Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pasangan bebas hanya menolak pasangan bebas. Bukti dapat diperoleh dengan memprediksi dan membandingkan sudut.

11.15.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks teori vsepr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa vSEPR memprediksi geometri berdasarkan penataan domain elektron valensi untuk meminimalkan tolakan; kekuatan tolakan relatif dan keterbatasan model harus dinyatakan.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengurutkan tolakan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa ikatan rangkap selalu dihitung dua domain tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NH₃ sekitar 107 derajat termasuk contoh yang relevan, mengapa H₂O sekitar 104,5 derajat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep hibridisasi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengurutkan tolakan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan prediksi kualitatif dan data. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan rangkap selalu dihitung dua domain. Bukti dapat diperoleh dengan mengurutkan tolakan.

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

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks teori vsepr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa vSEPR memprediksi geometri berdasarkan penataan domain elektron valensi untuk meminimalkan tolakan; kekuatan tolakan relatif dan keterbatasan model harus dinyatakan.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala

pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menguji molekul yang kurang cocok. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa VSEPR menjelaskan asal semua ikatan tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada H₂O sekitar 104,5 derajat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji molekul yang kurang cocok, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyatakan keterbatasan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: VSEPR menjelaskan asal semua ikatan. Bukti dapat diperoleh dengan menguji molekul yang kurang cocok.

11.15.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks teori vsepr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa vsepr memprediksi geometri berdasarkan penataan domain elektron valensi untuk meminimalkan tolakan; kekuatan tolakan relatif dan keterbatasan model harus dinyatakan.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan seri CH₄-NH₃-H₂O. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada

demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa CH_4 109,5 derajat termasuk contoh yang relevan, mengapa NH_3 sekitar 107 derajat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep bentuk molekul secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memprediksi dan membandingkan sudut, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan seri CH_4 - NH_3 - H_2O . Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua sudut persis ideal. Bukti dapat diperoleh dengan memprediksi dan membandingkan sudut.

11.15.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks teori vsepr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa vSEPR memprediksi geometri berdasarkan penataan domain elektron valensi untuk meminimalkan tolakan; kekuatan tolakan relatif dan keterbatasan model harus dinyatakan.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membedakan prediksi kualitatif dan data. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NH_3 sekitar 107 derajat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengurutkan tolakan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membedakan prediksi kualitatif dan data. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pasangan bebas hanya menolak pasangan bebas. Bukti dapat diperoleh dengan mengurutkan tolakan.

11.15.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks teori vsepr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa vsepr memprediksi geometri berdasarkan penataan domain elektron valensi untuk meminimalkan tolakan; kekuatan tolakan relatif dan keterbatasan model harus dinyatakan.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menyatakan keterbatasan. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa H₂O sekitar 104,5 derajat termasuk contoh yang relevan, mengapa CH₄ 109,5 derajat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep polaritas secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji molekul yang kurang cocok, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menyatakan keterbatasan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan rangkap selalu dihitung dua domain. Bukti dapat diperoleh dengan menguji molekul yang kurang cocok.

11.16 Kepolaran Ikatan

Subbab ini membahas kepolaran ikatan sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Kepolaran ikatan timbul dari distribusi kerapatan elektron tidak merata akibat lingkungan dan perbedaan keelektronegatifan; karakter ionik-kovalen merupakan kontinum, bukan batas mutlak.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup keelektronegatifan, muatan parsial, momen dipol. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa setiap ikatan antar unsur berbeda adalah ionik dan bahwa perbedaan elektronegativitas memiliki ambang universal tajam. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks H-Cl, C-O, dan C-C dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan kontinum polaritas, menghubungkan dengan elektronegativitas, dan menghindari tabel ambang kaku. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Kepolaran ikatan timbul dari distribusi kerapatan elektron tidak merata akibat lingkungan dan perbedaan keelektronegatifan; karakter ionik-kovalen merupakan kontinum, bukan batas mutlak.

Pertanyaan diagnosis utama: menggunakan peta potensial elektrostatik.

Remediasi awal: menggunakan kontinum polaritas.

11.16.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks kepolaran ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran ikatan timbul dari distribusi kerapatan elektron tidak merata akibat lingkungan dan perbedaan keelektronegatifan; karakter ionik-kovalen merupakan kontinum, bukan batas mutlak.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah,

satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh H-Cl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan C-O. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan keelektronegatifan serta muatan parsial perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa H-Cl termasuk contoh yang relevan, mengapa C-O perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep keelektronegatifan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan peta potensial elektrostatik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan kontinuum polaritas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan nonpolar berarti tidak ada elektron. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan peta potensial elektrostatik.

11.16.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks kepolaran ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran ikatan timbul dari distribusi kerapatan elektron tidak merata akibat lingkungan dan perbedaan keelektronegatifan; karakter ionik-kovalen merupakan kontinuum, bukan batas mutlak.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh C-O dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan C-C. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan muatan parsial serta momen dipol perlu dibuat eksplisit. Ketika

peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa C-O termasuk contoh yang relevan, mengapa C-C perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep muatan parsial secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan muatan parsial dan formal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan elektronegativitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap ikatan antar unsur berbeda adalah ionik. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan muatan parsial dan formal.

11.16.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks kepolaran ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran ikatan timbul dari distribusi kerapatan elektron tidak merata akibat lingkungan dan perbedaan keelektronegatifan; karakter ionik-kovalen merupakan kontinum, bukan batas mutlak.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh C-C dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan H-Cl. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan momen dipol serta keelektronegatifan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada C-C. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai kategori sebagai pendekatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari tabel ambang kaku. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perbedaan elektronegativitas memiliki ambang universal tajam. Bukti dapat diperoleh dengan menilai kategori sebagai pendekatan.

11.16.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks kepolaran ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran ikatan timbul dari distribusi kerapatan elektron tidak merata akibat lingkungan dan perbedaan keelektronegatifan; karakter ionik-kovalen merupakan kontinum, bukan batas mutlak. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh H-Cl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan C-O. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan keelektronegatifan serta muatan parsial perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada H-Cl. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan peta potensial elektrostatik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan kontinum polaritas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom lebih elektronegatif memperoleh muatan -1 penuh. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan peta potensial elektrostatik.

11.16.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks kepolaran ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran ikatan timbul dari distribusi kerapatan elektron tidak merata akibat lingkungan dan perbedaan keelektronegatifan; karakter ionik-kovalen merupakan kontinum, bukan batas mutlak. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh C-O dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan C-C. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan muatan parsial serta momen dipol perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada C-O. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan muatan parsial dan formal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan elektronegativitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan nonpolar berarti tidak ada elektron. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan muatan parsial dan formal.

11.16.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks kepolaran ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran ikatan timbul dari distribusi kerapatan elektron tidak merata akibat lingkungan dan perbedaan keelektronegatifan; karakter ionik-kovalen merupakan kontinum, bukan batas mutlak.

Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh C-C dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan H-Cl. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan momen dipol serta keelektronegatifan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada C-C. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai kategori sebagai pendekatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari tabel ambang baku. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap ikatan antar unsur berbeda adalah ionik. Bukti dapat diperoleh dengan menilai kategori sebagai pendekatan.

11.16.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks kepolaran ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran ikatan timbul dari distribusi kerapatan elektron tidak merata akibat lingkungan dan perbedaan keelektronegatifan; karakter ionik-kovalen merupakan kontinum, bukan batas mutlak. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh H-Cl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan C-O. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang

berubah. Hubungan dengan keelektronegatifan serta muatan parsial perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada H-Cl. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan peta potensial elektrostatik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan kontinuum polaritas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perbedaan elektronegativitas memiliki ambang universal tajam. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan peta potensial elektrostatik.

11.16.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks kepolaran ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran ikatan timbul dari distribusi kerapatan elektron tidak merata akibat lingkungan dan perbedaan keelektronegatifan; karakter ionik-kovalen merupakan kontinuum, bukan batas mutlak.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa atom lebih elektronegatif memperoleh muatan -1 penuh. Variasi lain menyatakan bahwa ikatan nonpolar berarti tidak ada elektron. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa C-O termasuk contoh yang relevan, mengapa C-C perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep muatan parsial secara konsisten dan tidak menggantinya dengan

slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan muatan parsial dan formal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan elektronegativitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom lebih elektronegatif memperoleh muatan -1 penuh. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan muatan parsial dan formal.

11.16.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks kepolaran ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran ikatan timbul dari distribusi kerapatan elektron tidak merata akibat lingkungan dan perbedaan keelektronegatifan; karakter ionik-kovalen merupakan kontinum, bukan batas mutlak.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa ikatan nonpolar berarti tidak ada elektron. Variasi lain menyatakan bahwa setiap ikatan antar unsur berbeda adalah ionik. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa C-C termasuk contoh yang relevan, mengapa H-Cl perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep momen dipol secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai kategori sebagai pendekatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari tabel ambang kaku. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan nonpolar berarti tidak ada elektron. Bukti dapat diperoleh dengan menilai kategori sebagai pendekatan.

11.16.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks kepolaran ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran ikatan timbul dari distribusi kerapatan elektron tidak merata akibat lingkungan dan perbedaan keelektronegatifan; karakter ionik-kovalen merupakan kontinum, bukan batas mutlak. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggunakan peta potensial elektrostatik. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa setiap ikatan antar unsur berbeda adalah ionik tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa H-Cl termasuk contoh yang relevan, mengapa C-O perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep keelektronegatifan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan peta potensial elektrostatik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan kontinum polaritas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap ikatan antar unsur berbeda adalah ionik. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan peta potensial elektrostatik.

11.16.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks kepolaran ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran ikatan timbul dari distribusi kerapatan elektron tidak merata akibat lingkungan dan perbedaan keelektronegatifan; karakter ionik-kovalen merupakan kontinum, bukan batas mutlak.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan muatan parsial dan formal. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa perbedaan elektronegativitas memiliki ambang universal tajam tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa C-O termasuk contoh yang relevan, mengapa C-C perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep muatan parsial secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan muatan parsial dan formal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan elektronegativitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perbedaan elektronegativitas memiliki ambang universal tajam. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan muatan parsial dan formal.

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

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks kepolaran ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran ikatan timbul dari distribusi kerapatan elektron tidak merata akibat lingkungan dan perbedaan keelektronegatifan; karakter ionik-kovalen merupakan kontinum, bukan batas mutlak.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk

membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menilai kategori sebagai pendekatan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa atom lebih elektronegatif memperoleh muatan -1 penuh tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada C-C. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai kategori sebagai pendekatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari tabel ambang kaku. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: atom lebih elektronegatif memperoleh muatan -1 penuh. Bukti dapat diperoleh dengan menilai kategori sebagai pendekatan.

11.16.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks kepolaran ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran ikatan timbul dari distribusi kerapatan elektron tidak merata akibat lingkungan dan perbedaan keelektronegatifan; karakter ionik-kovalen merupakan kontinum, bukan batas mutlak. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan kontinum polaritas. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada

demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa H-Cl termasuk contoh yang relevan, mengapa C-O perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep keelektronegatifan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan peta potensial elektrostatik, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan kontinum polaritas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan nonpolar berarti tidak ada elektron. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan peta potensial elektrostatik.

11.16.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks kepolaran ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran ikatan timbul dari distribusi kerapatan elektron tidak merata akibat lingkungan dan perbedaan keelektronegatifan; karakter ionik-kovalen merupakan kontinum, bukan batas mutlak.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan dengan elektronegativitas. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada C-O. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna

literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan muatan parsial dan formal, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan elektronegativitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap ikatan antar unsur berbeda adalah ionik. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan muatan parsial dan formal.

11.16.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks kepolaran ikatan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran ikatan timbul dari distribusi kerapatan elektron tidak merata akibat lingkungan dan perbedaan keelektronegatifan; karakter ionik-kovalen merupakan kontinum, bukan batas mutlak.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghindari tabel ambang kaku. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa C-C termasuk contoh yang relevan, mengapa H-Cl perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep momen dipol secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai kategori sebagai pendekatan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari tabel ambang kaku. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: perbedaan elektronegativitas memiliki ambang universal tajam. Bukti dapat diperoleh dengan menilai kategori sebagai pendekatan.

11.17 Kepolaran Molekul

Subbab ini membahas kepolaran molekul sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Kepolaran molekul adalah resultan vektor momen dipol ikatan dan kontribusi pasangan elektron dalam geometri tiga dimensi; ikatan polar tidak selalu menghasilkan molekul polar.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup bentuk molekul, kepolaran ikatan, gaya antarmolekul. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa molekul dengan ikatan polar pasti polar dan bahwa simetri hanya dinilai dari gambar 2D. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks CO₂, H₂O, dan BF₃ dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggabungkan VSEPR dan vektor, menggunakan model fisik, dan menghubungkan dengan kelarutan. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Kepolaran molekul adalah resultan vektor momen dipol ikatan dan kontribusi pasangan elektron dalam geometri tiga dimensi; ikatan polar tidak selalu menghasilkan molekul polar.

Pertanyaan diagnosis utama: menggambar vektor dipol.

Remediasi awal: menggabungkan VSEPR dan vektor.

11.17.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks kepolaran molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran molekul adalah resultan vektor momen dipol ikatan dan kontribusi pasangan elektron dalam geometri tiga dimensi; ikatan polar tidak selalu menghasilkan molekul polar.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis,

dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh CO₂ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan H₂O. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan bentuk molekul serta kepolaran ikatan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa CO₂ termasuk contoh yang relevan, mengapa H₂O perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep bentuk molekul secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar vektor dipol, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggabungkan VSEPR dan vektor. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: momen dipol dijumlahkan sebagai skalar. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar vektor dipol.

11.17.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks kepolaran molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran molekul adalah resultan vektor momen dipol ikatan dan kontribusi pasangan elektron dalam geometri tiga dimensi; ikatan polar tidak selalu menghasilkan molekul polar.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh H₂O dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan BF₃. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan kepolaran ikatan serta gaya antarmolekul perlu dibuat eksplisit.

Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa H_2O termasuk contoh yang relevan, mengapa BF_3 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kepolaran ikatan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan geometri 3D, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model fisik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: CO_2 dianggap polar karena C-O polar. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan geometri 3D.

11.17.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks kepolaran molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran molekul adalah resultan vektor momen dipol ikatan dan kontribusi pasangan elektron dalam geometri tiga dimensi; ikatan polar tidak selalu menghasilkan molekul polar.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh BF_3 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan CO_2 . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan gaya antarmolekul serta bentuk molekul perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada BF_3 . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan

warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan molekul simetris dan tidak, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan kelarutan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: molekul dengan ikatan polar pasti polar. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan molekul simetris dan tidak.

11.17.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks kepolaran molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran molekul adalah resultan vektor momen dipol ikatan dan kontribusi pasangan elektron dalam geometri tiga dimensi; ikatan polar tidak selalu menghasilkan molekul polar.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh CO₂ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan H₂O. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan bentuk molekul serta kepolaran ikatan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada CO₂. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar vektor dipol, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggabungkan VSEPR dan vektor. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: simetri hanya dinilai dari gambar 2D. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar vektor dipol.

11.17.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks kepolaran molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran molekul adalah resultan vektor momen dipol ikatan dan kontribusi pasangan elektron dalam geometri tiga dimensi; ikatan polar tidak selalu menghasilkan molekul polar.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh H₂O dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan BF₃. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan kepolaran ikatan serta gaya antarmolekul perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada H₂O. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan geometri 3D, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model fisik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: momen dipol dijumlahkan sebagai skalar. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan geometri 3D.

11.17.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks

kepolaran molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran molekul adalah resultan vektor momen dipol ikatan dan kontribusi pasangan elektron dalam geometri tiga dimensi; ikatan polar tidak selalu menghasilkan molekul polar.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh BF₃ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan CO₂. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan gaya antarmolekul serta bentuk molekul perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada BF₃. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan molekul simetris dan tidak, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan kelarutan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: CO₂ dianggap polar karena C-O polar. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan molekul simetris dan tidak.

11.17.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks kepolaran molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran molekul adalah resultan vektor momen dipol ikatan dan kontribusi pasangan elektron dalam geometri tiga dimensi; ikatan polar tidak selalu menghasilkan molekul polar.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh CO₂ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan H₂O. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan bentuk molekul serta kepolaran ikatan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada CO₂. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar vektor dipol, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggabungkan VSEPR dan vektor. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: molekul dengan ikatan polar pasti polar. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar vektor dipol.

11.17.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks kepolaran molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran molekul adalah resultan vektor momen dipol ikatan dan kontribusi pasangan elektron dalam geometri tiga dimensi; ikatan polar tidak selalu menghasilkan molekul polar.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa simetri hanya dinilai dari gambar 2D. Variasi lain menyatakan bahwa momen dipol dijumlahkan sebagai skalar. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa H₂O termasuk contoh yang relevan, mengapa BF₃ perlu diperlakukan berbeda, dan

kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kepolaran ikatan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan geometri 3D, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model fisik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: simetri hanya dinilai dari gambar 2D. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan geometri 3D.

11.17.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks kepolaran molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran molekul adalah resultan vektor momen dipol ikatan dan kontribusi pasangan elektron dalam geometri tiga dimensi; ikatan polar tidak selalu menghasilkan molekul polar.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa momen dipol dijumlahkan sebagai skalar. Variasi lain menyatakan bahwa CO_2 dianggap polar karena C-O polar. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa BF_3 termasuk contoh yang relevan, mengapa CO_2 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep gaya antarmolekul secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan molekul simetris dan tidak, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan kelarutan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan

konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: momen dipol dijumlahkan sebagai skalar. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan molekul simetris dan tidak.

11.17.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks kepolaran molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran molekul adalah resultan vektor momen dipol ikatan dan kontribusi pasangan elektron dalam geometri tiga dimensi; ikatan polar tidak selalu menghasilkan molekul polar.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggambar vektor dipol. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa CO₂ dianggap polar karena C-O polar tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa CO₂ termasuk contoh yang relevan, mengapa H₂O perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep bentuk molekul secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar vektor dipol, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggabungkan VSEPR dan vektor. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: CO₂ dianggap polar karena C-O polar. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar vektor dipol.

11.17.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks

kepolaran molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran molekul adalah resultan vektor momen dipol ikatan dan kontribusi pasangan elektron dalam geometri tiga dimensi; ikatan polar tidak selalu menghasilkan molekul polar.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggunakan geometri 3D. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa molekul dengan ikatan polar pasti polar tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa H₂O termasuk contoh yang relevan, mengapa BF₃ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kepolaran ikatan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan geometri 3D, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model fisik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: molekul dengan ikatan polar pasti polar. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan geometri 3D.

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

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks kepolaran molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran molekul adalah resultan vektor momen dipol ikatan dan kontribusi pasangan elektron dalam geometri tiga dimensi; ikatan polar tidak selalu menghasilkan molekul polar.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan molekul simetris dan tidak. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa simetri hanya dinilai dari gambar 2D tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada BF3. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan molekul simetris dan tidak, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan kelarutan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: simetri hanya dinilai dari gambar 2D. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan molekul simetris dan tidak.

11.17.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks kepolaran molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran molekul adalah resultan vektor momen dipol ikatan dan kontribusi pasangan elektron dalam geometri tiga dimensi; ikatan polar tidak selalu menghasilkan molekul polar.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggabungkan VSEPR dan vektor. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa CO₂ termasuk contoh yang relevan, mengapa H₂O perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep bentuk molekul secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar vektor dipol, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggabungkan VSEPR dan vektor. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: momen dipol dijumlahkan sebagai skalar. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar vektor dipol.

11.17.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks kepolaran molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran molekul adalah resultan vektor momen dipol ikatan dan kontribusi pasangan elektron dalam geometri tiga dimensi; ikatan polar tidak selalu menghasilkan molekul polar.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan model fisik. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada H₂O. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan geometri 3D, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan model fisik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: CO₂ dianggap polar karena C-O polar. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan geometri 3D.

11.17.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks kepolaran molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa kepolaran molekul adalah resultan vektor momen dipol ikatan dan kontribusi pasangan elektron dalam geometri tiga dimensi; ikatan polar tidak selalu menghasilkan molekul polar.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan dengan kelarutan. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa BF₃ termasuk contoh yang relevan, mengapa CO₂ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep gaya antarmolekul secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan molekul simetris dan tidak, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan kelarutan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: molekul dengan ikatan polar pasti polar. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan molekul simetris dan tidak.

11.18 Gaya Antarmolekul

Subbab ini membahas gaya antarmolekul sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Gaya antarmolekul mencakup dispersi, dipol-dipol, dan interaksi spesifik lain; semua partikel mengalami dispersi dan kekuatan total bergantung polarizabilitas, geometri, serta keadaan.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup ikatan kimia, titik didih, polaritas. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa zat nonpolar tidak memiliki gaya antarmolekul dan bahwa gaya antarmolekul adalah ikatan di dalam molekul. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks alkana berantai, HCl, dan I₂ dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan data homolog dan isomer, mengaitkan polarizabilitas, dan menghindari satu faktor tunggal. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Gaya antarmolekul mencakup dispersi, dipol-dipol, dan interaksi spesifik lain; semua partikel mengalami dispersi dan kekuatan total bergantung polarizabilitas, geometri, serta keadaan.

Pertanyaan diagnosis utama: membedakan intra dan antar.

Remediasi awal: menggunakan data homolog dan isomer.

11.18.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks gaya antarmolekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa gaya antarmolekul mencakup dispersi, dipol-dipol, dan interaksi spesifik lain; semua partikel mengalami dispersi dan kekuatan total bergantung polarizabilitas, geometri, serta keadaan.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan

batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh alkana berantai dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan HCl. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ikatan kimia serta titik didih perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa alkana berantai termasuk contoh yang relevan, mengapa HCl perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan intra dan antar, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data homolog dan isomer. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gaya antarmolekul adalah ikatan di dalam molekul. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan intra dan antar.

11.18.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks gaya antarmolekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa gaya antarmolekul mencakup dispersi, dipol-dipol, dan interaksi spesifik lain; semua partikel mengalami dispersi dan kekuatan total bergantung polarizabilitas, geometri, serta keadaan.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh HCl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan I₂. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan titik didih serta polaritas perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa HCl termasuk contoh yang relevan, mengapa I2 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep titik didih secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengurutkan titik didih dengan beberapa faktor, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan polarizabilitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: molekul lebih berat selalu memiliki titik didih lebih tinggi tanpa mempertimbangkan bentuk. Bukti dapat diperoleh dengan mengurutkan titik didih dengan beberapa faktor.

11.18.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks gaya antarmolekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa gaya antarmolekul mencakup dispersi, dipol-dipol, dan interaksi spesifik lain; semua partikel mengalami dispersi dan kekuatan total bergantung polarizabilitas, geometri, serta keadaan.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh I2 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan alkana berantai. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan polaritas serta ikatan kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada I2. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar interaksi antarpartikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari satu faktor tunggal. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gaya hilang pada gas. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar interaksi antarpartikel.

11.18.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks gaya antarmolekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa gaya antarmolekul mencakup dispersi, dipol-dipol, dan interaksi spesifik lain; semua partikel mengalami dispersi dan kekuatan total bergantung polarizabilitas, geometri, serta keadaan.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh alkana berantai dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan HCl. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ikatan kimia serta titik didih perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada alkana berantai. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan intra dan antar, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data homolog dan isomer. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: zat nonpolar tidak memiliki gaya antarmolekul. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan intra dan antar.

11.18.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks gaya antarmolekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa gaya antarmolekul mencakup dispersi, dipol-dipol, dan interaksi spesifik lain; semua partikel mengalami dispersi dan kekuatan total bergantung polarizabilitas, geometri, serta keadaan.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh HCl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan I₂. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan titik didih serta polaritas perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada HCl. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengurutkan titik didih dengan beberapa faktor, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan polarizabilitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gaya antarmolekul adalah ikatan di dalam molekul. Bukti dapat diperoleh dengan mengurutkan titik didih dengan beberapa faktor.

11.18.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks gaya antarmolekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa gaya antarmolekul mencakup dispersi, dipol-dipol, dan interaksi spesifik lain; semua partikel mengalami dispersi dan kekuatan total bergantung polarizabilitas, geometri, serta keadaan.. Fokus koordinasi

antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh I2 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan alkana berantai. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan polaritas serta ikatan kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada I2. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar interaksi antarpartikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari satu faktor tunggal. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: molekul lebih berat selalu memiliki titik didih lebih tinggi tanpa mempertimbangkan bentuk. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar interaksi antarpartikel.

11.18.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks gaya antarmolekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa gaya antarmolekul mencakup dispersi, dipol-dipol, dan interaksi spesifik lain; semua partikel mengalami dispersi dan kekuatan total bergantung polarizabilitas, geometri, serta keadaan.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh alkana berantai dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan HCl. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan

mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan ikatan kimia serta titik didih perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada alkana berantai. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan intra dan antar, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data homolog dan isomer. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gaya hilang pada gas. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan intra dan antar.

11.18.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks gaya antarmolekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa gaya antarmolekul mencakup dispersi, dipol-dipol, dan interaksi spesifik lain; semua partikel mengalami dispersi dan kekuatan total bergantung polarizabilitas, geometri, serta keadaan.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa zat nonpolar tidak memiliki gaya antarmolekul. Variasi lain menyatakan bahwa gaya antarmolekul adalah ikatan di dalam molekul. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa HCl termasuk contoh yang relevan, mengapa I₂ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya

menggunakan konsep titik didih secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengurutkan titik didih dengan beberapa faktor, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan polarizabilitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: zat nonpolar tidak memiliki gaya antarmolekul. Bukti dapat diperoleh dengan mengurutkan titik didih dengan beberapa faktor.

11.18.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks gaya antarmolekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa gaya antarmolekul mencakup dispersi, dipol-dipol, dan interaksi spesifik lain; semua partikel mengalami dispersi dan kekuatan total bergantung polarizabilitas, geometri, serta keadaan.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa gaya antarmolekul adalah ikatan di dalam molekul. Variasi lain menyatakan bahwa molekul lebih berat selalu memiliki titik didih lebih tinggi tanpa mempertimbangkan bentuk. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa I2 termasuk contoh yang relevan, mengapa alkana berantai perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep polaritas secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar interaksi antarpartikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari satu faktor tunggal. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual

apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gaya antarmolekul adalah ikatan di dalam molekul. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar interaksi antarpartikel.

11.18.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks gaya antarmolekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa gaya antarmolekul mencakup dispersi, dipol-dipol, dan interaksi spesifik lain; semua partikel mengalami dispersi dan kekuatan total bergantung polarizabilitas, geometri, serta keadaan.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan intra dan antar. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa molekul lebih berat selalu memiliki titik didih lebih tinggi tanpa mempertimbangkan bentuk tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa alkana berantai termasuk contoh yang relevan, mengapa HCl perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan intra dan antar, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data homolog dan isomer. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: molekul lebih berat selalu memiliki titik didih lebih tinggi tanpa mempertimbangkan bentuk. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan intra dan antar.

11.18.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks gaya antarmolekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa gaya antarmolekul mencakup dispersi, dipol-dipol, dan interaksi spesifik lain; semua partikel mengalami dispersi dan kekuatan total bergantung polarizabilitas, geometri, serta keadaan.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengurutkan titik didih dengan beberapa faktor. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa gaya hilang pada gas tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa HCl termasuk contoh yang relevan, mengapa I₂ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep titik didih secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengurutkan titik didih dengan beberapa faktor, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan polarizabilitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gaya hilang pada gas. Bukti dapat diperoleh dengan mengurutkan titik didih dengan beberapa faktor.

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

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks gaya antarmolekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa gaya antarmolekul mencakup dispersi, dipol-dipol, dan interaksi spesifik lain; semua partikel mengalami dispersi dan kekuatan total bergantung polarizabilitas, geometri, serta keadaan.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model

mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggambar interaksi antarpartikel. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa zat nonpolar tidak memiliki gaya antarmolekul tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada I2. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar interaksi antarpartikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari satu faktor tunggal. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: zat nonpolar tidak memiliki gaya antarmolekul. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar interaksi antarpartikel.

11.18.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks gaya antarmolekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa gaya antarmolekul mencakup dispersi, dipol-dipol, dan interaksi spesifik lain; semua partikel mengalami dispersi dan kekuatan total bergantung polarizabilitas, geometri, serta keadaan.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan data homolog dan isomer. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada

demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa alkana berantai termasuk contoh yang relevan, mengapa HCl perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep ikatan kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan intra dan antar, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan data homolog dan isomer. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gaya antarmolekul adalah ikatan di dalam molekul. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan intra dan antar.

11.18.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks gaya antarmolekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa gaya antarmolekul mencakup dispersi, dipol-dipol, dan interaksi spesifik lain; semua partikel mengalami dispersi dan kekuatan total bergantung polarizabilitas, geometri, serta keadaan.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara mengaitkan polarizabilitas. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada HCl. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna

literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengurutkan titik didih dengan beberapa faktor, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengaitkan polarizabilitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: molekul lebih berat selalu memiliki titik didih lebih tinggi tanpa mempertimbangkan bentuk. Bukti dapat diperoleh dengan mengurutkan titik didih dengan beberapa faktor.

11.18.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks gaya antarmolekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa gaya antarmolekul mencakup dispersi, dipol-dipol, dan interaksi spesifik lain; semua partikel mengalami dispersi dan kekuatan total bergantung polarizabilitas, geometri, serta keadaan.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghindari satu faktor tunggal. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa I2 termasuk contoh yang relevan, mengapa alkana berantai perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep polaritas secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar interaksi antarpartikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari satu faktor tunggal. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gaya hilang pada gas. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar interaksi antarpartikel.

11.19 Ikatan Hidrogen

Subbab ini membahas ikatan hidrogen sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Ikatan hidrogen adalah interaksi terarah yang melibatkan H terikat pada atom elektronegatif dan akseptor pasangan elektron; kekuatannya berada di antara interaksi lemah biasa dan ikatan kovalen serta konteksnya penting.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup gaya antarmolekul, kelarutan, struktur biomolekul. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa setiap molekul yang mengandung H membentuk ikatan hidrogen dan bahwa ikatan O-H di dalam air disebut ikatan hidrogen. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks air, etanol, dan HF dan NH₃ dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggambar garis putus dengan legenda, menghubungkan struktur dan sifat, dan membahas kompetisi interaksi. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Ikatan hidrogen adalah interaksi terarah yang melibatkan H terikat pada atom elektronegatif dan akseptor pasangan elektron; kekuatannya berada di antara interaksi lemah biasa dan ikatan kovalen serta konteksnya penting.

Pertanyaan diagnosis utama: menandai donor dan akseptor.

Remediasi awal: menggambar garis putus dengan legenda.

11.19.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks ikatan hidrogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan hidrogen adalah

interaksi terarah yang melibatkan H terikat pada atom elektronegatif dan akseptor pasangan elektron; kekuatannya berada di antara interaksi lemah biasa dan ikatan kovalen serta konteksnya penting.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh air dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan etanol. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan gaya antarmolekul serta kelarutan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa air termasuk contoh yang relevan, mengapa etanol perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep gaya antarmolekul secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menandai donor dan akseptor, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggambar garis putus dengan legenda. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap molekul yang mengandung H membentuk ikatan hidrogen. Bukti dapat diperoleh dengan menandai donor dan akseptor.

11.19.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks ikatan hidrogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan hidrogen adalah interaksi terarah yang melibatkan H terikat pada atom elektronegatif dan akseptor pasangan elektron; kekuatannya berada di antara interaksi lemah biasa dan ikatan kovalen serta konteksnya penting.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh etanol dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan HF dan NH₃. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan

mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan kelarutan serta struktur biomolekul perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa etanol termasuk contoh yang relevan, mengapa HF dan NH₃ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kelarutan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan intra dan antarmolekul, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan struktur dan sifat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan O-H di dalam air disebut ikatan hidrogen. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan intra dan antarmolekul.

11.19.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks ikatan hidrogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan hidrogen adalah interaksi terarah yang melibatkan H terikat pada atom elektronegatif dan akseptor pasangan elektron; kekuatannya berada di antara interaksi lemah biasa dan ikatan kovalen serta konteksnya penting.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh HF dan NH₃ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan air. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur biomolekul serta gaya antarmolekul perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada HF dan NH₃. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus,

diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menganalisis titik didih, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas kompetisi interaksi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan hidrogen sama kuat dengan kovalen. Bukti dapat diperoleh dengan menganalisis titik didih.

11.19.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks ikatan hidrogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan hidrogen adalah interaksi terarah yang melibatkan H terikat pada atom elektronegatif dan akseptor pasangan elektron; kekuatannya berada di antara interaksi lemah biasa dan ikatan kovalen serta konteksnya penting. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh air dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan etanol. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan gaya antarmolekul serta kelarutan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada air. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menandai donor dan akseptor, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggambar garis putus dengan legenda. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik

dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan hanya terjadi antar molekul berbeda. Bukti dapat diperoleh dengan menandai donor dan akseptor.

11.19.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks ikatan hidrogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan hidrogen adalah interaksi terarah yang melibatkan H terikat pada atom elektronegatif dan akseptor pasangan elektron; kekuatannya berada di antara interaksi lemah biasa dan ikatan kovalen serta konteksnya penting.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh etanol dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan HF dan NH₃. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan kelarutan serta struktur biomolekul perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada etanol. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan intra dan antarmolekul, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan struktur dan sifat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap molekul yang mengandung H membentuk ikatan hidrogen. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan intra dan antarmolekul.

11.19.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks ikatan hidrogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan hidrogen adalah interaksi terarah yang melibatkan H terikat pada atom elektronegatif dan akseptor pasangan elektron; kekuatannya berada di antara interaksi lemah biasa dan ikatan kovalen serta konteksnya penting.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh HF dan NH₃ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan air. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan struktur biomolekul serta gaya antarmolekul perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada HF dan NH₃. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menganalisis titik didih, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas kompetisi interaksi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan O-H di dalam air disebut ikatan hidrogen. Bukti dapat diperoleh dengan menganalisis titik didih.

11.19.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks ikatan hidrogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan hidrogen adalah interaksi terarah yang melibatkan H terikat pada atom elektronegatif dan akseptor pasangan elektron; kekuatannya berada di antara interaksi lemah biasa dan ikatan kovalen serta

konteksnya penting.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh air dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan etanol. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan gaya antarmolekul serta kelarutan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada air. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menandai donor dan akseptor, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggambar garis putus dengan legenda. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan hidrogen sama kuat dengan kovalen. Bukti dapat diperoleh dengan menandai donor dan akseptor.

11.19.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks ikatan hidrogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan hidrogen adalah interaksi terarah yang melibatkan H terikat pada atom elektronegatif dan akseptor pasangan elektron; kekuatannya berada di antara interaksi lemah biasa dan ikatan kovalen serta konteksnya penting.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa ikatan hanya terjadi antar molekul berbeda. Variasi lain menyatakan bahwa setiap molekul yang mengandung H membentuk ikatan hidrogen. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi

biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa etanol termasuk contoh yang relevan, mengapa HF dan NH₃ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kelarutan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan intra dan antarmolekul, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan struktur dan sifat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan hanya terjadi antar molekul berbeda. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan intra dan antarmolekul.

11.19.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks ikatan hidrogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan hidrogen adalah interaksi terarah yang melibatkan H terikat pada atom elektronegatif dan akseptor pasangan elektron; kekuatannya berada di antara interaksi lemah biasa dan ikatan kovalen serta konteksnya penting.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa setiap molekul yang mengandung H membentuk ikatan hidrogen. Variasi lain menyatakan bahwa ikatan O-H di dalam air disebut ikatan hidrogen. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa HF dan NH₃ termasuk contoh yang relevan, mengapa air perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur biomolekul secara konsisten dan tidak

menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menganalisis titik didih, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas kompetisi interaksi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap molekul yang mengandung H membentuk ikatan hidrogen. Bukti dapat diperoleh dengan menganalisis titik didih.

11.19.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks ikatan hidrogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan hidrogen adalah interaksi terarah yang melibatkan H terikat pada atom elektronegatif dan akseptor pasangan elektron; kekuatannya berada di antara interaksi lemah biasa dan ikatan kovalen serta konteksnya penting.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menandai donor dan akseptor. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa ikatan O-H di dalam air disebut ikatan hidrogen tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa air termasuk contoh yang relevan, mengapa etanol perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep gaya antarmolekul secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menandai donor dan akseptor, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggambar garis putus dengan legenda. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan O-H di dalam air disebut ikatan hidrogen. Bukti dapat diperoleh dengan menandai donor dan akseptor.

11.19.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks ikatan hidrogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan hidrogen adalah interaksi terarah yang melibatkan H terikat pada atom elektronegatif dan akseptor pasangan elektron; kekuatannya berada di antara interaksi lemah biasa dan ikatan kovalen serta konteksnya penting.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan intra dan antarmolekul. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa ikatan hidrogen sama kuat dengan kovalen tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa etanol termasuk contoh yang relevan, mengapa HF dan NH₃ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kelarutan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan intra dan antarmolekul, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan struktur dan sifat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan hidrogen sama kuat dengan kovalen. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan intra dan antarmolekul.

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

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks ikatan hidrogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan hidrogen adalah interaksi terarah yang melibatkan H terikat pada atom elektronegatif dan akseptor pasangan elektron; kekuatannya berada di antara interaksi lemah biasa dan ikatan kovalen serta konteksnya penting.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menganalisis titik didih. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa ikatan hanya terjadi antar molekul berbeda tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada HF dan NH₃. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menganalisis titik didih, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas kompetisi interaksi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan hanya terjadi antar molekul berbeda. Bukti dapat diperoleh dengan menganalisis titik didih.

11.19.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks ikatan hidrogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan hidrogen adalah interaksi terarah yang melibatkan H terikat pada atom elektronegatif dan akseptor pasangan elektron; kekuatannya berada di antara interaksi lemah biasa dan ikatan kovalen serta konteksnya penting.. Fokus remediasi melalui

konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggambar garis putus dengan legenda. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa air termasuk contoh yang relevan, mengapa etanol perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep gaya antarmolekul secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menandai donor dan akseptor, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggambar garis putus dengan legenda. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap molekul yang mengandung H membentuk ikatan hidrogen. Bukti dapat diperoleh dengan menandai donor dan akseptor.

11.19.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks ikatan hidrogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan hidrogen adalah interaksi terarah yang melibatkan H terikat pada atom elektronegatif dan akseptor pasangan elektron; kekuatannya berada di antara interaksi lemah biasa dan ikatan kovalen serta konteksnya penting.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan struktur dan sifat. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada

demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada etanol. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan intra dan antarmolekul, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan struktur dan sifat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan O-H di dalam air disebut ikatan hidrogen. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan intra dan antarmolekul.

11.19.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks ikatan hidrogen, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ikatan hidrogen adalah interaksi terarah yang melibatkan H terikat pada atom elektronegatif dan akseptor pasangan elektron; kekuatannya berada di antara interaksi lemah biasa dan ikatan kovalen serta konteksnya penting.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membahas kompetisi interaksi. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa HF dan NH₃ termasuk contoh yang relevan, mengapa air perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep struktur biomolekul secara konsisten dan tidak

menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menganalisis titik didih, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas kompetisi interaksi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: ikatan hidrogen sama kuat dengan kovalen. Bukti dapat diperoleh dengan menganalisis titik didih.

11.20 Hubungan Struktur dan Sifat Zat

Subbab ini membahas hubungan struktur dan sifat zat sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Sifat makroskopik muncul dari jenis partikel, ikatan internal, gaya antarpeserta, geometri, massa, dan struktur kolektif; hubungan struktur-sifat harus dibangun sebagai rantai kausal, bukan daftar hafalan.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup gaya antarmolekul, kisi, sifat fisika. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa satu jenis ikatan menentukan semua sifat dan bahwa molekul polar selalu larut dalam air tanpa batas. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks NaCl, gula, grafit, berlian, isomer hidrokarbon, dan air dan etanol dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan matriks bukti, menggabungkan model tingkat partikel, dan mendorong argumentasi klaim-bukti. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Sifat makroskopik muncul dari jenis partikel, ikatan internal, gaya antarpeserta, geometri, massa, dan struktur kolektif; hubungan struktur-sifat harus dibangun sebagai rantai kausal, bukan daftar hafalan.

Pertanyaan diagnosis utama: membandingkan beberapa zat dengan variabel terkontrol.
Remediasi awal: menggunakan matriks bukti.

11.20.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks hubungan struktur dan sifat zat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sifat makroskopik muncul dari jenis partikel, ikatan internal, gaya antarpeserta, geometri, massa, dan struktur kolektif; hubungan struktur-sifat harus dibangun sebagai rantai kausal, bukan daftar hafalan.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh NaCl, gula, grafit, berlian dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan isomer hidrokarbon. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan gaya antarmolekul serta kisi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NaCl, gula, grafit, berlian termasuk contoh yang relevan, mengapa isomer hidrokarbon perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep gaya antarmolekul secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan beberapa zat dengan variabel terkontrol, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan matriks bukti. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: struktur Lewis cukup memprediksi semua sifat. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan beberapa zat dengan variabel terkontrol.

11.20.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks hubungan

struktur dan sifat zat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sifat makroskopik muncul dari jenis partikel, ikatan internal, gaya antarpeserta, geometri, massa, dan struktur kolektif; hubungan struktur-sifat harus dibangun sebagai rantai kausal, bukan daftar hafalan.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh isomer hidrokarbon dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan air dan etanol. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan kisi serta sifat fisika perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa isomer hidrokarbon termasuk contoh yang relevan, mengapa air dan etanol perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kisi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membuat peta struktur-interaksi-sifat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggabungkan model tingkat partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu jenis ikatan menentukan semua sifat. Bukti dapat diperoleh dengan membuat peta struktur-interaksi-sifat.

11.20.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks hubungan struktur dan sifat zat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sifat makroskopik muncul dari jenis partikel, ikatan internal, gaya antarpeserta, geometri, massa, dan struktur kolektif; hubungan struktur-sifat harus dibangun sebagai rantai kausal, bukan daftar hafalan.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh air dan etanol dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NaCl, gula, grafit, berlian. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan sifat fisika serta gaya antarmolekul perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada air dan etanol. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai kontra-contoh, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mendorong argumentasi klaim-bukti. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: molekul polar selalu larut dalam air tanpa batas. Bukti dapat diperoleh dengan menilai kontra-contoh.

11.20.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks hubungan struktur dan sifat zat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sifat makroskopik muncul dari jenis partikel, ikatan internal, gaya antarpeserta, geometri, massa, dan struktur kolektif; hubungan struktur-sifat harus dibangun sebagai rantai kausal, bukan daftar hafalan.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh NaCl, gula, grafit, berlian dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan isomer hidrokarbon. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan gaya antarmolekul serta kisi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NaCl, gula, grafit, berlian. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan beberapa zat dengan variabel terkontrol, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan matriks bukti. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: titik leleh langsung menunjukkan kekuatan ikatan kovalen molekul. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan beberapa zat dengan variabel terkontrol.

11.20.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks hubungan struktur dan sifat zat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sifat makroskopik muncul dari jenis partikel, ikatan internal, gaya antarpeserta, geometri, massa, dan struktur kolektif; hubungan struktur-sifat harus dibangun sebagai rantai kausal, bukan daftar hafalan.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh isomer hidrokarbon dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan air dan etanol. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan kisi serta sifat fisika perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada isomer hidrokarbon. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membuat peta struktur-interaksi-sifat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggabungkan model tingkat partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: struktur Lewis cukup memprediksi semua sifat. Bukti dapat diperoleh dengan membuat peta struktur-interaksi-sifat.

11.20.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks hubungan struktur dan sifat zat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sifat makroskopik muncul dari jenis partikel, ikatan internal, gaya antarpeserta, geometri, massa, dan struktur kolektif; hubungan struktur-sifat harus dibangun sebagai rantai kausal, bukan daftar hafalan.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh air dan etanol dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan NaCl, gula, grafit, berlian. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan sifat fisika serta gaya antarmolekul perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada air dan etanol. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai kontra-contoh, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mendorong argumentasi klaim-bukti. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu jenis ikatan menentukan semua sifat. Bukti dapat diperoleh dengan menilai kontra-contoh.

11.20.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks hubungan struktur dan sifat zat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sifat makroskopik muncul dari jenis partikel, ikatan internal, gaya antarpeserta, geometri, massa, dan struktur kolektif; hubungan struktur-sifat harus dibangun sebagai rantai kausal, bukan daftar hafalan.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh NaCl, gula, grafit, berlian dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan isomer hidrokarbon. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan gaya antarmolekul serta kisi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada NaCl, gula, grafit, berlian. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan beberapa zat dengan variabel terkontrol, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan matriks bukti. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: molekul polar selalu larut dalam air tanpa batas. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan beberapa zat dengan variabel terkontrol.

11.20.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks hubungan struktur dan sifat zat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sifat makroskopik muncul dari jenis partikel,

ikatan internal, gaya antarpeserta, geometri, massa, dan struktur kolektif; hubungan struktur-sifat harus dibangun sebagai rantai kausal, bukan daftar hafalan.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa titik leleh langsung menunjukkan kekuatan ikatan kovalen molekul. Variasi lain menyatakan bahwa struktur Lewis cukup memprediksi semua sifat. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa isomer hidrokarbon termasuk contoh yang relevan, mengapa air dan etanol perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kisi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membuat peta struktur-interaksi-sifat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggabungkan model tingkat partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: titik leleh langsung menunjukkan kekuatan ikatan kovalen molekul. Bukti dapat diperoleh dengan membuat peta struktur-interaksi-sifat.

11.20.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks hubungan struktur dan sifat zat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sifat makroskopik muncul dari jenis partikel, ikatan internal, gaya antarpeserta, geometri, massa, dan struktur kolektif; hubungan struktur-sifat harus dibangun sebagai rantai kausal, bukan daftar hafalan.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa struktur Lewis cukup memprediksi semua sifat. Variasi lain menyatakan bahwa satu jenis ikatan

menentukan semua sifat. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa air dan etanol termasuk contoh yang relevan, mengapa NaCl, gula, grafit, berlian perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sifat fisika secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai kontra-contoh, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mendorong argumentasi klaim-bukti. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: struktur Lewis cukup memprediksi semua sifat. Bukti dapat diperoleh dengan menilai kontra-contoh.

11.20.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks hubungan struktur dan sifat zat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sifat makroskopik muncul dari jenis partikel, ikatan internal, gaya antarpeserta, geometri, massa, dan struktur kolektif; hubungan struktur-sifat harus dibangun sebagai rantai kausal, bukan daftar hafalan.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan beberapa zat dengan variabel terkontrol. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa satu jenis ikatan menentukan semua sifat tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NaCl, gula, grafit, berlian termasuk contoh yang relevan, mengapa isomer hidrokarbon perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi

atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep gaya antarmolekul secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan beberapa zat dengan variabel terkontrol, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan matriks bukti. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu jenis ikatan menentukan semua sifat. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan beberapa zat dengan variabel terkontrol.

11.20.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks hubungan struktur dan sifat zat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sifat makroskopik muncul dari jenis partikel, ikatan internal, gaya antarpeserta, geometri, massa, dan struktur kolektif; hubungan struktur-sifat harus dibangun sebagai rantai kausal, bukan daftar hafalan.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membuat peta struktur-interaksi-sifat. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa molekul polar selalu larut dalam air tanpa batas tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa isomer hidrokarbon termasuk contoh yang relevan, mengapa air dan etanol perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kisi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membuat peta struktur-interaksi-sifat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggabungkan model tingkat partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan

konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: molekul polar selalu larut dalam air tanpa batas. Bukti dapat diperoleh dengan membuat peta struktur-interaksi-sifat.

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

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks hubungan struktur dan sifat zat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sifat makroskopik muncul dari jenis partikel, ikatan internal, gaya antarpeserta, geometri, massa, dan struktur kolektif; hubungan struktur-sifat harus dibangun sebagai rantai kausal, bukan daftar hafalan.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menilai kontra-contoh. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa titik leleh langsung menunjukkan kekuatan ikatan kovalen molekul tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada air dan etanol. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai kontra-contoh, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mendorong argumentasi klaim-bukti. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: titik leleh langsung menunjukkan kekuatan ikatan kovalen molekul. Bukti dapat diperoleh dengan menilai kontra-contoh.

11.20.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks hubungan struktur dan sifat zat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sifat makroskopik muncul dari jenis partikel, ikatan internal, gaya antarpeserta, geometri, massa, dan struktur kolektif; hubungan struktur-sifat harus dibangun sebagai rantai kausal, bukan daftar hafalan.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan matriks bukti. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa NaCl, gula, grafit, berlian termasuk contoh yang relevan, mengapa isomer hidrokarbon perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep gaya antarmolekul secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan beberapa zat dengan variabel terkontrol, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan matriks bukti. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: struktur Lewis cukup memprediksi semua sifat. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan beberapa zat dengan variabel terkontrol.

11.20.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks hubungan struktur dan sifat zat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sifat makroskopik muncul dari jenis partikel, ikatan internal, gaya antarpeserta, geometri, massa, dan struktur kolektif; hubungan struktur-sifat harus dibangun sebagai rantai kausal, bukan daftar hafalan.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala

pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggabungkan model tingkat partikel. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada isomer hidrokarbon. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membuat peta struktur-interaksi-sifat, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggabungkan model tingkat partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu jenis ikatan menentukan semua sifat. Bukti dapat diperoleh dengan membuat peta struktur-interaksi-sifat.

11.20.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks hubungan struktur dan sifat zat, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa sifat makroskopik muncul dari jenis partikel, ikatan internal, gaya antarpeserta, geometri, massa, dan struktur kolektif; hubungan struktur-sifat harus dibangun sebagai rantai kausal, bukan daftar hafalan.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Remediasi dapat dirancang dengan cara mendorong argumentasi klaim-bukti. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada

demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa air dan etanol termasuk contoh yang relevan, mengapa NaCl, gula, grafit, berlian perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sifat fisika secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menilai kontra-contoh, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mendorong argumentasi klaim-bukti. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: molekul polar selalu larut dalam air tanpa batas. Bukti dapat diperoleh dengan menilai kontra-contoh.

11.21 Strategi Diagnosis dan Remediasi

Subbab ini membahas strategi diagnosis dan remediasi sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Diagnosis ikatan harus memeriksa bahasa energi, elektrostatika, representasi Lewis, geometri 3D, dan sifat; remediasi mengintegrasikan model secara hierarkis serta menegaskan batas setiap model.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup asesmen diagnostik, model mental, perubahan konseptual. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa jawaban oktet benar dianggap pemahaman ikatan dan bahwa jenis ikatan dipilih hanya dari pasangan unsur. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks tes alasan pembentukan ikatan, tugas struktur-geometri-polaritas, dan wawancara model kisi dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi mengajarkan energi dan elektrostatika sebagai benang merah, menggunakan visualisasi 3D, dan rediagnosis terstruktur. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda,

dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Diagnosis ikatan harus memeriksa bahasa energi, elektrostatika, representasi Lewis, geometri 3D, dan sifat; remediasi mengintegrasikan model secara hierarkis serta menegaskan batas setiap model.

Pertanyaan diagnosis utama: menggunakan rangkaian representasi.

Remediasi awal: mengajarkan energi dan elektrostatika sebagai benang merah.

11.21.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis ikatan harus memeriksa bahasa energi, elektrostatika, representasi Lewis, geometri 3D, dan sifat; remediasi mengintegrasikan model secara hierarkis serta menegaskan batas setiap model.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh tes alasan pembentukan ikatan dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan tugas struktur-geometri-polaritas. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan asesmen diagnostik serta model mental perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa tes alasan pembentukan ikatan termasuk contoh yang relevan, mengapa tugas struktur-geometri-polaritas perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep asesmen diagnostik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan rangkaian representasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengajarkan energi dan elektrostatika sebagai benang merah. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: struktur Lewis benar dianggap bukti geometri benar. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan rangkaian representasi.

11.21.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis ikatan harus memeriksa bahasa energi, elektrostatika, representasi Lewis, geometri 3D, dan sifat; remediasi mengintegrasikan model secara hierarkis serta menegaskan batas setiap model.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh tugas struktur-geometri-polaritas dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan wawancara model kisi. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan model mental serta perubahan konseptual perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa tugas struktur-geometri-polaritas termasuk contoh yang relevan, mengapa wawancara model kisi perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model mental secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan model dan bukti, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan visualisasi 3D. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: miskonsepsi diremediasi dengan aturan lebih banyak. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan model dan bukti.

11.21.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis ikatan harus memeriksa bahasa energi, elektrostatika, representasi Lewis, geometri 3D, dan sifat; remediasi mengintegrasikan

model secara hierarkis serta menegaskan batas setiap model.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh wawancara model kisi dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan tes alasan pembentukan ikatan. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan perubahan konseptual serta asesmen diagnostik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada wawancara model kisi. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji transfer ke spesies baru, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi rediagnosis terstruktur. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jawaban oktet benar dianggap pemahaman ikatan. Bukti dapat diperoleh dengan menguji transfer ke spesies baru.

11.21.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis ikatan harus memeriksa bahasa energi, elektrostatis, representasi Lewis, geometri 3D, dan sifat; remediasi mengintegrasikan model secara hierarkis serta menegaskan batas setiap model.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Contoh tes alasan pembentukan ikatan dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan tugas struktur-geometri-polaritas. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan asesmen diagnostik serta model mental perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada tes alasan pembentukan ikatan. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan rangkaian representasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengajarkan energi dan elektrostatika sebagai benang merah. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jenis ikatan dipilih hanya dari pasangan unsur. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan rangkaian representasi.

11.21.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis ikatan harus memeriksa bahasa energi, elektrostatika, representasi Lewis, geometri 3D, dan sifat; remediasi mengintegrasikan model secara hierarkis serta menegaskan batas setiap model.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Contoh tugas struktur-geometri-polaritas dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan wawancara model kisi. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan model mental serta perubahan konseptual perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada tugas struktur-geometri-polaritas. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan model dan bukti, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan visualisasi 3D. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: struktur Lewis benar dianggap bukti geometri benar. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan model dan bukti.

11.21.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis ikatan harus memeriksa bahasa energi, elektrostatika, representasi Lewis, geometri 3D, dan sifat; remediasi mengintegrasikan model secara hierarkis serta menegaskan batas setiap model.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Contoh wawancara model kisi dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan tes alasan pembentukan ikatan. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan perubahan konseptual serta asesmen diagnostik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada wawancara model kisi. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji transfer ke spesies baru, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi rediagnosis terstruktur. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: miskonsepsi diremediasi dengan aturan lebih banyak. Bukti dapat diperoleh dengan menguji transfer ke spesies baru.

11.21.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis ikatan harus memeriksa bahasa energi, elektrostatika, representasi Lewis, geometri 3D, dan sifat; remediasi mengintegrasikan model secara hierarkis serta menegaskan batas setiap model.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Contoh tes alasan pembentukan ikatan dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan tugas struktur-geometri-polaritas. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan asesmen diagnostik serta model mental perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada tes alasan pembentukan ikatan. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan rangkaian representasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengajarkan energi dan elektrostatika sebagai benang merah. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jawaban oktet benar dianggap pemahaman ikatan. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan rangkaian representasi.

11.21.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis ikatan harus memeriksa bahasa energi, elektrostatika, representasi Lewis, geometri 3D, dan sifat; remediasi mengintegrasikan model secara hierarkis serta menegaskan batas setiap model.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa jenis ikatan dipilih hanya dari pasangan unsur. Variasi lain menyatakan bahwa struktur Lewis benar dianggap bukti geometri benar. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa tugas struktur-geometri-polaritas termasuk contoh yang relevan, mengapa wawancara model kisi perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model mental secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan model dan bukti, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan visualisasi 3D. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jenis ikatan dipilih hanya dari pasangan unsur. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan model dan bukti.

11.21.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis ikatan harus memeriksa bahasa energi, elektrostatika, representasi Lewis, geometri 3D, dan sifat; remediasi mengintegrasikan model secara hierarkis serta menegaskan batas setiap model..

Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa struktur Lewis benar dianggap bukti geometri benar. Variasi lain menyatakan bahwa miskonsepsi diremediasi dengan aturan lebih banyak. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa wawancara model kisi termasuk contoh yang relevan, mengapa tes alasan pembentukan ikatan perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep perubahan konseptual secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji transfer ke spesies baru, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi rediagnosis terstruktur. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: struktur Lewis benar dianggap bukti geometri benar. Bukti dapat diperoleh dengan menguji transfer ke spesies baru.

11.21.10 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis ikatan harus memeriksa bahasa energi, elektrostatika, representasi Lewis, geometri 3D, dan sifat; remediasi mengintegrasikan model secara hierarkis serta menegaskan batas setiap model. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggunakan rangkaian representasi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa miskonsepsi diremediasi dengan

aturan lebih banyak tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa tes alasan pembentukan ikatan termasuk contoh yang relevan, mengapa tugas struktur-geometri-polaritas perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep asesmen diagnostik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan rangkaian representasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengajarkan energi dan elektrostatika sebagai benang merah. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: miskonsepsi diremediasi dengan aturan lebih banyak. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan rangkaian representasi.

11.21.11 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis ikatan harus memeriksa bahasa energi, elektrostatika, representasi Lewis, geometri 3D, dan sifat; remediasi mengintegrasikan model secara hierarkis serta menegaskan batas setiap model.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan model dan bukti. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa jawaban oktet benar dianggap pemahaman ikatan tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa tugas struktur-geometri-polaritas termasuk contoh yang relevan, mengapa wawancara model kisi perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep model mental secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan model dan bukti, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan visualisasi 3D. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jawaban oktet benar dianggap pemahaman ikatan. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan model dan bukti.

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

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis ikatan harus memeriksa bahasa energi, elektrostatika, representasi Lewis, geometri 3D, dan sifat; remediasi mengintegrasikan model secara hierarkis serta menegaskan batas setiap model.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Nicoll, 2001; Coll & Taylor, 2001).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menguji transfer ke spesies baru. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa jenis ikatan dipilih hanya dari pasangan unsur tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada wawancara model kisi. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji transfer ke spesies baru, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi rediagnosis terstruktur. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jenis ikatan dipilih hanya dari pasangan unsur. Bukti dapat diperoleh dengan menguji transfer ke spesies baru.

11.21.13 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis ikatan harus memeriksa bahasa energi, elektrostatika, representasi Lewis, geometri 3D, dan sifat; remediasi mengintegrasikan model secara hierarkis serta menegaskan batas setiap model.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Bergqvist et al., 2013; Hilton & Nichols, 2011).

Remediasi dapat dirancang dengan cara mengajarkan energi dan elektrostatika sebagai benang merah. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa tes alasan pembentukan ikatan termasuk contoh yang relevan, mengapa tugas struktur-geometri-polaritas perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep asesmen diagnostik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan rangkaian representasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi mengajarkan energi dan elektrostatika sebagai benang merah. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: struktur Lewis benar dianggap bukti geometri benar. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan rangkaian representasi.

11.21.14 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis ikatan harus memeriksa bahasa energi, elektrostatika, representasi Lewis, geometri 3D, dan sifat; remediasi mengintegrasikan model secara hierarkis serta menegaskan batas setiap model.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Erman, 2017; Teichert & Stacy, 2002).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan visualisasi 3D. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada tugas struktur-geometri-polaritas. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tsaparlis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan model dan bukti, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan visualisasi 3D. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: miskonsepsi diremediasi dengan aturan lebih banyak. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan model dan bukti.

11.21.15 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis ikatan harus memeriksa bahasa energi, elektrostatika, representasi Lewis, geometri 3D, dan sifat; remediasi

mengintegrasikan model secara hierarkis serta menegaskan batas setiap model.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tsapalis, Pappa, & Byers, 2018; Joki & Aksela, 2018).

Remediasi dapat dirancang dengan cara rediagnosis terstruktur. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa wawancara model kisi termasuk contoh yang relevan, mengapa tes alasan pembentukan ikatan perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep perubahan konseptual secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji transfer ke spesies baru, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi rediagnosis terstruktur. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jawaban oktet benar dianggap pemahaman ikatan. Bukti dapat diperoleh dengan menguji transfer ke spesies baru.

11.22 Sintesis Bab

Bab 11 menunjukkan bahwa miskonsepsi tidak berdiri sebagai daftar kesalahan terpisah. Kesalahan pada satu konsep dapat menjadi sumber bagi kesalahan lain karena peserta didik membangun jaringan pengetahuan. Diagnosis perlu mencari konsep yang paling sentral, prasyarat yang belum kokoh, dan representasi yang gagal dikoordinasikan.

Pemahaman konseptual ditandai oleh kemampuan menjelaskan, memprediksi, menggambar, menggunakan simbol, menghitung, serta memeriksa kewajaran hasil secara konsisten. Ketepatan prosedural tetap penting, tetapi harus ditempatkan sebagai bagian dari penalaran, bukan pengganti makna.

Remediasi efektif menghindari dua ekstrem: pengulangan definisi tanpa bukti dan konflik kognitif tanpa rekonstruksi. Peserta didik memerlukan kesempatan menyatakan

gagasan awal, membandingkannya dengan data, membangun model yang lebih kuat, dan menguji model tersebut pada situasi baru.

Bagi guru, implikasi utamanya adalah menggunakan asesmen diagnostik secara berkelanjutan. Bukti sebelum, selama, segera setelah, dan beberapa waktu setelah pembelajaran memberi gambaran yang lebih valid mengenai perubahan konseptual daripada satu tes akhir.

Ringkasan Diagnostik

Utamakan penjelasan kausal dan koordinasi representasi.

Bedakan ketidaktahuan, kesalahan prosedural, dan miskonsepsi.

Gunakan lebih dari satu sumber bukti diagnosis.

Uji keberhasilan melalui retensi dan transfer.

Daftar Pustaka Bab 11

Seluruh rujukan di bawah memiliki DOI atau alamat resmi yang dapat ditelusuri. Tautan ditulis aktif untuk mendukung verifikasi sumber dan pembaruan literatur.

Flowers, P., Theopold, K., Langley, R., & Robinson, W. R. (2019). Chemistry 2e. Houston, TX: OpenStax, Rice University. <https://openstax.org/details/books/chemistry-2e>

International Union of Pure and Applied Chemistry. (n.d.). Configuration. Compendium of Chemical Terminology (the Gold Book). <https://doi.org/10.1351/goldbook.C01248>

Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry - logical or psychological? Chemistry Education Research and Practice, 1, 9-15. <https://doi.org/10.1039/A9RP90001B>

Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry triplet. International Journal of Science Education, 33(2), 179-195. <https://doi.org/10.1080/09500690903386435>

Gilbert, J. K., & Treagust, D. F. (Eds.). (2009). Multiple Representations in Chemical Education. Dordrecht: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8>

Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. Learning and Instruction, 16(3), 183-198. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001>

Taber, K. S. (2002). Chemical Misconceptions: Prevention, Diagnosis and Cure. Volume I: Theoretical Background. London: Royal Society of Chemistry. <https://edu.rsc.org/resources/chemical-misconceptions-prevention-diagnosis-and-cure-volume-1/4011987.article>

Taber, K. S. (2002). Chemical Misconceptions: Prevention, Diagnosis and Cure. Volume II: Classroom Resources. London: Royal Society of Chemistry. <https://edu.rsc.org/resources/chemical-misconceptions-prevention-diagnosis-and-cure-volume-2/4011988.article>

- Kind, V. (2004). *Beyond Appearances: Students' Misconceptions about Basic Chemical Ideas* (2nd ed.). London: Royal Society of Chemistry. <https://edu.rsc.org/resources/beyond-appearances/4011570.article>
- Barke, H.-D., Hazari, A., & Yitbarek, S. (2009). *Misconceptions in Chemistry: Addressing Perceptions in Chemical Education*. Berlin: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-70989-3>
- Tsaparlis, G., Pappa, E. T., & Byers, B. (2018). Teaching and learning chemical bonding: Research-based evidence for misconceptions and conceptual difficulties. *Chemistry Education Research and Practice*, 19, 1253-1269. <https://doi.org/10.1039/C8RP00035B>
- Nimmermark, A., Öhrström, L., Mårtensson, J., & Davidowitz, B. (2016). Teaching of chemical bonding: A study of Swedish and South African students' conceptions of bonding. *Chemistry Education Research and Practice*, 17, 985–1005. <https://doi.org/10.1039/C6RP00106H>
- Joki, J., & Aksela, M. (2018). The challenges of learning and teaching chemical bonding at different school levels using electrostatic interactions instead of the octet rule as a teaching model. *Chemistry Education Research and Practice*. <https://doi.org/10.1039/C8RP00110C>
- Erman, E. (2017). Factors contributing to students' misconceptions in learning covalent bonds. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(4), 520-537. <https://doi.org/10.1002/tea.21375>
- Nicoll, G. (2001). A report of undergraduates' bonding misconceptions. *International Journal of Science Education*, 23(7), 707-730. <https://doi.org/10.1080/09500690010025012>
- Coll, R. K., & Taylor, N. (2001). Alternative conceptions of chemical bonding held by upper secondary and tertiary students. *Research in Science & Technological Education*, 19(2), 171-191. <https://doi.org/10.1080/02635140120057713>
- Bergqvist, A., Drechsler, M., de Jong, O., & Rundgren, S.-N. C. (2013). Representations of chemical bonding models in school textbooks - help or hindrance for understanding? *Chemistry Education Research and Practice*, 14, 589-606. <https://doi.org/10.1039/C3RP20159G>
- Hilton, A., & Nichols, K. (2011). Representational classroom practices that contribute to students' conceptual and representational understanding of chemical bonding. *International Journal of Science Education*. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.543438>
- Teichert, M. A., & Stacy, A. M. (2002). Promoting understanding of chemical bonding and spontaneity through student explanation and integration of ideas. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 464-496. <https://doi.org/10.1002/tea.10033>
- Wang, C.-Y., & Barrow, L. H. (2013). Exploring conceptual frameworks of models of atomic structures and periodic variations, chemical bonding, and molecular shape and polarity.

Chemistry Education Research and Practice, 14, 130-146.
<https://doi.org/10.1039/C2RP20116J>

BAB 12

MISKONSEPSI TENTANG REAKSI KIMIA DAN STOIKIOMETRI

Pengantar Bab

Stoikiometri merupakan koordinasi antara makna persamaan reaksi, jumlah partikel, mol, massa, volume, konsentrasi, dan hukum kekekalan. Peserta didik dapat menjalankan algoritma dengan benar tanpa memahami objek yang dihitung atau alasan rasio yang digunakan.

Bab ini memusatkan pembahasan pada representasi reaksi, koefisien dan indeks, penyetaraan, mol, bilangan Avogadro, massa dan volume molar, pereaksi pembatas, hasil reaksi, rumus empiris, stoikiometri larutan, serta diagnosis terhadap pemecahan masalah yang hanya prosedural.

Pembahasan disusun dengan kerangka makroskopik-submikroskopik-simbolik. Setiap konsep dianalisis dari definisi, hubungan antarkonsep, pola miskonsepsi, sumber konsepsi alternatif, instrumen diagnosis, strategi perubahan konseptual, dan evaluasi transfer. Kerangka ini mengikuti pandangan bahwa pemahaman kimia menuntut koordinasi berbagai representasi, bukan penguasaan satu bentuk representasi secara terpisah.

Istilah miskonsepsi dalam buku ini digunakan sebagai kategori analitis terhadap pola respons yang relatif konsisten dan diyakini, bukan sebagai identitas peserta didik. Jawaban salah dapat berasal dari ketidaktahuan, kelalaian, masalah bahasa, kesalahan hitung, atau beban kognitif. Oleh sebab itu, klaim diagnostik harus ditopang oleh beberapa bukti dan selalu diarahkan pada tindakan pedagogis yang konstruktif.

Referensi ilmiah pada bab ini dipilih dari terminologi resmi, buku terbuka yang dapat diakses, monograf pendidikan kimia, dan artikel jurnal yang mempunyai DOI aktif. Daftar pustaka bab memuat tautan stabil sehingga pembaca dapat memeriksa sumber asli dan memperbarui kajian secara bertanggung jawab.

Ringkasan Diagnostik

Orientasi analisis: konsep ilmiah, miskonsepsi, sumber, diagnosis, dan remediasi.

Tingkat representasi: makroskopik, submikroskopik, simbolik, dan kuantitatif.

Prinsip bukti: satu jawaban tidak cukup untuk menetapkan miskonsepsi.

Prinsip etika: hasil diagnosis digunakan untuk dukungan belajar, bukan stigmatisasi.

Peta Konseptual dan Alur Pembahasan

Bab dimulai dari penetapan batas konsep. Definisi dioperasionalkan melalui contoh, noncontoh, dan kasus batas agar peserta didik tidak hanya mengulang kalimat buku teks. Selanjutnya, konsep ditempatkan dalam jaringan prasyarat dan konsep lanjutan sehingga guru dapat mengenali miskonsepsi yang bersifat akar maupun turunan.

Tahap berikutnya membandingkan bukti makroskopik dengan model submikroskopik dan notasi simbolik. Translasi antarrepresentasi diperlakukan sebagai kompetensi tersendiri. Kesalahan translasi sering menjadi sumber jawaban semu-benar: hasil hitung tepat, tetapi makna partikel atau besaran tidak dipahami.

Setelah pola miskonsepsi dan sumbernya dipetakan, pembahasan beralih ke diagnosis. Pertanyaan terbuka, tes bertingkat, gambar, Predict-Observe-Explain, dan wawancara digunakan secara komplementer. Interpretasi mempertimbangkan keyakinan, konsistensi, konteks, dan kemungkinan penjelasan alternatif.

Remediasi dirancang sebagai siklus elisitasi, konfrontasi berbasis bukti, konstruksi model pengganti, aplikasi, refleksi, dan rediagnosis. Keberhasilan tidak hanya dilihat dari skor segera, tetapi juga dari retensi dan transfer pada konteks yang berbeda.

Tahap	Pertanyaan Kunci	Bukti yang Dicari	Keputusan Pedagogis
Elisitasi	Apa yang dipikirkan peserta didik?	Jawaban, alasan, gambar, keyakinan	Menentukan konsepsi awal
Analisis	Mengapa respons itu muncul?	Konsistensi dan sumber penalaran	Membedakan salah biasa dan miskonsepsi
Remediasi	Model apa yang perlu dibangun?	Respons terhadap bukti dan representasi	Memilih scaffolding
Rediagnosis	Apakah perubahan bertahan?	Transfer dan retensi	Menentukan tindak lanjut

12.1 Makna Persamaan Reaksi

Subbab ini membahas makna persamaan reaksi sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Persamaan reaksi merepresentasikan identitas spesies, rasio stoikiometri, keadaan fisik, dan arah proses; koefisien dapat ditafsirkan sebagai rasio jumlah entitas atau mol, bukan ukuran partikel.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup reaksi kimia, representasi simbolik, stoikiometri. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa persamaan adalah gambar proses literal dan bahwa tanda panah berarti sama dengan. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$, dan $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$ dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan tiga tingkat representasi, memberi legenda fase, dan memeriksa konservasi atom dan muatan. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Persamaan reaksi merepresentasikan identitas spesies, rasio stoikiometri, keadaan fisik, dan arah proses; koefisien dapat ditafsirkan sebagai rasio jumlah entitas atau mol, bukan ukuran partikel.

Pertanyaan diagnosis utama: menerjemahkan simbol ke cerita partikel.

Remediasi awal: menggunakan tiga tingkat representasi.

12.1.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks makna persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persamaan reaksi merepresentasikan identitas spesies, rasio stoikiometri, keadaan fisik, dan arah proses; koefisien dapat ditafsirkan sebagai rasio jumlah entitas atau mol, bukan ukuran partikel.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan reaksi kimia serta representasi simbolik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ termasuk contoh yang relevan, mengapa $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi.

Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep reaksi kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menerjemahkan simbol ke cerita partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tiga tingkat representasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tanda panah berarti sama dengan. Bukti dapat diperoleh dengan menerjemahkan simbol ke cerita partikel.

12.1.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks makna persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persamaan reaksi merepresentasikan identitas spesies, rasio stoikiometri, keadaan fisik, dan arah proses; koefisien dapat ditafsirkan sebagai rasio jumlah entitas atau mol, bukan ukuran partikel.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan representasi simbolik serta stoikiometri perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ termasuk contoh yang relevan, mengapa $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep representasi simbolik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memberi legenda fase. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila

alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien adalah jumlah atom di dalam satu molekul. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar sebelum-sesudah.

12.1.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks makna persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persamaan reaksi merepresentasikan identitas spesies, rasio stoikiometri, keadaan fisik, dan arah proses; koefisien dapat ditafsirkan sebagai rasio jumlah entitas atau mol, bukan ukuran partikel.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan stoikiometri serta reaksi kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan stoikiometri dan mekanisme, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memeriksa konservasi atom dan muatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua persamaan menunjukkan mekanisme satu langkah. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan stoikiometri dan mekanisme.

12.1.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks makna persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persamaan reaksi merepresentasikan identitas spesies, rasio stoikiometri, keadaan fisik, dan arah proses; koefisien dapat ditafsirkan sebagai rasio jumlah entitas atau mol, bukan ukuran partikel.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan reaksi kimia serta representasi simbolik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menerjemahkan simbol ke cerita partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tiga tingkat representasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: persamaan adalah gambar proses literal. Bukti dapat diperoleh dengan menerjemahkan simbol ke cerita partikel.

12.1.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks makna persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persamaan reaksi merepresentasikan identitas spesies, rasio stoikiometri, keadaan fisik, dan arah proses; koefisien dapat ditafsirkan sebagai

rasio jumlah entitas atau mol, bukan ukuran partikel.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan representasi simbolik serta stoikiometri perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memberi legenda fase. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tanda panah berarti sama dengan. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar sebelum-sesudah.

12.1.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks makna persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persamaan reaksi merepresentasikan identitas spesies, rasio stoikiometri, keadaan fisik, dan arah proses; koefisien dapat ditafsirkan sebagai rasio jumlah entitas atau mol, bukan ukuran partikel.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan,

melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan stoikiometri serta reaksi kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan stoikiometri dan mekanisme, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memeriksa konservasi atom dan muatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien adalah jumlah atom di dalam satu molekul. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan stoikiometri dan mekanisme.

12.1.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks makna persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persamaan reaksi merepresentasikan identitas spesies, rasio stoikiometri, keadaan fisik, dan arah proses; koefisien dapat ditafsirkan sebagai rasio jumlah entitas atau mol, bukan ukuran partikel.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan reaksi kimia serta representasi simbolik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menerjemahkan simbol ke cerita partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tiga tingkat representasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua persamaan menunjukkan mekanisme satu langkah. Bukti dapat diperoleh dengan menerjemahkan simbol ke cerita partikel.

12.1.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks makna persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persamaan reaksi merepresentasikan identitas spesies, rasio stoikiometri, keadaan fisik, dan arah proses; koefisien dapat ditafsirkan sebagai rasio jumlah entitas atau mol, bukan ukuran partikel.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa persamaan adalah gambar proses literal. Variasi lain menyatakan bahwa tanda panah berarti sama dengan. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ termasuk contoh yang relevan, mengapa $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep representasi simbolik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memberi legenda fase. Setelah

pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: persamaan adalah gambar proses literal. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar sebelum-sesudah.

12.1.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks makna persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persamaan reaksi merepresentasikan identitas spesies, rasio stoikiometri, keadaan fisik, dan arah proses; koefisien dapat ditafsirkan sebagai rasio jumlah entitas atau mol, bukan ukuran partikel.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa tanda panah berarti sama dengan. Variasi lain menyatakan bahwa koefisien adalah jumlah atom di dalam satu molekul. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$ termasuk contoh yang relevan, mengapa $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep stoikiometri secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan stoikiometri dan mekanisme, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memeriksa konservasi atom dan muatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tanda panah berarti sama dengan. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan stoikiometri dan mekanisme.

12.1.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks makna persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persamaan reaksi merepresentasikan identitas spesies, rasio stoikiometri, keadaan fisik, dan arah proses; koefisien dapat ditafsirkan sebagai rasio jumlah entitas atau mol, bukan ukuran partikel.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa koefisien adalah jumlah atom di dalam satu molekul. Variasi lain menyatakan bahwa semua persamaan menunjukkan mekanisme satu langkah. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menerjemahkan simbol ke cerita partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tiga tingkat representasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien adalah jumlah atom di dalam satu molekul. Bukti dapat diperoleh dengan menerjemahkan simbol ke cerita partikel.

12.1.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks makna persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persamaan reaksi merepresentasikan identitas spesies, rasio stoikiometri, keadaan fisik, dan arah proses; koefisien dapat ditafsirkan sebagai rasio jumlah entitas atau mol, bukan ukuran

partikel.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggambar sebelum-sesudah. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa semua persamaan menunjukkan mekanisme satu langkah tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ termasuk contoh yang relevan, mengapa $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep representasi simbolik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memberi legenda fase. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua persamaan menunjukkan mekanisme satu langkah. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar sebelum-sesudah.

12.1.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks makna persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persamaan reaksi merepresentasikan identitas spesies, rasio stoikiometri, keadaan fisik, dan arah proses; koefisien dapat ditafsirkan sebagai rasio jumlah entitas atau mol, bukan ukuran partikel.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan stoikiometri dan mekanisme. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa persamaan adalah gambar proses

literal tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$ termasuk contoh yang relevan, mengapa $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep stoikiometri secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan stoikiometri dan mekanisme, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memeriksa konservasi atom dan muatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: persamaan adalah gambar proses literal. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan stoikiometri dan mekanisme.

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

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks makna persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persamaan reaksi merepresentasikan identitas spesies, rasio stoikiometri, keadaan fisik, dan arah proses; koefisien dapat ditafsirkan sebagai rasio jumlah entitas atau mol, bukan ukuran partikel.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menerjemahkan simbol ke cerita partikel. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa tanda panah berarti sama dengan tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan

warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menerjemahkan simbol ke cerita partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tiga tingkat representasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tanda panah berarti sama dengan. Bukti dapat diperoleh dengan menerjemahkan simbol ke cerita partikel.

12.1.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks makna persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persamaan reaksi merepresentasikan identitas spesies, rasio stoikiometri, keadaan fisik, dan arah proses; koefisien dapat ditafsirkan sebagai rasio jumlah entitas atau mol, bukan ukuran partikel.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggambar sebelum-sesudah. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa koefisien adalah jumlah atom di dalam satu molekul tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ termasuk contoh yang relevan, mengapa $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep representasi simbolik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memberi legenda fase. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti

hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien adalah jumlah atom di dalam satu molekul. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar sebelum-sesudah.

12.1.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks makna persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persamaan reaksi merepresentasikan identitas spesies, rasio stoikiometri, keadaan fisik, dan arah proses; koefisien dapat ditafsirkan sebagai rasio jumlah entitas atau mol, bukan ukuran partikel.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Remediasi dapat dirancang dengan cara memeriksa konservasi atom dan muatan. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$ termasuk contoh yang relevan, mengapa $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep stoikiometri secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan stoikiometri dan mekanisme, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memeriksa konservasi atom dan muatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua persamaan menunjukkan mekanisme satu langkah. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan stoikiometri dan mekanisme.

12.1.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks makna persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persamaan reaksi merepresentasikan identitas spesies, rasio stoikiometri, keadaan fisik, dan arah proses; koefisien dapat ditafsirkan sebagai rasio jumlah entitas atau mol, bukan ukuran partikel.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan tiga tingkat representasi. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menerjemahkan simbol ke cerita partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tiga tingkat representasi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: persamaan adalah gambar proses literal. Bukti dapat diperoleh dengan menerjemahkan simbol ke cerita partikel.

12.1.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks makna persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persamaan reaksi merepresentasikan identitas spesies, rasio stoikiometri, keadaan fisik, dan arah proses; koefisien dapat ditafsirkan sebagai rasio jumlah entitas atau mol, bukan ukuran partikel..

Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Remediasi dapat dirancang dengan cara memberi legenda fase. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ termasuk contoh yang relevan, mengapa $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep representasi simbolik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memberi legenda fase. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tanda panah berarti sama dengan. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar sebelum-sesudah.

12.2 Koefisien dan Indeks dalam Rumus Kimia

Subbab ini membahas koefisien dan indeks dalam rumus kimia sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Indeks/subskrip menentukan komposisi satu formula atau entitas, sedangkan koefisien mengalikan keseluruhan formula dan menyatakan jumlah relatif entitas; mengubah indeks mengubah identitas zat.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup rumus kimia, penyetaraan, mol. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa menyetarakan dengan mengubah indeks dan bahwa koefisien hanya mengalikan atom

pertama. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks $2\text{H}_2\text{O}$ mengandung 4 H dan 2 O pada dua molekul, H_2O versus H_2O_2 , dan $3\text{Ca}(\text{OH})_2$ dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan warna/kurung konseptual, latihan struktur hierarkis rumus, dan validasi identitas zat. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Indeks/subskrip menentukan komposisi satu formula atau entitas, sedangkan koefisien mengalikan keseluruhan formula dan menyatakan jumlah relatif entitas; mengubah indeks mengubah identitas zat.

Pertanyaan diagnosis utama: mengembangkan jumlah atom dalam tabel.

Remediasi awal: menggunakan warna/kurung konseptual.

12.2.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks koefisien dan indeks dalam rumus kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa indeks/subskrip menentukan komposisi satu formula atau entitas, sedangkan koefisien mengalikan keseluruhan formula dan menyatakan jumlah relatif entitas; mengubah indeks mengubah identitas zat.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh $3\text{Ca}(\text{OH})_2$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $2\text{H}_2\text{O}$ mengandung 4 H dan 2 O pada dua molekul. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan mol serta rumus kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $3\text{Ca}(\text{OH})_2$ termasuk contoh yang relevan, mengapa $2\text{H}_2\text{O}$ mengandung 4 H dan 2 O pada dua molekul perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep mol secara

konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta akibat perubahan indeks, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi validasi identitas zat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: $2\text{H}_2\text{O}$ dianggap H_4O . Bukti dapat diperoleh dengan meminta akibat perubahan indeks.

12.2.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks koefisien dan indeks dalam rumus kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa indeks/subskrip menentukan komposisi satu formula atau entitas, sedangkan koefisien mengalikan keseluruhan formula dan menyatakan jumlah relatif entitas; mengubah indeks mengubah identitas zat.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh $2\text{H}_2\text{O}$ mengandung 4 H dan 2 O pada dua molekul dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan H_2O versus H_2O_2 . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan rumus kimia serta penyetaraan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $2\text{H}_2\text{O}$ mengandung 4 H dan 2 O pada dua molekul termasuk contoh yang relevan, mengapa H_2O versus H_2O_2 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep rumus kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengembangkan jumlah atom dalam tabel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan warna/kurung konseptual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer

juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: subskrip dianggap jumlah mol. Bukti dapat diperoleh dengan mengembangkan jumlah atom dalam tabel.

12.2.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks koefisien dan indeks dalam rumus kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa indeks/subskrip menentukan komposisi satu formula atau entitas, sedangkan koefisien mengalikan keseluruhan formula dan menyatakan jumlah relatif entitas; mengubah indeks mengubah identitas zat.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh H_2O versus H_2O_2 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $3\text{Ca}(\text{OH})_2$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan penyetaraan serta mol perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada H_2O versus H_2O_2 . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar unit formula, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi latihan struktur hierarkis rumus. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: menyetarakan dengan mengubah indeks. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar unit formula.

12.2.4 Model Submikroskopik

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks koefisien dan indeks dalam rumus kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa indeks/subskrip menentukan komposisi satu formula atau entitas, sedangkan koefisien mengalikan keseluruhan formula dan menyatakan jumlah relatif entitas; mengubah indeks mengubah identitas zat.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh $3\text{Ca}(\text{OH})_2$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $2\text{H}_2\text{O}$ mengandung 4 H dan 2 O pada dua molekul. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan mol serta rumus kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $3\text{Ca}(\text{OH})_2$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta akibat perubahan indeks, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi validasi identitas zat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien hanya mengalikan atom pertama. Bukti dapat diperoleh dengan meminta akibat perubahan indeks.

12.2.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks koefisien dan indeks dalam rumus kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa indeks/subskrip menentukan komposisi satu formula atau entitas, sedangkan koefisien

mengalikan keseluruhan formula dan menyatakan jumlah relatif entitas; mengubah indeks mengubah identitas zat.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh $2\text{H}_2\text{O}$ mengandung 4 H dan 2 O pada dua molekul dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan H_2O versus H_2O_2 . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan rumus kimia serta penyetaraan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $2\text{H}_2\text{O}$ mengandung 4 H dan 2 O pada dua molekul. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengembangkan jumlah atom dalam tabel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan warna/kurung konseptual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: $2\text{H}_2\text{O}$ dianggap H_4O . Bukti dapat diperoleh dengan mengembangkan jumlah atom dalam tabel.

12.2.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks koefisien dan indeks dalam rumus kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa indeks/subskrip menentukan komposisi satu formula atau entitas, sedangkan koefisien mengalikan keseluruhan formula dan menyatakan jumlah relatif entitas; mengubah indeks mengubah identitas zat.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh H_2O versus H_2O_2 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $3\text{Ca}(\text{OH})_2$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan penyetaraan serta mol perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada H_2O versus H_2O_2 . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar unit formula, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi latihan struktur hierarkis rumus. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: subskrip dianggap jumlah mol. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar unit formula.

12.2.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks koefisien dan indeks dalam rumus kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa indeks/subskrip menentukan komposisi satu formula atau entitas, sedangkan koefisien mengalikan keseluruhan formula dan menyatakan jumlah relatif entitas; mengubah indeks mengubah identitas zat.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh $3\text{Ca}(\text{OH})_2$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $2\text{H}_2\text{O}$ mengandung 4 H dan 2 O pada dua molekul. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan mol serta rumus kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $3\text{Ca}(\text{OH})_2$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta akibat perubahan indeks, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi validasi identitas zat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: menyetarakan dengan mengubah indeks. Bukti dapat diperoleh dengan meminta akibat perubahan indeks.

12.2.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks koefisien dan indeks dalam rumus kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa indeks/subskrip menentukan komposisi satu formula atau entitas, sedangkan koefisien mengalikan keseluruhan formula dan menyatakan jumlah relatif entitas; mengubah indeks mengubah identitas zat.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa koefisien hanya mengalikan atom pertama. Variasi lain menyatakan bahwa $2\text{H}_2\text{O}$ dianggap H_4O . Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $2\text{H}_2\text{O}$ mengandung 4 H dan 2 O pada dua molekul termasuk contoh yang relevan, mengapa H_2O versus H_2O_2 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep rumus kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengembangkan jumlah atom dalam tabel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan warna/kurung konseptual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien hanya mengalikan atom pertama. Bukti dapat diperoleh dengan mengembangkan jumlah atom dalam tabel.

12.2.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks koefisien dan indeks dalam rumus kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa indeks/subskrip menentukan komposisi satu formula atau entitas, sedangkan koefisien mengalikan keseluruhan formula dan menyatakan jumlah relatif entitas; mengubah indeks mengubah identitas zat.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa $2\text{H}_2\text{O}$ dianggap H_4O . Variasi lain menyatakan bahwa subskrip dianggap jumlah mol. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa H_2O versus H_2O_2 termasuk contoh yang relevan, mengapa $3\text{Ca}(\text{OH})_2$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep penyetaraan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar unit formula, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi latihan struktur hierarkis rumus. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: $2\text{H}_2\text{O}$ dianggap H_4O . Bukti dapat diperoleh dengan menggambar unit formula.

12.2.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks koefisien dan indeks dalam rumus kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa indeks/subskrip menentukan komposisi satu formula atau entitas, sedangkan koefisien mengalikan keseluruhan formula dan menyatakan jumlah relatif entitas; mengubah indeks mengubah identitas zat.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa subskrip dianggap jumlah mol. Variasi lain menyatakan bahwa menyetarakan dengan mengubah indeks. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $3\text{Ca}(\text{OH})_2$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta akibat perubahan indeks, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi validasi identitas zat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: subskrip dianggap jumlah mol. Bukti dapat diperoleh dengan meminta akibat perubahan indeks.

12.2.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks koefisien dan indeks dalam rumus kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa indeks/subskrip menentukan komposisi

satu formula atau entitas, sedangkan koefisien mengalikan keseluruhan formula dan menyatakan jumlah relatif entitas; mengubah indeks mengubah identitas zat.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengembangkan jumlah atom dalam tabel. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa menyetarakan dengan mengubah indeks tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $2\text{H}_2\text{O}$ mengandung 4 H dan 2 O pada dua molekul termasuk contoh yang relevan, mengapa H_2O versus H_2O_2 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep rumus kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengembangkan jumlah atom dalam tabel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan warna/kurung konseptual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: menyetarakan dengan mengubah indeks. Bukti dapat diperoleh dengan mengembangkan jumlah atom dalam tabel.

12.2.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks koefisien dan indeks dalam rumus kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa indeks/subskrip menentukan komposisi satu formula atau entitas, sedangkan koefisien mengalikan keseluruhan formula dan menyatakan jumlah relatif entitas; mengubah indeks mengubah identitas zat.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggambar unit formula. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa koefisien hanya mengalikan atom pertama tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa H_2O versus H_2O_2 termasuk contoh yang relevan, mengapa $3\text{Ca}(\text{OH})_2$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep penyetaraan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar unit formula, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi latihan struktur hierarkis rumus. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien hanya mengalikan atom pertama. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar unit formula.

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

Pembahasan ini perlu dimulai dari pembedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks koefisien dan indeks dalam rumus kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa indeks/subskrip menentukan komposisi satu formula atau entitas, sedangkan koefisien mengalikan keseluruhan formula dan menyatakan jumlah relatif entitas; mengubah indeks mengubah identitas zat.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta akibat perubahan indeks. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa $2\text{H}_2\text{O}$ dianggap H_4O tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $3\text{Ca}(\text{OH})_2$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada

entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta akibat perubahan indeks, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi validasi identitas zat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: $2\text{H}_2\text{O}$ dianggap H_4O . Bukti dapat diperoleh dengan meminta akibat perubahan indeks.

12.2.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks koefisien dan indeks dalam rumus kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa indeks/subskrip menentukan komposisi satu formula atau entitas, sedangkan koefisien mengalikan keseluruhan formula dan menyatakan jumlah relatif entitas; mengubah indeks mengubah identitas zat.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengembangkan jumlah atom dalam tabel. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa subskrip dianggap jumlah mol tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $2\text{H}_2\text{O}$ mengandung 4 H dan 2 O pada dua molekul termasuk contoh yang relevan, mengapa H_2O versus H_2O_2 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep rumus kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengembangkan jumlah atom dalam tabel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan warna/kurung konseptual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: subskrip dianggap jumlah mol. Bukti dapat diperoleh dengan mengembangkan jumlah atom dalam tabel.

12.2.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks koefisien dan indeks dalam rumus kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa indeks/subskrip menentukan komposisi satu formula atau entitas, sedangkan koefisien mengalikan keseluruhan formula dan menyatakan jumlah relatif entitas; mengubah indeks mengubah identitas zat.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Remediasi dapat dirancang dengan cara latihan struktur hierarkis rumus. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa H_2O versus H_2O_2 termasuk contoh yang relevan, mengapa $3\text{Ca}(\text{OH})_2$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep penyetaraan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar unit formula, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi latihan struktur hierarkis rumus. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: menyetarakan dengan mengubah indeks. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar unit formula.

12.2.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks koefisien dan indeks dalam rumus kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa indeks/subskrip menentukan komposisi satu formula atau entitas, sedangkan koefisien mengalikan keseluruhan formula dan menyatakan jumlah relatif entitas; mengubah indeks mengubah identitas zat.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Remediasi dapat dirancang dengan cara validasi identitas zat. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $3\text{Ca}(\text{OH})_2$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta akibat perubahan indeks, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi validasi identitas zat. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien hanya mengalikan atom pertama. Bukti dapat diperoleh dengan meminta akibat perubahan indeks.

12.2.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks koefisien dan indeks dalam rumus kimia, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa

indeks/subskrip menentukan komposisi satu formula atau entitas, sedangkan koefisien mengalikan keseluruhan formula dan menyatakan jumlah relatif entitas; mengubah indeks mengubah identitas zat.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan warna/kurung konseptual. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $2\text{H}_2\text{O}$ mengandung 4 H dan 2 O pada dua molekul termasuk contoh yang relevan, mengapa H_2O versus H_2O_2 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep rumus kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengembangkan jumlah atom dalam tabel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan warna/kurung konseptual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: $2\text{H}_2\text{O}$ dianggap H_4O . Bukti dapat diperoleh dengan mengembangkan jumlah atom dalam tabel.

12.3 Penyetaraan Persamaan Reaksi

Subbab ini membahas penyetaraan persamaan reaksi sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Penyetaraan menentukan koefisien bilangan bulat terkecil yang memenuhi konservasi setiap jenis atom dan muatan relevan; proses bukan sekadar coba-coba tetapi pemecahan kendala.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup kekekalan massa, rasio stoikiometri, reaksi redoks. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa indeks boleh diubah dan bahwa jumlah molekul kedua sisi harus sama. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks pembakaran hidrokarbon, reaksi redoks sederhana, dan persamaan ionik dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menghubungkan atom dengan persamaan linear, menggunakan inspeksi terstruktur, dan memeriksa kembali atom dan muatan. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Penyetaraan menentukan koefisien bilangan bulat terkecil yang memenuhi konservasi setiap jenis atom dan muatan relevan; proses bukan sekadar coba-coba tetapi pemecahan kendala.

Pertanyaan diagnosis utama: meminta alasan setiap koefisien.

Remediasi awal: menghubungkan atom dengan persamaan linear.

12.3.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks penyetaraan persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa penyetaraan menentukan koefisien bilangan bulat terkecil yang memenuhi konservasi setiap jenis atom dan muatan relevan; proses bukan sekadar coba-coba tetapi pemecahan kendala.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh reaksi redoks sederhana dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan persamaan ionik. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan rasio stoikiometri serta reaksi redoks perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa reaksi redoks sederhana termasuk contoh yang relevan, mengapa persamaan ionik

perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep rasio stoikiometri secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan diagram partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan inspeksi terstruktur. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur yang sama harus memiliki koefisien sama. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan diagram partikel.

12.3.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks penyetaraan persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa penyetaraan menentukan koefisien bilangan bulat terkecil yang memenuhi konservasi setiap jenis atom dan muatan relevan; proses bukan sekadar coba-coba tetapi pemecahan kendala. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh persamaan ionik dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pembakaran hidrokarbon. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan reaksi redoks serta kekekalan massa perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa persamaan ionik termasuk contoh yang relevan, mengapa pembakaran hidrokarbon perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep reaksi redoks secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menyetarakan dengan aljabar, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memeriksa kembali atom dan muatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan

contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: indeks boleh diubah. Bukti dapat diperoleh dengan menyetarakan dengan aljabar.

12.3.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks penyetaraan persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa penyetaraan menentukan koefisien bilangan bulat terkecil yang memenuhi konservasi setiap jenis atom dan muatan relevan; proses bukan sekadar coba-coba tetapi pemecahan kendala.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh pembakaran hidrokarbon dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan reaksi redoks sederhana. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan kekekalan massa serta rasio stoikiometri perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pembakaran hidrokarbon. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alasan setiap koefisien, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan atom dengan persamaan linear. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jumlah molekul kedua sisi harus sama. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alasan setiap koefisien.

12.3.4 Model Submikroskopik

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks penyetaraan persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa penyetaraan menentukan koefisien bilangan bulat terkecil yang memenuhi konservasi setiap jenis atom dan muatan relevan; proses bukan sekadar coba-coba tetapi pemecahan kendala.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh reaksi redoks sederhana dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan persamaan ionik. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan rasio stoikiometri serta reaksi redoks perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada reaksi redoks sederhana. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan diagram partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan inspeksi terstruktur. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien pecahan selalu salah pada semua tahap. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan diagram partikel.

12.3.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks penyetaraan persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa penyetaraan menentukan koefisien bilangan bulat terkecil yang memenuhi konservasi setiap jenis atom

dan muatan relevan; proses bukan sekadar coba-coba tetapi pemecahan kendala.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh persamaan ionik dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pembakaran hidrokarbon. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan reaksi redoks serta kekekalan massa perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada persamaan ionik. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menyetarakan dengan aljabar, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memeriksa kembali atom dan muatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur yang sama harus memiliki koefisien sama. Bukti dapat diperoleh dengan menyetarakan dengan aljabar.

12.3.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks penyetaraan persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa penyetaraan menentukan koefisien bilangan bulat terkecil yang memenuhi konservasi setiap jenis atom dan muatan relevan; proses bukan sekadar coba-coba tetapi pemecahan kendala.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh pembakaran hidrokarbon dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan reaksi redoks sederhana. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan kekekalan massa serta rasio stoikiometri perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pembakaran hidrokarbon. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alasan setiap koefisien, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan atom dengan persamaan linear. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: indeks boleh diubah. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alasan setiap koefisien.

12.3.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks penyetaraan persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa penyetaraan menentukan koefisien bilangan bulat terkecil yang memenuhi konservasi setiap jenis atom dan muatan relevan; proses bukan sekadar coba-coba tetapi pemecahan kendala.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh reaksi redoks sederhana dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan persamaan ionik. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan rasio stoikiometri serta reaksi redoks perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol,

atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada reaksi redoks sederhana. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan diagram partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan inspeksi terstruktur. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jumlah molekul kedua sisi harus sama. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan diagram partikel.

12.3.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks penyetaraan persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa penyetaraan menentukan koefisien bilangan bulat terkecil yang memenuhi konservasi setiap jenis atom dan muatan relevan; proses bukan sekadar coba-coba tetapi pemecahan kendala.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa koefisien pecahan selalu salah pada semua tahap. Variasi lain menyatakan bahwa unsur yang sama harus memiliki koefisien sama. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa persamaan ionik termasuk contoh yang relevan, mengapa pembakaran hidrokarbon perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep reaksi redoks secara

konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menyetarakan dengan aljabar, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memeriksa kembali atom dan muatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien pecahan selalu salah pada semua tahap. Bukti dapat diperoleh dengan menyetarakan dengan aljabar.

12.3.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks penyetaraan persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa penyetaraan menentukan koefisien bilangan bulat terkecil yang memenuhi konservasi setiap jenis atom dan muatan relevan; proses bukan sekadar coba-coba tetapi pemecahan kendala.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa unsur yang sama harus memiliki koefisien sama. Variasi lain menyatakan bahwa indeks boleh diubah. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pembakaran hidrokarbon termasuk contoh yang relevan, mengapa reaksi redoks sederhana perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kekekalan massa secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alasan setiap koefisien, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan atom dengan persamaan linear. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer

juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur yang sama harus memiliki koefisien sama. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alasan setiap koefisien.

12.3.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks penyetaraan persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa penyetaraan menentukan koefisien bilangan bulat terkecil yang memenuhi konservasi setiap jenis atom dan muatan relevan; proses bukan sekadar coba-coba tetapi pemecahan kendala.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa indeks boleh diubah. Variasi lain menyatakan bahwa jumlah molekul kedua sisi harus sama. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada reaksi redoks sederhana. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan diagram partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan inspeksi terstruktur. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: indeks boleh diubah. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan diagram partikel.

12.3.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks penyetaraan persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa penyetaraan menentukan koefisien bilangan bulat terkecil yang memenuhi konservasi setiap jenis atom dan muatan relevan; proses bukan sekadar coba-coba tetapi pemecahan kendala.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menyetarakan dengan aljabar. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa jumlah molekul kedua sisi harus sama tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa persamaan ionik termasuk contoh yang relevan, mengapa pembakaran hidrokarbon perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep reaksi redoks secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menyetarakan dengan aljabar, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memeriksa kembali atom dan muatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jumlah molekul kedua sisi harus sama. Bukti dapat diperoleh dengan menyetarakan dengan aljabar.

12.3.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks penyetaraan persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa penyetaraan menentukan koefisien bilangan bulat terkecil yang memenuhi konservasi setiap jenis atom dan muatan relevan; proses bukan sekadar coba-coba tetapi pemecahan kendala.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk

membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta alasan setiap koefisien. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa koefisien pecahan selalu salah pada semua tahap tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pembakaran hidrokarbon termasuk contoh yang relevan, mengapa reaksi redoks sederhana perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kekekalan massa secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alasan setiap koefisien, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan atom dengan persamaan linear. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien pecahan selalu salah pada semua tahap. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alasan setiap koefisien.

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

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks penyetaraan persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa penyetaraan menentukan koefisien bilangan bulat terkecil yang memenuhi konservasi setiap jenis atom dan muatan relevan; proses bukan sekadar coba-coba tetapi pemecahan kendala.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggunakan diagram partikel. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa unsur yang sama harus memiliki

koefisien sama tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada reaksi redoks sederhana. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan diagram partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan inspeksi terstruktur. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur yang sama harus memiliki koefisien sama. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan diagram partikel.

12.3.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks penyetaraan persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa penyetaraan menentukan koefisien bilangan bulat terkecil yang memenuhi konservasi setiap jenis atom dan muatan relevan; proses bukan sekadar coba-coba tetapi pemecahan kendala. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menyetarakan dengan aljabar. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa indeks boleh diubah tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa persamaan ionik termasuk contoh yang relevan, mengapa pembakaran hidrokarbon perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep reaksi redoks secara

konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menyetarakan dengan aljabar, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memeriksa kembali atom dan muatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: indeks boleh diubah. Bukti dapat diperoleh dengan menyetarakan dengan aljabar.

12.3.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks penyetaraan persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa penyetaraan menentukan koefisien bilangan bulat terkecil yang memenuhi konservasi setiap jenis atom dan muatan relevan; proses bukan sekadar coba-coba tetapi pemecahan kendala.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan atom dengan persamaan linear. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pembakaran hidrokarbon termasuk contoh yang relevan, mengapa reaksi redoks sederhana perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep kekekalan massa secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta alasan setiap koefisien, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan atom dengan persamaan linear. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer

juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jumlah molekul kedua sisi harus sama. Bukti dapat diperoleh dengan meminta alasan setiap koefisien.

12.3.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks penyetaraan persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa penyetaraan menentukan koefisien bilangan bulat terkecil yang memenuhi konservasi setiap jenis atom dan muatan relevan; proses bukan sekadar coba-coba tetapi pemecahan kendala.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan inspeksi terstruktur. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada reaksi redoks sederhana. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan diagram partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan inspeksi terstruktur. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien pecahan selalu salah pada semua tahap. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan diagram partikel.

12.3.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks penyetaraan persamaan reaksi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa penyetaraan menentukan koefisien bilangan bulat terkecil yang memenuhi konservasi setiap jenis atom dan muatan relevan; proses bukan sekadar coba-coba tetapi pemecahan kendala.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Remediasi dapat dirancang dengan cara memeriksa kembali atom dan muatan. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa persamaan ionik termasuk contoh yang relevan, mengapa pembakaran hidrokarbon perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep reaksi redoks secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menyetarakan dengan aljabar, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memeriksa kembali atom dan muatan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: unsur yang sama harus memiliki koefisien sama. Bukti dapat diperoleh dengan menyetarakan dengan aljabar.

12.4 Hukum Kekekalan Massa

Subbab ini membahas hukum kekekalan massa sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Massa total sistem tertutup tetap karena jenis dan jumlah atom kekal dalam reaksi kimia biasa; persamaan setara adalah representasi simbolik prinsip tersebut.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup massa materi, persamaan reaksi, sistem. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar

daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa produk dapat memiliki massa lebih kecil karena atom hilang dan bahwa gas tidak dihitung. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks reaksi dalam kantong tertutup, pembakaran Mg, dan pengendapan dalam labu tertutup dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan penimbangan tertutup, diagram aliran materi, dan menghubungkan massa molar. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Massa total sistem tertutup tetap karena jenis dan jumlah atom kekal dalam reaksi kimia biasa; persamaan setara adalah representasi simbolik prinsip tersebut.

Pertanyaan diagnosis utama: menentukan batas sistem.

Remediasi awal: menggunakan penimbangan tertutup.

12.4.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks hukum kekekalan massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa total sistem tertutup tetap karena jenis dan jumlah atom kekal dalam reaksi kimia biasa; persamaan setara adalah representasi simbolik prinsip tersebut.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh reaksi dalam kantong tertutup dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pembakaran Mg. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan massa materi serta persamaan reaksi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa reaksi dalam kantong tertutup termasuk contoh yang relevan, mengapa

pembakaran Mg perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep massa materi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan batas sistem, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan penimbangan tertutup. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: produk dapat memiliki massa lebih kecil karena atom hilang. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan batas sistem.

12.4.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks hukum kekekalan massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa total sistem tertutup tetap karena jenis dan jumlah atom kekal dalam reaksi kimia biasa; persamaan setara adalah representasi simbolik prinsip tersebut.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh pembakaran Mg dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pengendapan dalam labu tertutup. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan persamaan reaksi serta sistem perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pembakaran Mg termasuk contoh yang relevan, mengapa pengendapan dalam labu tertutup perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep persamaan reaksi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung massa total, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi diagram aliran materi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan,

keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gas tidak dihitung. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung massa total.

12.4.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks hukum kekekalan massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa total sistem tertutup tetap karena jenis dan jumlah atom kekal dalam reaksi kimia biasa; persamaan setara adalah representasi simbolik prinsip tersebut.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh pengendapan dalam labu tertutup dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan reaksi dalam kantong tertutup. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan sistem serta massa materi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pengendapan dalam labu tertutup. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan selisih sistem terbuka, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan massa molar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien setara membuktikan massa tiap zat sama. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan selisih sistem terbuka.

12.4.4 Model Submikroskopik

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks hukum kekekalan massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa total sistem tertutup tetap karena jenis dan jumlah atom kekal dalam reaksi kimia biasa; persamaan setara adalah representasi simbolik prinsip tersebut.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh reaksi dalam kantong tertutup dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pembakaran Mg. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan massa materi serta persamaan reaksi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada reaksi dalam kantong tertutup. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan batas sistem, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan penimbangan tertutup. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kekekalan hanya berlaku untuk padatan. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan batas sistem.

12.4.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks hukum kekekalan massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa total sistem tertutup tetap karena jenis dan jumlah atom kekal dalam reaksi kimia biasa; persamaan setara adalah representasi simbolik prinsip tersebut.. Fokus bahasa simbolik dan

matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh pembakaran Mg dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pengendapan dalam labu tertutup. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan persamaan reaksi serta sistem perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pembakaran Mg. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung massa total, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi diagram aliran materi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: produk dapat memiliki massa lebih kecil karena atom hilang. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung massa total.

12.4.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks hukum kekekalan massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa total sistem tertutup tetap karena jenis dan jumlah atom kekal dalam reaksi kimia biasa; persamaan setara adalah representasi simbolik prinsip tersebut.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh pengendapan dalam labu tertutup dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan reaksi dalam kantong tertutup. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan,

interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan sistem serta massa materi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pengendapan dalam labu tertutup. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan selisih sistem terbuka, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan massa molar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gas tidak dihitung. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan selisih sistem terbuka.

12.4.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks hukum kekekalan massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa total sistem tertutup tetap karena jenis dan jumlah atom kekal dalam reaksi kimia biasa; persamaan setara adalah representasi simbolik prinsip tersebut.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh reaksi dalam kantong tertutup dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pembakaran Mg. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan massa materi serta persamaan reaksi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada reaksi dalam kantong tertutup. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan batas sistem, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan penimbangan tertutup. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien setara membuktikan massa tiap zat sama. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan batas sistem.

12.4.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks hukum kekekalan massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa total sistem tertutup tetap karena jenis dan jumlah atom kekal dalam reaksi kimia biasa; persamaan setara adalah representasi simbolik prinsip tersebut.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa kekekalan hanya berlaku untuk padatan. Variasi lain menyatakan bahwa produk dapat memiliki massa lebih kecil karena atom hilang. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pembakaran Mg termasuk contoh yang relevan, mengapa pengendapan dalam labu tertutup perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep persamaan reaksi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung massa total, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi diagram aliran materi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kekekalan hanya berlaku untuk padatan. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung massa total.

12.4.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks hukum kekekalan massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa total sistem tertutup tetap karena jenis dan jumlah atom kekal dalam reaksi kimia biasa; persamaan setara adalah representasi simbolik prinsip tersebut.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa produk dapat memiliki massa lebih kecil karena atom hilang. Variasi lain menyatakan bahwa gas tidak dihitung. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pengendapan dalam labu tertutup termasuk contoh yang relevan, mengapa reaksi dalam kantong tertutup perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sistem secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan selisih sistem terbuka, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan massa molar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: produk dapat memiliki massa lebih kecil karena atom hilang. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan selisih sistem terbuka.

12.4.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks hukum kekekalan massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa total sistem tertutup tetap karena jenis dan jumlah atom kekal dalam reaksi kimia biasa; persamaan setara adalah representasi simbolik prinsip tersebut.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa gas tidak dihitung. Variasi lain menyatakan bahwa koefisien setara membuktikan massa tiap zat sama. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada reaksi dalam kantong tertutup. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan batas sistem, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan penimbangan tertutup. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gas tidak dihitung. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan batas sistem.

12.4.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks hukum kekekalan massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa total sistem tertutup tetap karena jenis dan jumlah atom kekal dalam reaksi kimia biasa; persamaan setara adalah representasi simbolik prinsip tersebut.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons

bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghitung massa total. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa koefisien setara membuktikan massa tiap zat sama tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pembakaran Mg termasuk contoh yang relevan, mengapa pengendapan dalam labu tertutup perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep persamaan reaksi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung massa total, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi diagram aliran materi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien setara membuktikan massa tiap zat sama. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung massa total.

12.4.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks hukum kekekalan massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa total sistem tertutup tetap karena jenis dan jumlah atom kekal dalam reaksi kimia biasa; persamaan setara adalah representasi simbolik prinsip tersebut.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menjelaskan selisih sistem terbuka. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa kekekalan hanya berlaku untuk padatan tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting

karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pengendapan dalam labu tertutup termasuk contoh yang relevan, mengapa reaksi dalam kantong tertutup perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sistem secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan selisih sistem terbuka, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan massa molar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kekekalan hanya berlaku untuk padatan. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan selisih sistem terbuka.

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

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks hukum kekekalan massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa total sistem tertutup tetap karena jenis dan jumlah atom kekal dalam reaksi kimia biasa; persamaan setara adalah representasi simbolik prinsip tersebut.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menentukan batas sistem. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa produk dapat memiliki massa lebih kecil karena atom hilang tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada reaksi dalam kantong tertutup. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya,

warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan batas sistem, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan penimbangan tertutup. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: produk dapat memiliki massa lebih kecil karena atom hilang. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan batas sistem.

12.4.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks hukum kekekalan massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa total sistem tertutup tetap karena jenis dan jumlah atom kekal dalam reaksi kimia biasa; persamaan setara adalah representasi simbolik prinsip tersebut.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghitung massa total. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa gas tidak dihitung tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pembakaran Mg termasuk contoh yang relevan, mengapa pengendapan dalam labu tertutup perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep persamaan reaksi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung massa total, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi diagram aliran materi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gas tidak dihitung. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung massa total.

12.4.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks hukum kekekalan massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa total sistem tertutup tetap karena jenis dan jumlah atom kekal dalam reaksi kimia biasa; persamaan setara adalah representasi simbolik prinsip tersebut.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan massa molar. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pengendapan dalam labu tertutup termasuk contoh yang relevan, mengapa reaksi dalam kantong tertutup perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep sistem secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan selisih sistem terbuka, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan massa molar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien setara membuktikan massa tiap zat sama. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan selisih sistem terbuka.

12.4.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks hukum kekekalan massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa total sistem tertutup tetap karena jenis dan jumlah atom kekal dalam reaksi kimia biasa; persamaan setara adalah representasi simbolik prinsip tersebut.. Fokus remediasi dengan representasi

majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan penimbangan tertutup. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada reaksi dalam kantong tertutup. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan batas sistem, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan penimbangan tertutup. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kekekalan hanya berlaku untuk padatan. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan batas sistem.

12.4.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks hukum kekekalan massa, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa total sistem tertutup tetap karena jenis dan jumlah atom kekal dalam reaksi kimia biasa; persamaan setara adalah representasi simbolik prinsip tersebut.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Remediasi dapat dirancang dengan cara diagram aliran materi. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang

mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pembakaran Mg termasuk contoh yang relevan, mengapa pengendapan dalam labu tertutup perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep persamaan reaksi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung massa total, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi diagram aliran materi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: produk dapat memiliki massa lebih kecil karena atom hilang. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung massa total.

12.5 Ar dan Mr

Subbab ini membahas ar dan mr sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Ar adalah massa relatif rata-rata atom unsur, sedangkan Mr adalah jumlah massa relatif atom menurut formula; keduanya tak berdimensi dan berbeda dari massa molar yang bersatuan.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup isotop, massa molar, rumus kimia. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa Ar dan Mr memiliki satuan gram dan bahwa Mr adalah massa satu molekul dalam gram. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks Mr H_2O 18,015, Mr $\text{Ca}(\text{OH})_2$, dan Ar Cl 35,45 dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan peta besaran-satuan, menghubungkan ke massa molar secara numerik tetapi konseptual, dan latihan dimensi. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda,

dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Ar adalah massa relatif rata-rata atom unsur, sedangkan Mr adalah jumlah massa relatif atom menurut formula; keduanya tak berdimensi dan berbeda dari massa molar yang bersatuan.

Pertanyaan diagnosis utama: membedakan besaran relatif dan molar.

Remediasi awal: menggunakan peta besaran-satuan.

12.5.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks ar dan mr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ar adalah massa relatif rata-rata atom unsur, sedangkan Mr adalah jumlah massa relatif atom menurut formula; keduanya tak berdimensi dan berbeda dari massa molar yang bersatuan.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh Ar Cl 35,45 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Mr H₂O 18,015. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan rumus kimia serta isotop perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Ar Cl 35,45 termasuk contoh yang relevan, mengapa Mr H₂O 18,015 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep rumus kimia secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa koefisien, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi latihan dimensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Mr adalah massa satu molekul dalam gram. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa koefisien.

12.5.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks ar dan mr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ar adalah massa relatif rata-rata atom unsur, sedangkan Mr adalah jumlah massa relatif atom menurut formula; keduanya tak berdimensi dan berbeda dari massa molar yang bersatuan.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh Mr H₂O 18,015 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Mr Ca(OH)₂. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan isotop serta massa molar perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Mr H₂O 18,015 termasuk contoh yang relevan, mengapa Mr Ca(OH)₂ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep isotop secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan besaran relatif dan molar, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan peta besaran-satuan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien masuk ke Mr zat. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan besaran relatif dan molar.

12.5.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks ar dan mr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ar adalah massa relatif rata-rata atom unsur, sedangkan Mr adalah jumlah massa relatif atom menurut formula; keduanya tak

berdimensi dan berbeda dari massa molar yang bersatuan.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh $M_r \text{Ca(OH)}_2$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $A_r \text{Cl}$ 35,45. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan massa molar serta rumus kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $M_r \text{Ca(OH)}_2$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung formula berkurang, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan ke massa molar secara numerik tetapi konseptual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: A_r selalu bilangan bulat. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung formula berkurang.

12.5.4 Model Submikroskopik

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks a_r dan m_r , gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa a_r adalah massa relatif rata-rata atom unsur, sedangkan M_r adalah jumlah massa relatif atom menurut formula; keduanya tak berdimensi dan berbeda dari massa molar yang bersatuan.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh $A_r \text{Cl}$ 35,45 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $M_r \text{H}_2\text{O}$ 18,015. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang

berubah. Hubungan dengan rumus kimia serta isotop perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Ar Cl 35,45. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa koefisien, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi latihan dimensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Ar dan Mr memiliki satuan gram. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa koefisien.

12.5.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks ar dan mr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ar adalah massa relatif rata-rata atom unsur, sedangkan Mr adalah jumlah massa relatif atom menurut formula; keduanya tak berdimensi dan berbeda dari massa molar yang bersatuan.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh Mr H₂O 18,015 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Mr Ca(OH)₂. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan isotop serta massa molar perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Mr H₂O 18,015. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan

warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan besaran relatif dan molar, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan peta besaran-satuan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Mr adalah massa satu molekul dalam gram. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan besaran relatif dan molar.

12.5.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks ar dan mr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ar adalah massa relatif rata-rata atom unsur, sedangkan Mr adalah jumlah massa relatif atom menurut formula; keduanya tak berdimensi dan berbeda dari massa molar yang bersatuan.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh Mr $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Ar Cl 35,45. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan massa molar serta rumus kimia perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Mr $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung formula berkurang, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan ke massa molar secara numerik tetapi konseptual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan

transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien masuk ke Mr zat. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung formula berkurung.

12.5.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks ar dan mr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ar adalah massa relatif rata-rata atom unsur, sedangkan Mr adalah jumlah massa relatif atom menurut formula; keduanya tak berdimensi dan berbeda dari massa molar yang bersatuan.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh Ar Cl 35,45 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan Mr H₂O 18,015. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan rumus kimia serta isotop perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Ar Cl 35,45. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa koefisien, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi latihan dimensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Ar selalu bilangan bulat. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa koefisien.

12.5.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks A_r dan M_r , gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa A_r adalah massa relatif rata-rata atom unsur, sedangkan M_r adalah jumlah massa relatif atom menurut formula; keduanya tak berdimensi dan berbeda dari massa molar yang bersatuan. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa A_r dan M_r memiliki satuan gram. Variasi lain menyatakan bahwa M_r adalah massa satu molekul dalam gram. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa M_r H_2O 18,015 termasuk contoh yang relevan, mengapa M_r $Ca(OH)_2$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep isotop secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan besaran relatif dan molar, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan peta besaran-satuan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: A_r dan M_r memiliki satuan gram. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan besaran relatif dan molar.

12.5.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks A_r dan M_r , gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa A_r adalah massa relatif rata-rata atom unsur, sedangkan M_r adalah jumlah massa relatif atom menurut formula; keduanya tak berdimensi dan berbeda dari massa molar yang bersatuan. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat

menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa Mr adalah massa satu molekul dalam gram. Variasi lain menyatakan bahwa koefisien masuk ke Mr zat. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Mr Ca(OH)_2 termasuk contoh yang relevan, mengapa Ar Cl 35,45 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep massa molar secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung formula berkurung, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan ke massa molar secara numerik tetapi konseptual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Mr adalah massa satu molekul dalam gram. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung formula berkurung.

12.5.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks ar dan mr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ar adalah massa relatif rata-rata atom unsur, sedangkan Mr adalah jumlah massa relatif atom menurut formula; keduanya tak berdimensi dan berbeda dari massa molar yang bersatuan.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa koefisien masuk ke Mr zat. Variasi lain menyatakan bahwa Ar selalu bilangan bulat. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya

menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Ar Cl 35,45. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa koefisien, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi latihan dimensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien masuk ke Mr zat. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa koefisien.

12.5.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks ar dan mr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ar adalah massa relatif rata-rata atom unsur, sedangkan Mr adalah jumlah massa relatif atom menurut formula; keduanya tak berdimensi dan berbeda dari massa molar yang bersatuan.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan besaran relatif dan molar. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa Ar selalu bilangan bulat tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Mr H₂O 18,015 termasuk contoh yang relevan, mengapa Mr Ca(OH)₂ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep isotop secara konsisten dan tidak

menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan besaran relatif dan molar, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan peta besaran-satuan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Ar selalu bilangan bulat. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan besaran relatif dan molar.

12.5.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks ar dan mr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ar adalah massa relatif rata-rata atom unsur, sedangkan Mr adalah jumlah massa relatif atom menurut formula; keduanya tak berdimensi dan berbeda dari massa molar yang bersatuan.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghitung formula berkurung. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa Ar dan Mr memiliki satuan gram tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Mr $\text{Ca}(\text{OH})_2$ termasuk contoh yang relevan, mengapa Ar Cl 35,45 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep massa molar secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung formula berkurung, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan ke massa molar secara numerik tetapi konseptual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan

transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Ar dan Mr memiliki satuan gram. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung formula berkurang.

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

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks ar dan mr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ar adalah massa relatif rata-rata atom unsur, sedangkan Mr adalah jumlah massa relatif atom menurut formula; keduanya tak berdimensi dan berbeda dari massa molar yang bersatuan.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk memeriksa koefisien. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa Mr adalah massa satu molekul dalam gram tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Ar Cl 35,45. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa koefisien, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi latihan dimensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Mr adalah massa satu molekul dalam gram. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa koefisien.

12.5.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks ar dan mr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ar adalah massa relatif rata-rata atom unsur, sedangkan Mr adalah jumlah massa relatif atom menurut formula; keduanya tak berdimensi dan berbeda dari massa molar yang bersatuan.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan besaran relatif dan molar. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa koefisien masuk ke Mr zat tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Mr H₂O 18,015 termasuk contoh yang relevan, mengapa Mr Ca(OH)₂ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep isotop secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan besaran relatif dan molar, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan peta besaran-satuan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien masuk ke Mr zat. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan besaran relatif dan molar.

12.5.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks ar dan mr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ar adalah massa relatif rata-rata atom unsur, sedangkan Mr adalah jumlah massa relatif atom menurut formula; keduanya tak berdimensi dan berbeda dari massa molar yang bersatuan.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena.

Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan ke massa molar secara numerik tetapi konseptual. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Mr Ca(OH)_2 termasuk contoh yang relevan, mengapa Ar Cl 35,45 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep massa molar secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung formula berkurung, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan ke massa molar secara numerik tetapi konseptual. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Ar selalu bilangan bulat. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung formula berkurung.

12.5.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks ar dan mr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ar adalah massa relatif rata-rata atom unsur, sedangkan Mr adalah jumlah massa relatif atom menurut formula; keduanya tak berdimensi dan berbeda dari massa molar yang bersatuan.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Remediasi dapat dirancang dengan cara latihan dimensi. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada Ar Cl 35,45. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa koefisien, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi latihan dimensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Ar dan Mr memiliki satuan gram. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa koefisien.

12.5.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks ar dan mr, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa ar adalah massa relatif rata-rata atom unsur, sedangkan Mr adalah jumlah massa relatif atom menurut formula; keduanya tak berdimensi dan berbeda dari massa molar yang bersatuan.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan peta besaran-satuan. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa Mr H₂O 18,015 termasuk contoh yang relevan, mengapa Mr Ca(OH)₂ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep isotop secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan besaran relatif dan molar, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan peta besaran-satuan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: Mr adalah massa satu molekul dalam gram. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan besaran relatif dan molar.

12.6 Konsep Mol

Subbab ini membahas konsep mol sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Mol adalah satuan SI jumlah zat yang berisi tepat $6,02214076 \times 10^{23}$ entitas elementer yang harus dinyatakan; mol bukan massa, volume, atau singkatan jumlah partikel tanpa jenis.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup bilangan Avogadro, massa molar, stoikiometri. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa mol dianggap massa $6,02 \times 10^{23}$ gram dan bahwa satu mol semua zat memiliki massa sama. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks 1 mol H₂O molecules, 1 mol NaCl formula units, dan 1 mol electrons dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan analogi lusin dengan batasnya, menekankan jenis entitas, dan menghubungkan skala mikro-makro. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Mol adalah satuan SI jumlah zat yang berisi tepat $6,02214076 \times 10^{23}$ entitas elementer yang harus dinyatakan; mol bukan massa, volume, atau singkatan jumlah partikel tanpa jenis.

Pertanyaan diagnosis utama: meminta menyebut entitas.

Remediasi awal: menggunakan analogi lusin dengan batasnya.

12.6.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks konsep mol, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol adalah satuan SI jumlah zat yang berisi tepat $6,02214076 \times 10^{23}$ entitas elementer yang harus dinyatakan; mol bukan massa, volume, atau singkatan jumlah partikel tanpa jenis.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh 1 mol NaCl formula units dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan 1 mol electrons. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan massa molar serta stoikiometri perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa 1 mol NaCl formula units termasuk contoh yang relevan, mengapa 1 mol electrons perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep massa molar secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengubah antara mol dan jumlah partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan jenis entitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: entitas tidak perlu disebut. Bukti dapat diperoleh dengan mengubah antara mol dan jumlah partikel.

12.6.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks konsep mol, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol adalah satuan SI jumlah zat yang berisi tepat $6,02214076 \times 10^{23}$ entitas elementer yang harus dinyatakan; mol bukan massa, volume, atau singkatan jumlah partikel tanpa jenis.. Fokus kedudukan konseptual dan

pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh 1 mol electrons dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan 1 mol H₂O molecules. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan stoikiometri serta bilangan Avogadro perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa 1 mol electrons termasuk contoh yang relevan, mengapa 1 mol H₂O molecules perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep stoikiometri secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan jumlah zat dan massa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan skala mikro-makro. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: mol hanya digunakan untuk atom. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan jumlah zat dan massa.

12.6.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks konsep mol, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol adalah satuan SI jumlah zat yang berisi tepat $6,02214076 \times 10^{23}$ entitas elementer yang harus dinyatakan; mol bukan massa, volume, atau singkatan jumlah partikel tanpa jenis.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh 1 mol H₂O molecules dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan 1 mol NaCl formula units. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan bilangan Avogadro serta massa

molar perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada 1 mol H₂O molecules. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta menyebut entitas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan analogi lusin dengan batasnya. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: mol dianggap massa $6,02 \times 10^{23}$ gram. Bukti dapat diperoleh dengan meminta menyebut entitas.

12.6.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks konsep mol, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol adalah satuan SI jumlah zat yang berisi tepat $6,02214076 \times 10^{23}$ entitas elementer yang harus dinyatakan; mol bukan massa, volume, atau singkatan jumlah partikel tanpa jenis.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh 1 mol NaCl formula units dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan 1 mol electrons. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan massa molar serta stoikiometri perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada 1 mol NaCl formula units. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga

tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengubah antara mol dan jumlah partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan jenis entitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu mol semua zat memiliki massa sama. Bukti dapat diperoleh dengan mengubah antara mol dan jumlah partikel.

12.6.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks konsep mol, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol adalah satuan SI jumlah zat yang berisi tepat $6,02214076 \times 10^{23}$ entitas elementer yang harus dinyatakan; mol bukan massa, volume, atau singkatan jumlah partikel tanpa jenis.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh 1 mol electrons dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan 1 mol H₂O molecules. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan stoikiometri serta bilangan Avogadro perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada 1 mol electrons. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan jumlah zat dan massa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan skala mikro-makro. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan

konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: entitas tidak perlu disebut. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan jumlah zat dan massa.

12.6.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks konsep mol, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol adalah satuan SI jumlah zat yang berisi tepat $6,02214076 \times 10^{23}$ entitas elementer yang harus dinyatakan; mol bukan massa, volume, atau singkatan jumlah partikel tanpa jenis.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh 1 mol H₂O molecules dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan 1 mol NaCl formula units. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan bilangan Avogadro serta massa molar perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada 1 mol H₂O molecules. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta menyebut entitas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan analogi lusin dengan batasnya. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: mol hanya digunakan untuk atom. Bukti dapat diperoleh dengan meminta menyebut entitas.

12.6.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks konsep mol, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol adalah satuan SI jumlah zat yang berisi tepat $6,02214076 \times 10^{23}$ entitas elementer yang harus dinyatakan; mol bukan massa, volume, atau singkatan jumlah partikel tanpa jenis.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh 1 mol NaCl formula units dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan 1 mol electrons. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan massa molar serta stoikiometri perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada 1 mol NaCl formula units. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengubah antara mol dan jumlah partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan jenis entitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: mol dianggap massa $6,02 \times 10^{23}$ gram. Bukti dapat diperoleh dengan mengubah antara mol dan jumlah partikel.

12.6.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks konsep mol, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol adalah satuan SI jumlah zat yang berisi tepat $6,02214076 \times 10^{23}$ entitas elementer yang harus dinyatakan; mol bukan massa, volume, atau singkatan jumlah

partikel tanpa jenis.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa satu mol semua zat memiliki massa sama. Variasi lain menyatakan bahwa entitas tidak perlu disebut. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa 1 mol electrons termasuk contoh yang relevan, mengapa 1 mol H₂O molecules perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep stoikiometri secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan jumlah zat dan massa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan skala mikro-makro. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu mol semua zat memiliki massa sama. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan jumlah zat dan massa.

12.6.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks konsep mol, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol adalah satuan SI jumlah zat yang berisi tepat $6,02214076 \times 10^{23}$ entitas elementer yang harus dinyatakan; mol bukan massa, volume, atau singkatan jumlah partikel tanpa jenis.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa entitas tidak perlu disebut. Variasi lain menyatakan bahwa mol hanya digunakan untuk atom. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi

yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa 1 mol H_2O molecules termasuk contoh yang relevan, mengapa 1 mol NaCl formula units perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep bilangan Avogadro secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta menyebut entitas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan analogi lusin dengan batasnya. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: entitas tidak perlu disebut. Bukti dapat diperoleh dengan meminta menyebut entitas.

12.6.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks konsep mol, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol adalah satuan SI jumlah zat yang berisi tepat $6,02214076 \times 10^{23}$ entitas elementer yang harus dinyatakan; mol bukan massa, volume, atau singkatan jumlah partikel tanpa jenis.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa mol hanya digunakan untuk atom. Variasi lain menyatakan bahwa mol dianggap massa $6,02 \times 10^{23}$ gram. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada 1 mol NaCl formula units. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengubah antara mol dan jumlah partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan jenis entitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: mol hanya digunakan untuk atom. Bukti dapat diperoleh dengan mengubah antara mol dan jumlah partikel.

12.6.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks konsep mol, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol adalah satuan SI jumlah zat yang berisi tepat $6,02214076 \times 10^{23}$ entitas elementer yang harus dinyatakan; mol bukan massa, volume, atau singkatan jumlah partikel tanpa jenis.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan jumlah zat dan massa. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa mol dianggap massa $6,02 \times 10^{23}$ gram tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa 1 mol electrons termasuk contoh yang relevan, mengapa 1 mol H₂O molecules perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep stoikiometri secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan jumlah zat dan massa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan skala mikro-makro. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: mol dianggap massa $6,02 \times 10^{23}$ gram. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan jumlah zat dan massa.

12.6.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks konsep mol, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol adalah satuan SI jumlah zat yang berisi tepat $6,02214076 \times 10^{23}$ entitas elementer yang harus dinyatakan; mol bukan massa, volume, atau singkatan jumlah partikel tanpa jenis.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta menyebut entitas. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa satu mol semua zat memiliki massa sama tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa 1 mol H_2O molecules termasuk contoh yang relevan, mengapa 1 mol NaCl formula units perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep bilangan Avogadro secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta menyebut entitas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan analogi lusin dengan batasnya. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu mol semua zat memiliki massa sama. Bukti dapat diperoleh dengan meminta menyebut entitas.

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

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks konsep mol, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol adalah satuan SI jumlah zat yang berisi tepat $6,02214076 \times 10^{23}$ entitas elementer yang harus dinyatakan; mol bukan massa, volume, atau singkatan jumlah

partikel tanpa jenis.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengubah antara mol dan jumlah partikel. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa entitas tidak perlu disebut tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada 1 mol NaCl formula units. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengubah antara mol dan jumlah partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan jenis entitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: entitas tidak perlu disebut. Bukti dapat diperoleh dengan mengubah antara mol dan jumlah partikel.

12.6.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks konsep mol, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol adalah satuan SI jumlah zat yang berisi tepat $6,02214076 \times 10^{23}$ entitas elementer yang harus dinyatakan; mol bukan massa, volume, atau singkatan jumlah partikel tanpa jenis.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan jumlah zat dan massa. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa mol hanya digunakan untuk atom

tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa 1 mol electrons termasuk contoh yang relevan, mengapa 1 mol H₂O molecules perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep stoikiometri secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan jumlah zat dan massa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan skala mikro-makro. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: mol hanya digunakan untuk atom. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan jumlah zat dan massa.

12.6.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks konsep mol, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol adalah satuan SI jumlah zat yang berisi tepat $6,02214076 \times 10^{23}$ entitas elementer yang harus dinyatakan; mol bukan massa, volume, atau singkatan jumlah partikel tanpa jenis.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan analogi lusin dengan batasnya. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa 1 mol H₂O molecules termasuk contoh yang relevan, mengapa 1 mol NaCl formula units perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep bilangan Avogadro secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua

peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta menyebut entitas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan analogi lusin dengan batasnya. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: mol dianggap massa $6,02 \times 10^{23}$ gram. Bukti dapat diperoleh dengan meminta menyebut entitas.

12.6.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks konsep mol, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol adalah satuan SI jumlah zat yang berisi tepat $6,02214076 \times 10^{23}$ entitas elementer yang harus dinyatakan; mol bukan massa, volume, atau singkatan jumlah partikel tanpa jenis.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menekankan jenis entitas. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada 1 mol NaCl formula units. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengubah antara mol dan jumlah partikel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menekankan jenis entitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu mol semua zat memiliki massa sama. Bukti dapat diperoleh dengan mengubah antara mol dan jumlah partikel.

12.6.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks konsep mol, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol adalah satuan SI jumlah zat yang berisi tepat $6,02214076 \times 10^{23}$ entitas elementer yang harus dinyatakan; mol bukan massa, volume, atau singkatan jumlah partikel tanpa jenis.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan skala mikro-makro. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa 1 mol electrons termasuk contoh yang relevan, mengapa 1 mol H₂O molecules perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep stoikiometri secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan jumlah zat dan massa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan skala mikro-makro. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: entitas tidak perlu disebut. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan jumlah zat dan massa.

12.7 Bilangan Avogadro

Subbab ini membahas bilangan avogadro sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Konstanta Avogadro adalah $6,02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ secara eksak dalam SI dan menghubungkan jumlah entitas dengan jumlah zat; angka besar tidak menjelaskan sendiri makna mol.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup mol, jumlah partikel, konstanta fisika. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa NA adalah jumlah atom dalam semua sampel dan bahwa NA memiliki satuan partikel. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks atom C, ion dalam NaCl, dan elektron dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan analisis satuan, membandingkan jenis entitas, dan menghindari hafalan angka tanpa objek. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Konstanta Avogadro adalah $6,02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ secara eksak dalam SI dan menghubungkan jumlah entitas dengan jumlah zat; angka besar tidak menjelaskan sendiri makna mol.

Pertanyaan diagnosis utama: menuliskan $N=nNA$ dengan satuan.

Remediasi awal: menggunakan analisis satuan.

12.7.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks bilangan avogadro, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konstanta Avogadro adalah $6,02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ secara eksak dalam SI dan menghubungkan jumlah entitas dengan jumlah zat; angka besar tidak menjelaskan sendiri makna mol.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh atom C dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ion dalam NaCl. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan mol serta jumlah partikel perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa atom C termasuk contoh yang relevan, mengapa ion dalam NaCl perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep mol secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menuliskan $N=nN_A$ dengan satuan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan analisis satuan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap satu mol hanya berisi molekul. Bukti dapat diperoleh dengan menuliskan $N=nN_A$ dengan satuan.

12.7.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks bilangan avogadro, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konstanta Avogadro adalah $6,02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ secara eksak dalam SI dan menghubungkan jumlah entitas dengan jumlah zat; angka besar tidak menjelaskan sendiri makna mol.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh ion dalam NaCl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan elektron. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan jumlah partikel serta konstanta fisika perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ion dalam NaCl termasuk contoh yang relevan, mengapa elektron perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep jumlah partikel secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan entitas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan jenis entitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: NA adalah jumlah atom dalam semua sampel. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan entitas.

12.7.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pembahasan ini perlu dimulai dari pembedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks bilangan avogadro, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konstanta Avogadro adalah $6,02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ secara eksak dalam SI dan menghubungkan jumlah entitas dengan jumlah zat; angka besar tidak menjelaskan sendiri makna mol.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh elektron dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan atom C. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konstanta fisika serta mol perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada elektron. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan dua mol ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari hafalan angka tanpa objek.

Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: NA memiliki satuan partikel. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan dua mol ion.

12.7.4 Model Submikroskopik

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks bilangan avogadro, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konstanta Avogadro adalah $6,02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ secara eksak dalam SI dan menghubungkan jumlah entitas dengan jumlah zat; angka besar tidak menjelaskan sendiri makna mol.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh atom C dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ion dalam NaCl. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan mol serta jumlah partikel perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada atom C. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menuliskan $N=nN_A$ dengan satuan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan analisis satuan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nilai ditentukan dari massa satu gram secara umum. Bukti dapat diperoleh dengan menuliskan $N=nN_A$ dengan satuan.

12.7.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks bilangan avogadro, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konstanta Avogadro adalah $6,02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ secara eksak dalam SI dan menghubungkan jumlah entitas dengan jumlah zat; angka besar tidak menjelaskan sendiri makna mol.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh ion dalam NaCl dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan elektron. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan jumlah partikel serta konstanta fisika perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ion dalam NaCl. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan entitas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan jenis entitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap satu mol hanya berisi molekul. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan entitas.

12.7.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks bilangan avogadro, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konstanta Avogadro adalah $6,02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ secara eksak dalam SI dan menghubungkan jumlah entitas dengan jumlah zat; angka besar

tidak menjelaskan sendiri makna mol.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh elektron dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan atom C. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konstanta fisika serta mol perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada elektron. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan dua mol ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari hafalan angka tanpa objek. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: NA adalah jumlah atom dalam semua sampel. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan dua mol ion.

12.7.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks bilangan avogadro, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konstanta Avogadro adalah $6,02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ secara eksak dalam SI dan menghubungkan jumlah entitas dengan jumlah zat; angka besar tidak menjelaskan sendiri makna mol.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh atom C dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ion dalam NaCl. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang

berubah. Hubungan dengan mol serta jumlah partikel perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada atom C. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menuliskan $N=nN_A$ dengan satuan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan analisis satuan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: NA memiliki satuan partikel. Bukti dapat diperoleh dengan menuliskan $N=nN_A$ dengan satuan.

12.7.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks bilangan avogadro, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konstanta Avogadro adalah $6,02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ secara eksak dalam SI dan menghubungkan jumlah entitas dengan jumlah zat; angka besar tidak menjelaskan sendiri makna mol.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa nilai ditentukan dari massa satu gram secara umum. Variasi lain menyatakan bahwa setiap satu mol hanya berisi molekul. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ion dalam NaCl termasuk contoh yang relevan, mengapa elektron perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep jumlah partikel secara konsisten dan

tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan entitas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan jenis entitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nilai ditentukan dari massa satu gram secara umum. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan entitas.

12.7.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks bilangan avogadro, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konstanta Avogadro adalah $6,02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ secara eksak dalam SI dan menghubungkan jumlah entitas dengan jumlah zat; angka besar tidak menjelaskan sendiri makna mol. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa setiap satu mol hanya berisi molekul. Variasi lain menyatakan bahwa NA adalah jumlah atom dalam semua sampel. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa elektron termasuk contoh yang relevan, mengapa atom C perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konstanta fisika secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan dua mol ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari hafalan angka tanpa objek. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap satu mol hanya berisi molekul. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan dua mol ion.

12.7.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks bilangan avogadro, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konstanta Avogadro adalah $6,02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ secara eksak dalam SI dan menghubungkan jumlah entitas dengan jumlah zat; angka besar tidak menjelaskan sendiri makna mol.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa NA adalah jumlah atom dalam semua sampel. Variasi lain menyatakan bahwa NA memiliki satuan partikel. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada atom C. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menuliskan $N=nN_A$ dengan satuan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan analisis satuan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: NA adalah jumlah atom dalam semua sampel. Bukti dapat diperoleh dengan menuliskan $N=nN_A$ dengan satuan.

12.7.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks bilangan avogadro, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konstanta Avogadro adalah $6,02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ secara eksak dalam SI dan menghubungkan jumlah entitas dengan jumlah zat; angka besar tidak menjelaskan sendiri makna mol.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menentukan entitas. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa NA memiliki satuan partikel tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ion dalam NaCl termasuk contoh yang relevan, mengapa elektron perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep jumlah partikel secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan entitas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan jenis entitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: NA memiliki satuan partikel. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan entitas.

12.7.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks bilangan avogadro, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konstanta Avogadro adalah $6,02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ secara eksak dalam SI dan menghubungkan jumlah entitas dengan jumlah zat; angka besar tidak menjelaskan sendiri makna mol.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu

menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menafsirkan dua mol ion. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa nilai ditentukan dari massa satu gram secara umum tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa elektron termasuk contoh yang relevan, mengapa atom C perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konstanta fisika secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan dua mol ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari hafalan angka tanpa objek. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nilai ditentukan dari massa satu gram secara umum. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan dua mol ion.

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

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks bilangan avogadro, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konstanta Avogadro adalah $6,02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ secara eksak dalam SI dan menghubungkan jumlah entitas dengan jumlah zat; angka besar tidak menjelaskan sendiri makna mol.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menuliskan $N=nN_A$ dengan satuan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa setiap satu mol hanya berisi molekul tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut

pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada atom C. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menuliskan $N=nNA$ dengan satuan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan analisis satuan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap satu mol hanya berisi molekul. Bukti dapat diperoleh dengan menuliskan $N=nNA$ dengan satuan.

12.7.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks bilangan avogadro, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konstanta Avogadro adalah $6,02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ secara eksak dalam SI dan menghubungkan jumlah entitas dengan jumlah zat; angka besar tidak menjelaskan sendiri makna mol.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menentukan entitas. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa NA adalah jumlah atom dalam semua sampel tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ion dalam NaCl termasuk contoh yang relevan, mengapa elektron perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep jumlah partikel secara konsisten dan

tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan entitas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan jenis entitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: NA adalah jumlah atom dalam semua sampel. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan entitas.

12.7.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks bilangan avogadro, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konstanta Avogadro adalah $6,02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ secara eksak dalam SI dan menghubungkan jumlah entitas dengan jumlah zat; angka besar tidak menjelaskan sendiri makna mol.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghindari hafalan angka tanpa objek. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa elektron termasuk contoh yang relevan, mengapa atom C perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konstanta fisika secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menafsirkan dua mol ion, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari hafalan angka tanpa objek. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: NA memiliki satuan partikel. Bukti dapat diperoleh dengan menafsirkan dua mol ion.

12.7.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks bilangan avogadro, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konstanta Avogadro adalah $6,02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ secara eksak dalam SI dan menghubungkan jumlah entitas dengan jumlah zat; angka besar tidak menjelaskan sendiri makna mol.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan analisis satuan. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada atom C. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menuliskan $N=nN_A$ dengan satuan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan analisis satuan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: nilai ditentukan dari massa satu gram secara umum. Bukti dapat diperoleh dengan menuliskan $N=nN_A$ dengan satuan.

12.7.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks bilangan avogadro, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa konstanta Avogadro adalah $6,02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ secara eksak dalam SI dan menghubungkan jumlah entitas dengan jumlah zat; angka besar tidak menjelaskan sendiri makna mol.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membandingkan jenis entitas. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ion dalam NaCl termasuk contoh yang relevan, mengapa elektron perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep jumlah partikel secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan entitas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membandingkan jenis entitas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: setiap satu mol hanya berisi molekul. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan entitas.

12.8 Massa Molar

Subbab ini membahas massa molar sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Massa molar adalah massa per jumlah zat dengan satuan g mol^{-1} atau kg mol^{-1} ; nilai numeriknya sering sama dengan Ar atau Mr dalam g mol^{-1} tetapi besaran dan satuannya berbeda.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup Ar-Mr, mol, stoikiometri. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru

perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa massa molar sama dengan M_r tanpa satuan dan bahwa satu molekul H_2O bermassa 18 g. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks $M(H_2O)$, $M(NaCl)$, dan massa 0,5 mol CO_2 dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi peta segitiga disertai makna, estimasi kewajaran massa, dan menghubungkan ke timbangan laboratorium. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Massa molar adalah massa per jumlah zat dengan satuan $g\ mol^{-1}$ atau $kg\ mol^{-1}$; nilai numeriknya sering sama dengan A_r atau M_r dalam $g\ mol^{-1}$ tetapi besaran dan satuannya berbeda.

Pertanyaan diagnosis utama: menggunakan $m=nM$ dengan analisis satuan.

Remediasi awal: peta segitiga disertai makna.

12.8.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks massa molar, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa molar adalah massa per jumlah zat dengan satuan $g\ mol^{-1}$ atau $kg\ mol^{-1}$; nilai numeriknya sering sama dengan A_r atau M_r dalam $g\ mol^{-1}$ tetapi besaran dan satuannya berbeda. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh massa 0,5 mol CO_2 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $M(H_2O)$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan stoikiometri serta A_r - M_r perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa massa 0,5 mol CO_2 termasuk contoh yang relevan, mengapa $M(H_2O)$ perlu

diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep stoikiometri secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung formula, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan ke timbangan laboratorium. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa molar sama dengan M_r tanpa satuan. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung formula.

12.8.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks massa molar, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa molar adalah massa per jumlah zat dengan satuan g mol^{-1} atau kg mol^{-1} ; nilai numeriknya sering sama dengan A_r atau M_r dalam g mol^{-1} tetapi besaran dan satuannya berbeda.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh $M(\text{H}_2\text{O})$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $M(\text{NaCl})$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan A_r - M_r serta mol perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $M(\text{H}_2\text{O})$ termasuk contoh yang relevan, mengapa $M(\text{NaCl})$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep A_r - M_r secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan $m=nM$ dengan analisis satuan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi peta segitiga disertai makna. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan

konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu molekul H_2O bermassa 18 g. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan $m=nM$ dengan analisis satuan.

12.8.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks massa molar, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa molar adalah massa per jumlah zat dengan satuan g mol^{-1} atau kg mol^{-1} ; nilai numeriknya sering sama dengan A_r atau M_r dalam g mol^{-1} tetapi besaran dan satuannya berbeda.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh $M(\text{NaCl})$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan massa 0,5 mol CO_2 . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan mol serta stoikiometri perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $M(\text{NaCl})$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan satu entitas dan satu mol, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi estimasi kewajaran massa. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa molar berubah dengan jumlah sampel. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan satu entitas dan satu mol.

12.8.4 Model Submikroskopik

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks massa molar, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa molar adalah massa per jumlah zat dengan satuan g mol^{-1} atau kg mol^{-1} ; nilai numeriknya sering sama dengan A_r atau M_r dalam g mol^{-1} tetapi besaran dan satuannya berbeda.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh massa 0,5 mol CO_2 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $M(\text{H}_2\text{O})$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan stoikiometri serta A_r - M_r perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada massa 0,5 mol CO_2 . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung formula, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan ke timbangan laboratorium. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien reaksi mengubah massa molar zat. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung formula.

12.8.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks massa molar, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa molar adalah massa per jumlah zat dengan satuan g mol^{-1} atau kg mol^{-1} ; nilai numeriknya sering sama dengan A_r atau M_r dalam g mol^{-1} tetapi besaran dan satuannya berbeda.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi

kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh $M(H_2O)$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $M(NaCl)$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan A_r - M_r serta mol perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $M(H_2O)$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan $m=nM$ dengan analisis satuan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi peta segitiga disertai makna. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa molar sama dengan M_r tanpa satuan. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan $m=nM$ dengan analisis satuan.

12.8.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks massa molar, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa molar adalah massa per jumlah zat dengan satuan $g\ mol^{-1}$ atau $kg\ mol^{-1}$; nilai numeriknya sering sama dengan A_r atau M_r dalam $g\ mol^{-1}$ tetapi besaran dan satuannya berbeda.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh $M(NaCl)$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan massa $0,5\ mol\ CO_2$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan mol serta stoikiometri perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $M(\text{NaCl})$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan satu entitas dan satu mol, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi estimasi kewajaran massa. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu molekul H_2O bermassa 18 g. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan satu entitas dan satu mol.

12.8.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks massa molar, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa molar adalah massa per jumlah zat dengan satuan g mol^{-1} atau kg mol^{-1} ; nilai numeriknya sering sama dengan A_r atau M_r dalam g mol^{-1} tetapi besaran dan satuannya berbeda.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh massa 0,5 mol CO_2 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $M(\text{H}_2\text{O})$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan stoikiometri serta A_r - M_r perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada massa 0,5 mol CO_2 . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung formula, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan ke timbangan laboratorium. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa molar berubah dengan jumlah sampel. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung formula.

12.8.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks massa molar, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa molar adalah massa per jumlah zat dengan satuan g mol^{-1} atau kg mol^{-1} ; nilai numeriknya sering sama dengan A_r atau M_r dalam g mol^{-1} tetapi besaran dan satuannya berbeda. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa koefisien reaksi mengubah massa molar zat. Variasi lain menyatakan bahwa massa molar sama dengan M_r tanpa satuan. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $M(\text{H}_2\text{O})$ termasuk contoh yang relevan, mengapa $M(\text{NaCl})$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep A_r - M_r secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan $m=nM$ dengan analisis satuan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi peta segitiga disertai makna. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien reaksi mengubah massa molar zat. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan $m=nM$ dengan analisis satuan.

12.8.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks massa molar, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa molar adalah massa per jumlah zat dengan satuan g mol^{-1} atau kg mol^{-1} ; nilai numeriknya sering sama dengan A_r atau M_r dalam g mol^{-1} tetapi besaran dan satuannya berbeda.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa massa molar sama dengan M_r tanpa satuan. Variasi lain menyatakan bahwa satu molekul H_2O bermassa 18 g. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $M(\text{NaCl})$ termasuk contoh yang relevan, mengapa massa 0,5 mol CO_2 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep mol secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan satu entitas dan satu mol, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi estimasi kewajaran massa. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa molar sama dengan M_r tanpa satuan. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan satu entitas dan satu mol.

12.8.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks massa molar, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa molar adalah massa per jumlah zat dengan satuan g mol^{-1} atau kg mol^{-1} ; nilai numeriknya sering sama dengan A_r atau M_r dalam g mol^{-1} tetapi besaran dan satuannya berbeda.. Fokus sumber dari model, gambar,

dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa satu molekul H_2O bermassa 18 g. Variasi lain menyatakan bahwa massa molar berubah dengan jumlah sampel. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada massa 0,5 mol CO_2 . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung formula, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan ke timbangan laboratorium. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu molekul H_2O bermassa 18 g. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung formula.

12.8.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks massa molar, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa molar adalah massa per jumlah zat dengan satuan g mol^{-1} atau kg mol^{-1} ; nilai numeriknya sering sama dengan A_r atau M_r dalam g mol^{-1} tetapi besaran dan satuannya berbeda.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggunakan $m=nM$ dengan analisis satuan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa massa molar berubah

dengan jumlah sampel tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $M(H_2O)$ termasuk contoh yang relevan, mengapa $M(NaCl)$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep Ar-Mr secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan $m=nM$ dengan analisis satuan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi peta segitiga disertai makna. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa molar berubah dengan jumlah sampel. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan $m=nM$ dengan analisis satuan.

12.8.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks massa molar, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa molar adalah massa per jumlah zat dengan satuan $g\ mol^{-1}$ atau $kg\ mol^{-1}$; nilai numeriknya sering sama dengan Ar atau Mr dalam $g\ mol^{-1}$ tetapi besaran dan satuannya berbeda.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan satu entitas dan satu mol. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa koefisien reaksi mengubah massa molar zat tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $M(NaCl)$ termasuk contoh yang relevan, mengapa massa $0,5\ mol\ CO_2$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi.

Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep mol secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan satu entitas dan satu mol, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi estimasi kewajaran massa. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien reaksi mengubah massa molar zat. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan satu entitas dan satu mol.

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

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks massa molar, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa molar adalah massa per jumlah zat dengan satuan g mol^{-1} atau kg mol^{-1} ; nilai numeriknya sering sama dengan A_r atau M_r dalam g mol^{-1} tetapi besaran dan satuannya berbeda.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghitung formula. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa massa molar sama dengan M_r tanpa satuan tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada massa 0,5 mol CO_2 . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung formula, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan ke timbangan laboratorium. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan

contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa molar sama dengan M_r tanpa satuan. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung formula.

12.8.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks massa molar, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa molar adalah massa per jumlah zat dengan satuan g mol^{-1} atau kg mol^{-1} ; nilai numeriknya sering sama dengan A_r atau M_r dalam g mol^{-1} tetapi besaran dan satuannya berbeda.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggunakan $m=nM$ dengan analisis satuan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa satu molekul H_2O bermassa 18 g tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $M(\text{H}_2\text{O})$ termasuk contoh yang relevan, mengapa $M(\text{NaCl})$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep A_r - M_r secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan $m=nM$ dengan analisis satuan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi peta segitiga disertai makna. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu molekul H_2O bermassa 18 g. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan $m=nM$ dengan analisis satuan.

12.8.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks massa molar, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa molar adalah massa per jumlah zat dengan satuan g mol^{-1} atau kg mol^{-1} ; nilai numeriknya sering sama dengan Ar atau Mr dalam g mol^{-1} tetapi besaran dan satuannya berbeda.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Remediasi dapat dirancang dengan cara estimasi kewajaran massa. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $\text{M}(\text{NaCl})$ termasuk contoh yang relevan, mengapa massa 0,5 mol CO_2 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep mol secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan satu entitas dan satu mol, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi estimasi kewajaran massa. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa molar berubah dengan jumlah sampel. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan satu entitas dan satu mol.

12.8.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks massa molar, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa molar adalah massa per jumlah zat dengan satuan g mol^{-1} atau kg mol^{-1} ; nilai numeriknya sering sama dengan Ar atau Mr dalam g mol^{-1} tetapi besaran dan satuannya berbeda.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap.

Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan ke timbangan laboratorium. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada massa 0,5 mol CO₂. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung formula, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan ke timbangan laboratorium. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien reaksi mengubah massa molar zat. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung formula.

12.8.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks massa molar, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa massa molar adalah massa per jumlah zat dengan satuan g mol⁻¹ atau kg mol⁻¹; nilai numeriknya sering sama dengan Ar atau Mr dalam g mol⁻¹ tetapi besaran dan satuannya berbeda.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Remediasi dapat dirancang dengan cara peta segitiga disertai makna. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang

mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $M(H_2O)$ termasuk contoh yang relevan, mengapa $M(NaCl)$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep Ar-Mr secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan $m=nM$ dengan analisis satuan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi peta segitiga disertai makna. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa molar sama dengan Mr tanpa satuan. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan $m=nM$ dengan analisis satuan.

12.9 Volume Molar Gas

Subbab ini membahas volume molar gas sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Volume molar gas bergantung pada suhu dan tekanan serta perilaku gas; nilai sekitar $22,4 \text{ L mol}^{-1}$ hanya berlaku mendekati 0 derajat C dan 1 atm untuk gas ideal, bukan konstanta universal.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup mol, gas ideal, suhu dan tekanan. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa satu mol semua zat bervolume $22,4 \text{ L}$ dan bahwa $22,4 \text{ L}$ berlaku pada suhu ruang apa pun. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks gas ideal STP, sekitar $24\text{--}25 \text{ L mol}^{-1}$ pada kondisi ruang tertentu, dan $PV=nRT$ dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menulis kondisi bersama nilai, menghindari STP ambigu, dan menggunakan eksperimen/simulasi gas. Keberhasilan intervensi diperiksa

melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Volume molar gas bergantung pada suhu dan tekanan serta perilaku gas; nilai sekitar $22,4 \text{ L mol}^{-1}$ hanya berlaku mendekati 0 derajat C dan 1 atm untuk gas ideal, bukan konstanta universal.

Pertanyaan diagnosis utama: meminta kondisi T dan P.

Remediasi awal: menulis kondisi bersama nilai.

12.9.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks volume molar gas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa volume molar gas bergantung pada suhu dan tekanan serta perilaku gas; nilai sekitar $22,4 \text{ L mol}^{-1}$ hanya berlaku mendekati 0 derajat C dan 1 atm untuk gas ideal, bukan konstanta universal.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh sekitar $24\text{-}25 \text{ L mol}^{-1}$ pada kondisi ruang tertentu dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $PV=nRT$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan gas ideal serta suhu dan tekanan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa sekitar $24\text{-}25 \text{ L mol}^{-1}$ pada kondisi ruang tertentu termasuk contoh yang relevan, mengapa $PV=nRT$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep gas ideal secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan dua kondisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari STP ambigu. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: 22,4 L berlaku pada suhu ruang apa pun. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan dua kondisi.

12.9.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks volume molar gas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa volume molar gas bergantung pada suhu dan tekanan serta perilaku gas; nilai sekitar 22,4 L mol⁻¹ hanya berlaku mendekati 0 derajat C dan 1 atm untuk gas ideal, bukan konstanta universal.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh $PV=nRT$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan gas ideal STP. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan suhu dan tekanan serta mol perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $PV=nRT$ termasuk contoh yang relevan, mengapa gas ideal STP perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep suhu dan tekanan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan persamaan gas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan eksperimen/simulasi gas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gas berbeda memiliki volume molar berbeda pada T dan P sama karena massanya. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan gas.

12.9.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks volume molar gas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa volume molar gas bergantung pada suhu dan tekanan serta perilaku gas; nilai sekitar 22,4 L mol⁻¹ hanya berlaku mendekati 0

derajat C dan 1 atm untuk gas ideal, bukan konstanta universal.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh gas ideal STP dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan sekitar $24\text{--}25 \text{ L mol}^{-1}$ pada kondisi ruang tertentu. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan mol serta gas ideal perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada gas ideal STP. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta kondisi T dan P, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menulis kondisi bersama nilai. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: volume molar digunakan untuk cairan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta kondisi T dan P.

12.9.4 Model Submikroskopik

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks volume molar gas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa volume molar gas bergantung pada suhu dan tekanan serta perilaku gas; nilai sekitar $22,4 \text{ L mol}^{-1}$ hanya berlaku mendekati 0 derajat C dan 1 atm untuk gas ideal, bukan konstanta universal.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh sekitar $24\text{--}25 \text{ L mol}^{-1}$ pada kondisi ruang tertentu dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $PV=nRT$. Perbandingan itu bukan sekadar

mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan gas ideal serta suhu dan tekanan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada sekitar $24\text{--}25 \text{ L mol}^{-1}$ pada kondisi ruang tertentu. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan dua kondisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari STP ambigu. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu mol semua zat bervolume $22,4 \text{ L}$. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan dua kondisi.

12.9.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks volume molar gas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa volume molar gas bergantung pada suhu dan tekanan serta perilaku gas; nilai sekitar $22,4 \text{ L mol}^{-1}$ hanya berlaku mendekati 0 derajat C dan 1 atm untuk gas ideal, bukan konstanta universal. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh $PV=nRT$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan gas ideal STP. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan suhu dan tekanan serta mol perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada $PV=nRT$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas

penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan persamaan gas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan eksperimen/simulasi gas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: 22,4 L berlaku pada suhu ruang apa pun. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan gas.

12.9.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks volume molar gas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa volume molar gas bergantung pada suhu dan tekanan serta perilaku gas; nilai sekitar 22,4 L mol⁻¹ hanya berlaku mendekati 0 derajat C dan 1 atm untuk gas ideal, bukan konstanta universal. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh gas ideal STP dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan sekitar 24-25 L mol⁻¹ pada kondisi ruang tertentu. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan mol serta gas ideal perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada gas ideal STP. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta kondisi T dan P, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menulis kondisi bersama nilai. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gas berbeda memiliki volume molar berbeda pada T dan P sama karena massanya. Bukti dapat diperoleh dengan meminta kondisi T dan P.

12.9.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks volume molar gas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa volume molar gas bergantung pada suhu dan tekanan serta perilaku gas; nilai sekitar $22,4 \text{ L mol}^{-1}$ hanya berlaku mendekati 0 derajat C dan 1 atm untuk gas ideal, bukan konstanta universal.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh sekitar $24\text{--}25 \text{ L mol}^{-1}$ pada kondisi ruang tertentu dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan $PV=nRT$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan gas ideal serta suhu dan tekanan perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada sekitar $24\text{--}25 \text{ L mol}^{-1}$ pada kondisi ruang tertentu. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan dua kondisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari STP ambigu. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: volume molar digunakan untuk cairan. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan dua kondisi.

12.9.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks volume molar gas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa volume molar gas bergantung pada suhu dan tekanan serta perilaku gas; nilai sekitar $22,4 \text{ L mol}^{-1}$ hanya berlaku mendekati 0 derajat C dan 1 atm untuk gas ideal, bukan konstanta universal.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa satu mol semua zat bervolume $22,4 \text{ L}$. Variasi lain menyatakan bahwa $22,4 \text{ L}$ berlaku pada suhu ruang apa pun. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $PV=nRT$ termasuk contoh yang relevan, mengapa gas ideal STP perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep suhu dan tekanan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan persamaan gas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan eksperimen/simulasi gas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu mol semua zat bervolume $22,4 \text{ L}$. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan gas.

12.9.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks volume molar gas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa volume molar gas bergantung pada suhu dan tekanan serta perilaku gas; nilai sekitar $22,4 \text{ L mol}^{-1}$ hanya berlaku mendekati 0 derajat C dan 1 atm

untuk gas ideal, bukan konstanta universal.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa 22,4 L berlaku pada suhu ruang apa pun. Variasi lain menyatakan bahwa gas berbeda memiliki volume molar berbeda pada T dan P sama karena massanya. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa gas ideal STP termasuk contoh yang relevan, mengapa sekitar 24-25 L mol⁻¹ pada kondisi ruang tertentu perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep mol secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta kondisi T dan P, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menulis kondisi bersama nilai. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: 22,4 L berlaku pada suhu ruang apa pun. Bukti dapat diperoleh dengan meminta kondisi T dan P.

12.9.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks volume molar gas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa volume molar gas bergantung pada suhu dan tekanan serta perilaku gas; nilai sekitar 22,4 L mol⁻¹ hanya berlaku mendekati 0 derajat C dan 1 atm untuk gas ideal, bukan konstanta universal.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa gas berbeda memiliki volume molar berbeda pada T dan P sama karena massanya. Variasi lain menyatakan bahwa volume molar digunakan untuk cairan. Kedua respons dapat tampak

sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada sekitar $24\text{--}25 \text{ L mol}^{-1}$ pada kondisi ruang tertentu. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan dua kondisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari STP ambigu. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gas berbeda memiliki volume molar berbeda pada T dan P sama karena massanya. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan dua kondisi.

12.9.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks volume molar gas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa volume molar gas bergantung pada suhu dan tekanan serta perilaku gas; nilai sekitar $22,4 \text{ L mol}^{-1}$ hanya berlaku mendekati 0°C dan 1 atm untuk gas ideal, bukan konstanta universal. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggunakan persamaan gas. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa volume molar digunakan untuk cairan tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $PV=nRT$ termasuk contoh yang relevan, mengapa gas ideal STP perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut

seharusnya menggunakan konsep suhu dan tekanan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan persamaan gas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan eksperimen/simulasi gas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: volume molar digunakan untuk cairan. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan gas.

12.9.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks volume molar gas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa volume molar gas bergantung pada suhu dan tekanan serta perilaku gas; nilai sekitar $22,4 \text{ L mol}^{-1}$ hanya berlaku mendekati 0°C dan 1 atm untuk gas ideal, bukan konstanta universal.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta kondisi T dan P. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa satu mol semua zat bervolume $22,4 \text{ L}$ tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa gas ideal STP termasuk contoh yang relevan, mengapa sekitar $24\text{--}25 \text{ L mol}^{-1}$ pada kondisi ruang tertentu perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep mol secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta kondisi T dan P, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menulis kondisi bersama nilai. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh

latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu mol semua zat bervolume 22,4 L. Bukti dapat diperoleh dengan meminta kondisi T dan P.

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

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks volume molar gas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa volume molar gas bergantung pada suhu dan tekanan serta perilaku gas; nilai sekitar 22,4 L mol⁻¹ hanya berlaku mendekati 0 derajat C dan 1 atm untuk gas ideal, bukan konstanta universal.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan dua kondisi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa 22,4 L berlaku pada suhu ruang apa pun tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada sekitar 24-25 L mol⁻¹ pada kondisi ruang tertentu. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan dua kondisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari STP ambigu. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: 22,4 L berlaku pada suhu ruang apa pun. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan dua kondisi.

12.9.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks volume molar gas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa volume molar gas bergantung pada suhu dan tekanan serta perilaku gas; nilai sekitar $22,4 \text{ L mol}^{-1}$ hanya berlaku mendekati 0 derajat C dan 1 atm untuk gas ideal, bukan konstanta universal.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggunakan persamaan gas. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa gas berbeda memiliki volume molar berbeda pada T dan P sama karena massanya tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $PV=nRT$ termasuk contoh yang relevan, mengapa gas ideal STP perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep suhu dan tekanan secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan persamaan gas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan eksperimen/simulasi gas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: gas berbeda memiliki volume molar berbeda pada T dan P sama karena massanya. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan gas.

12.9.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks volume molar gas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa volume molar gas bergantung pada suhu dan tekanan serta perilaku gas; nilai sekitar $22,4 \text{ L mol}^{-1}$ hanya berlaku mendekati 0 derajat C dan 1 atm untuk gas ideal, bukan konstanta universal.. Fokus

remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menulis kondisi bersama nilai. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa gas ideal STP termasuk contoh yang relevan, mengapa sekitar $24\text{--}25\text{ L mol}^{-1}$ pada kondisi ruang tertentu perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep mol secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta kondisi T dan P, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menulis kondisi bersama nilai. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: volume molar digunakan untuk cairan. Bukti dapat diperoleh dengan meminta kondisi T dan P.

12.9.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks volume molar gas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa volume molar gas bergantung pada suhu dan tekanan serta perilaku gas; nilai sekitar $22,4\text{ L mol}^{-1}$ hanya berlaku mendekati 0°C dan 1 atm untuk gas ideal, bukan konstanta universal.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghindari STP ambigu. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang

mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada sekitar 24-25 L mol⁻¹ pada kondisi ruang tertentu. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan dua kondisi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghindari STP ambigu. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satu mol semua zat bervolume 22,4 L. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan dua kondisi.

12.9.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks volume molar gas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa volume molar gas bergantung pada suhu dan tekanan serta perilaku gas; nilai sekitar 22,4 L mol⁻¹ hanya berlaku mendekati 0 derajat C dan 1 atm untuk gas ideal, bukan konstanta universal.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan eksperimen/simulasi gas. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa $PV=nRT$ termasuk contoh yang relevan, mengapa gas ideal STP perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep suhu dan tekanan secara konsisten dan tidak

menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan persamaan gas, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan eksperimen/simulasi gas. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: 22,4 L berlaku pada suhu ruang apa pun. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan gas.

12.10 Hubungan Mol, Massa, Partikel, dan Volume

Subbab ini membahas hubungan mol, massa, partikel, dan volume sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Mol menjadi simpul konversi antara massa melalui massa molar, partikel melalui konstanta Avogadro, dan volume gas melalui hukum gas pada kondisi tertentu; setiap jalur harus mempertahankan makna dan satuan.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup mol, massa molar, Avogadro dan gas. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa semua konversi dilakukan dengan satu rumus segitiga dan bahwa volume selalu dibagi 22,4. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks gram $\rightarrow$ mol $\rightarrow$ molekul, gas pada kondisi non-STP, dan ion per formula unit dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi analisis dimensi, peta konsep mol, dan variasi konteks. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Mol menjadi simpul konversi antara massa melalui massa molar, partikel melalui konstanta Avogadro, dan volume gas melalui hukum gas pada kondisi tertentu;

setiap jalur harus mempertahankan makna dan satuan.

Pertanyaan diagnosis utama: meminta peta konversi dengan satuan.

Remediasi awal: analisis dimensi.

12.10.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks hubungan mol, massa, partikel, dan volume, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol menjadi simpul konversi antara massa melalui massa molar, partikel melalui konstanta Avogadro, dan volume gas melalui hukum gas pada kondisi tertentu; setiap jalur harus mempertahankan makna dan satuan.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh gram $\rightarrow$ mol $\rightarrow$ molekul dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan gas pada kondisi non-STP. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan mol serta massa molar perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa gram $\rightarrow$ mol $\rightarrow$ molekul termasuk contoh yang relevan, mengapa gas pada kondisi non-STP perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep mol secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peta konversi dengan satuan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi analisis dimensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel dan mol dianggap jenis besaran sama. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peta konversi dengan satuan.

12.10.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks hubungan mol, massa, partikel, dan volume, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol menjadi simpul konversi antara massa melalui massa molar, partikel melalui konstanta Avogadro, dan volume gas melalui hukum gas pada kondisi tertentu; setiap jalur harus mempertahankan makna dan satuan.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh gas pada kondisi non-STP dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ion per formula unit. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan massa molar serta Avogadro dan gas perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa gas pada kondisi non-STP termasuk contoh yang relevan, mengapa ion per formula unit perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep massa molar secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan estimasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi peta konsep mol. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satuan dibuang terlalu awal. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan estimasi.

12.10.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks hubungan mol, massa, partikel, dan volume, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol menjadi simpul konversi antara massa melalui massa molar, partikel melalui

konstanta Avogadro, dan volume gas melalui hukum gas pada kondisi tertentu; setiap jalur harus mempertahankan makna dan satuan.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh ion per formula unit dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan gram $\rightarrow$ mol $\rightarrow$ molekul. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan Avogadro dan gas serta mol perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ion per formula unit. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan alasan operasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi variasi konteks. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua konversi dilakukan dengan satu rumus segitiga. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan alasan operasi.

12.10.4 Model Submikroskopik

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks hubungan mol, massa, partikel, dan volume, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol menjadi simpul konversi antara massa melalui massa molar, partikel melalui konstanta Avogadro, dan volume gas melalui hukum gas pada kondisi tertentu; setiap jalur harus mempertahankan makna dan satuan.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh gram $\rightarrow$ mol $\rightarrow$ molekul dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan gas pada kondisi non-STP. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan mol serta massa molar perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada gram $\rightarrow$ mol $\rightarrow$ molekul. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peta konversi dengan satuan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi analisis dimensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: volume selalu dibagi 22,4. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peta konversi dengan satuan.

12.10.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks hubungan mol, massa, partikel, dan volume, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol menjadi simpul konversi antara massa melalui massa molar, partikel melalui konstanta Avogadro, dan volume gas melalui hukum gas pada kondisi tertentu; setiap jalur harus mempertahankan makna dan satuan.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh gas pada kondisi non-STP dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan ion per formula unit. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan massa molar serta Avogadro dan gas perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar,

simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada gas pada kondisi non-STP. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan estimasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi peta konsep mol. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel dan mol dianggap jenis besaran sama. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan estimasi.

12.10.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks hubungan mol, massa, partikel, dan volume, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol menjadi simpul konversi antara massa melalui massa molar, partikel melalui konstanta Avogadro, dan volume gas melalui hukum gas pada kondisi tertentu; setiap jalur harus mempertahankan makna dan satuan.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh ion per formula unit dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan gram $\rightarrow$ mol $\rightarrow$ molekul. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan Avogadro dan gas serta mol perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada ion per formula unit. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat

itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan alasan operasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi variasi konteks. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satuan dibuang terlalu awal. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan alasan operasi.

12.10.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks hubungan mol, massa, partikel, dan volume, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol menjadi simpul konversi antara massa melalui massa molar, partikel melalui konstanta Avogadro, dan volume gas melalui hukum gas pada kondisi tertentu; setiap jalur harus mempertahankan makna dan satuan.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh gram $\rightarrow$ mol $\rightarrow$ molekul dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan gas pada kondisi non-STP. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan mol serta massa molar perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada gram $\rightarrow$ mol $\rightarrow$ molekul. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peta konversi dengan satuan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi analisis dimensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh

latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua konversi dilakukan dengan satu rumus segitiga. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peta konversi dengan satuan.

12.10.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks hubungan mol, massa, partikel, dan volume, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol menjadi simpul konversi antara massa melalui massa molar, partikel melalui konstanta Avogadro, dan volume gas melalui hukum gas pada kondisi tertentu; setiap jalur harus mempertahankan makna dan satuan.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa volume selalu dibagi 22,4. Variasi lain menyatakan bahwa partikel dan mol dianggap jenis besaran sama. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa gas pada kondisi non-STP termasuk contoh yang relevan, mengapa ion per formula unit perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep massa molar secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan estimasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi peta konsep mol. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: volume selalu dibagi 22,4. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan estimasi.

12.10.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks hubungan mol, massa, partikel, dan volume, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol menjadi simpul konversi antara massa melalui massa molar, partikel melalui konstanta Avogadro, dan volume gas melalui hukum gas pada kondisi tertentu; setiap jalur harus mempertahankan makna dan satuan.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa partikel dan mol dianggap jenis besaran sama. Variasi lain menyatakan bahwa satuan dibuang terlalu awal. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ion per formula unit termasuk contoh yang relevan, mengapa gram $\rightarrow$ mol $\rightarrow$ molekul perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep Avogadro dan gas secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan alasan operasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi variasi konteks. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel dan mol dianggap jenis besaran sama. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan alasan operasi.

12.10.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks hubungan mol, massa, partikel, dan volume, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol menjadi simpul konversi antara massa melalui massa molar, partikel melalui konstanta Avogadro, dan volume gas melalui hukum gas pada kondisi tertentu; setiap jalur harus mempertahankan makna dan satuan..

Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa satuan dibuang terlalu awal. Variasi lain menyatakan bahwa semua konversi dilakukan dengan satu rumus segitiga. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada gram $\rightarrow$ mol $\rightarrow$ molekul. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peta konversi dengan satuan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi analisis dimensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satuan dibuang terlalu awal. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peta konversi dengan satuan.

12.10.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks hubungan mol, massa, partikel, dan volume, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol menjadi simpul konversi antara massa melalui massa molar, partikel melalui konstanta Avogadro, dan volume gas melalui hukum gas pada kondisi tertentu; setiap jalur harus mempertahankan makna dan satuan.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggunakan estimasi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa semua konversi dilakukan dengan satu rumus

segitiga tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa gas pada kondisi non-STP termasuk contoh yang relevan, mengapa ion per formula unit perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep massa molar secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan estimasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi peta konsep mol. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua konversi dilakukan dengan satu rumus segitiga. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan estimasi.

12.10.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pembahasan ini perlu dimulai dari pembedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks hubungan mol, massa, partikel, dan volume, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol menjadi simpul konversi antara massa melalui massa molar, partikel melalui konstanta Avogadro, dan volume gas melalui hukum gas pada kondisi tertentu; setiap jalur harus mempertahankan makna dan satuan.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menjelaskan alasan operasi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa volume selalu dibagi 22,4 tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ion per formula unit termasuk contoh yang relevan, mengapa gram $\rightarrow$ mol $\rightarrow$

molekul perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep Avogadro dan gas secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan alasan operasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi variasi konteks. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: volume selalu dibagi 22,4. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan alasan operasi.

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

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks hubungan mol, massa, partikel, dan volume, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol menjadi simpul konversi antara massa melalui massa molar, partikel melalui konstanta Avogadro, dan volume gas melalui hukum gas pada kondisi tertentu; setiap jalur harus mempertahankan makna dan satuan.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta peta konversi dengan satuan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa partikel dan mol dianggap jenis besaran sama tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada gram → mol → molekul. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peta konversi dengan satuan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi analisis dimensi. Setelah

pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel dan mol dianggap jenis besaran sama. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peta konversi dengan satuan.

12.10.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks hubungan mol, massa, partikel, dan volume, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol menjadi simpul konversi antara massa melalui massa molar, partikel melalui konstanta Avogadro, dan volume gas melalui hukum gas pada kondisi tertentu; setiap jalur harus mempertahankan makna dan satuan.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggunakan estimasi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa satuan dibuang terlalu awal tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa gas pada kondisi non-STP termasuk contoh yang relevan, mengapa ion per formula unit perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep massa molar secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan estimasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi peta konsep mol. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satuan dibuang terlalu awal. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan estimasi.

12.10.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks hubungan mol, massa, partikel, dan volume, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol menjadi simpul konversi antara massa melalui massa molar, partikel melalui konstanta Avogadro, dan volume gas melalui hukum gas pada kondisi tertentu; setiap jalur harus mempertahankan makna dan satuan.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Remediasi dapat dirancang dengan cara variasi konteks. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa ion per formula unit termasuk contoh yang relevan, mengapa gram $\rightarrow$ mol $\rightarrow$ molekul perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep Avogadro dan gas secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan alasan operasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi variasi konteks. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua konversi dilakukan dengan satu rumus segitiga. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan alasan operasi.

12.10.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks hubungan mol, massa, partikel, dan volume, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol menjadi simpul konversi antara massa melalui massa molar, partikel melalui konstanta Avogadro, dan volume gas melalui hukum gas pada kondisi tertentu; setiap jalur harus mempertahankan makna dan satuan.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk

diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Remediasi dapat dirancang dengan cara analisis dimensi. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada gram $\rightarrow$ mol $\rightarrow$ molekul. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta peta konversi dengan satuan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi analisis dimensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: volume selalu dibagi 22,4. Bukti dapat diperoleh dengan meminta peta konversi dengan satuan.

12.10.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks hubungan mol, massa, partikel, dan volume, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa mol menjadi simpul konversi antara massa melalui massa molar, partikel melalui konstanta Avogadro, dan volume gas melalui hukum gas pada kondisi tertentu; setiap jalur harus mempertahankan makna dan satuan.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Remediasi dapat dirancang dengan cara peta konsep mol. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan

menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa gas pada kondisi non-STP termasuk contoh yang relevan, mengapa ion per formula unit perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep massa molar secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan estimasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi peta konsep mol. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: partikel dan mol dianggap jenis besaran sama. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan estimasi.

12.11 Perbandingan Stoikiometri

Subbab ini membahas perbandingan stoikiometri sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Rasio stoikiometri berasal dari koefisien persamaan setara dan berlaku untuk jumlah entitas atau mol; rasio massa diperoleh setelah memasukkan massa molar dan biasanya tidak sama dengan koefisien.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup persamaan setara, mol, pereaksi pembatas. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa koefisien langsung menjadi rasio gram dan bahwa rasio dapat digunakan sebelum persamaan setara. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks 2 mol H_2 per 1 mol O_2 , massa H_2 dan O_2 , dan rasio ion dalam presipitat dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan tabel awal-perubahan-hasil, analisis satuan, dan model partikel. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis

pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Rasio stoikiometri berasal dari koefisien persamaan setara dan berlaku untuk jumlah entitas atau mol; rasio massa diperoleh setelah memasukkan massa molar dan biasanya tidak sama dengan koefisien.

Pertanyaan diagnosis utama: menjelaskan asal faktor konversi.

Remediasi awal: menggunakan tabel awal-perubahan-hasil.

12.11.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks perbandingan stoikiometri, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rasio stoikiometri berasal dari koefisien persamaan setara dan berlaku untuk jumlah entitas atau mol; rasio massa diperoleh setelah memasukkan massa molar dan biasanya tidak sama dengan koefisien.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh rasio ion dalam presipitat dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan 2 mol H_2 per 1 mol O_2 . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan pereaksi pembatas serta persamaan setara perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa rasio ion dalam presipitat termasuk contoh yang relevan, mengapa 2 mol H_2 per 1 mol O_2 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pereaksi pembatas secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji rasio kebalikan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi model partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti

hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua rasio bersifat 1:1. Bukti dapat diperoleh dengan menguji rasio kebalikan.

12.11.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks perbandingan stoikiometri, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rasio stoikiometri berasal dari koefisien persamaan setara dan berlaku untuk jumlah entitas atau mol; rasio massa diperoleh setelah memasukkan massa molar dan biasanya tidak sama dengan koefisien.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh 2 mol H_2 per 1 mol O_2 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan massa H_2 dan O_2 . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan persamaan setara serta mol perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa 2 mol H_2 per 1 mol O_2 termasuk contoh yang relevan, mengapa massa H_2 dan O_2 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep persamaan setara secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan asal faktor konversi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel awal-perubahan-hasil. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien langsung menjadi rasio gram. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan asal faktor konversi.

12.11.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks perbandingan stoikiometri, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rasio stoikiometri berasal dari koefisien persamaan setara dan berlaku untuk jumlah entitas atau mol; rasio massa diperoleh setelah memasukkan massa molar dan biasanya tidak sama dengan koefisien.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh massa H₂ dan O₂ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan rasio ion dalam presipitat. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan mol serta pereaksi pembatas perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada massa H₂ dan O₂. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menulis satuan pada rasio, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi analisis satuan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: rasio dapat digunakan sebelum persamaan setara. Bukti dapat diperoleh dengan menulis satuan pada rasio.

12.11.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks perbandingan stoikiometri, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rasio stoikiometri berasal dari koefisien persamaan setara dan berlaku untuk jumlah entitas atau mol; rasio massa

diperoleh setelah memasukkan massa molar dan biasanya tidak sama dengan koefisien.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh rasio ion dalam presipitat dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan 2 mol H_2 per 1 mol O_2 . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan pereaksi pembatas serta persamaan setara perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada rasio ion dalam presipitat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji rasio kebalikan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi model partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: subskrip menjadi rasio antar zat. Bukti dapat diperoleh dengan menguji rasio kebalikan.

12.11.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks perbandingan stoikiometri, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rasio stoikiometri berasal dari koefisien persamaan setara dan berlaku untuk jumlah entitas atau mol; rasio massa diperoleh setelah memasukkan massa molar dan biasanya tidak sama dengan koefisien.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh 2 mol H_2 per 1 mol O_2 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan massa H_2 dan O_2 . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan persamaan setara serta mol perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada 2 mol H_2 per 1 mol O_2 . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan asal faktor konversi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel awal-perubahan-hasil. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua rasio bersifat 1:1. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan asal faktor konversi.

12.11.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks perbandingan stoikiometri, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rasio stoikiometri berasal dari koefisien persamaan setara dan berlaku untuk jumlah entitas atau mol; rasio massa diperoleh setelah memasukkan massa molar dan biasanya tidak sama dengan koefisien.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh massa H_2 dan O_2 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan rasio ion dalam presipitat. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan mol serta pereaksi pembatas perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau

perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada massa H_2 dan O_2 . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menulis satuan pada rasio, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi analisis satuan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien langsung menjadi rasio gram. Bukti dapat diperoleh dengan menulis satuan pada rasio.

12.11.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks perbandingan stoikiometri, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rasio stoikiometri berasal dari koefisien persamaan setara dan berlaku untuk jumlah entitas atau mol; rasio massa diperoleh setelah memasukkan massa molar dan biasanya tidak sama dengan koefisien.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh rasio ion dalam presipitat dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan 2 mol H_2 per 1 mol O_2 . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan pereaksi pembatas serta persamaan setara perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada rasio ion dalam presipitat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga

tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji rasio kebalikan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi model partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: rasio dapat digunakan sebelum persamaan setara. Bukti dapat diperoleh dengan menguji rasio kebalikan.

12.11.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks perbandingan stoikiometri, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rasio stoikiometri berasal dari koefisien persamaan setara dan berlaku untuk jumlah entitas atau mol; rasio massa diperoleh setelah memasukkan massa molar dan biasanya tidak sama dengan koefisien.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa subskrip menjadi rasio antar zat. Variasi lain menyatakan bahwa semua rasio bersifat 1:1. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa 2 mol H₂ per 1 mol O₂ termasuk contoh yang relevan, mengapa massa H₂ dan O₂ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep persamaan setara secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan asal faktor konversi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel awal-perubahan-hasil. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: subskrip menjadi rasio antar zat. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan asal faktor konversi.

12.11.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks perbandingan stoikiometri, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rasio stoikiometri berasal dari koefisien persamaan setara dan berlaku untuk jumlah entitas atau mol; rasio massa diperoleh setelah memasukkan massa molar dan biasanya tidak sama dengan koefisien.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa semua rasio bersifat 1:1. Variasi lain menyatakan bahwa koefisien langsung menjadi rasio gram. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa massa H₂ dan O₂ termasuk contoh yang relevan, mengapa rasio ion dalam presipitat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep mol secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menulis satuan pada rasio, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi analisis satuan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua rasio bersifat 1:1. Bukti dapat diperoleh dengan menulis satuan pada rasio.

12.11.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks perbandingan stoikiometri, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rasio stoikiometri berasal dari koefisien persamaan setara dan berlaku untuk jumlah entitas atau mol; rasio massa diperoleh setelah memasukkan massa molar dan biasanya tidak sama dengan koefisien.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa koefisien langsung menjadi rasio gram. Variasi lain menyatakan bahwa rasio dapat digunakan sebelum persamaan setara. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada rasio ion dalam presipitat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji rasio kebalikan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi model partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien langsung menjadi rasio gram. Bukti dapat diperoleh dengan menguji rasio kebalikan.

12.11.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks perbandingan stoikiometri, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rasio stoikiometri berasal dari koefisien persamaan setara dan berlaku untuk jumlah entitas atau mol; rasio massa diperoleh setelah memasukkan massa molar dan biasanya tidak sama

dengan koefisien.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menjelaskan asal faktor konversi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa rasio dapat digunakan sebelum persamaan setara tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa 2 mol H_2 per 1 mol O_2 termasuk contoh yang relevan, mengapa massa H_2 dan O_2 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep persamaan setara secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan asal faktor konversi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel awal-perubahan-hasil. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: rasio dapat digunakan sebelum persamaan setara. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan asal faktor konversi.

12.11.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks perbandingan stoikiometri, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rasio stoikiometri berasal dari koefisien persamaan setara dan berlaku untuk jumlah entitas atau mol; rasio massa diperoleh setelah memasukkan massa molar dan biasanya tidak sama dengan koefisien.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menulis satuan pada rasio. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa subskrip menjadi rasio antar zat tidak boleh

langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa massa H₂ dan O₂ termasuk contoh yang relevan, mengapa rasio ion dalam presipitat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep mol secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menulis satuan pada rasio, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi analisis satuan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: subskrip menjadi rasio antar zat. Bukti dapat diperoleh dengan menulis satuan pada rasio.

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

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks perbandingan stoikiometri, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rasio stoikiometri berasal dari koefisien persamaan setara dan berlaku untuk jumlah entitas atau mol; rasio massa diperoleh setelah memasukkan massa molar dan biasanya tidak sama dengan koefisien.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menguji rasio kebalikan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa semua rasio bersifat 1:1 tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada rasio ion dalam presipitat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model

bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji rasio kebalikan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi model partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua rasio bersifat 1:1. Bukti dapat diperoleh dengan menguji rasio kebalikan.

12.11.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks perbandingan stoikiometri, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rasio stoikiometri berasal dari koefisien persamaan setara dan berlaku untuk jumlah entitas atau mol; rasio massa diperoleh setelah memasukkan massa molar dan biasanya tidak sama dengan koefisien.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menjelaskan asal faktor konversi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa koefisien langsung menjadi rasio gram tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa 2 mol H₂ per 1 mol O₂ termasuk contoh yang relevan, mengapa massa H₂ dan O₂ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep persamaan setara secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan asal faktor konversi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel awal-perubahan-hasil. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien langsung menjadi rasio gram. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan asal faktor konversi.

12.11.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks perbandingan stoikiometri, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rasio stoikiometri berasal dari koefisien persamaan setara dan berlaku untuk jumlah entitas atau mol; rasio massa diperoleh setelah memasukkan massa molar dan biasanya tidak sama dengan koefisien.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Remediasi dapat dirancang dengan cara analisis satuan. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa massa H₂ dan O₂ termasuk contoh yang relevan, mengapa rasio ion dalam presipitat perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep mol secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menulis satuan pada rasio, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi analisis satuan. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: rasio dapat digunakan sebelum persamaan setara. Bukti dapat diperoleh dengan menulis satuan pada rasio.

12.11.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks perbandingan stoikiometri, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rasio stoikiometri berasal dari koefisien persamaan setara dan berlaku untuk jumlah entitas atau mol; rasio massa diperoleh setelah memasukkan massa molar dan biasanya tidak sama dengan koefisien.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Remediasi dapat dirancang dengan cara model partikel. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada rasio ion dalam presipitat. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji rasio kebalikan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi model partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: subskrip menjadi rasio antar zat. Bukti dapat diperoleh dengan menguji rasio kebalikan.

12.11.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks perbandingan stoikiometri, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rasio stoikiometri berasal dari koefisien persamaan setara dan berlaku untuk jumlah entitas atau mol; rasio massa diperoleh setelah memasukkan massa molar dan biasanya tidak sama

dengan koefisien.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan tabel awal-perubahan-hasil. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa 2 mol H_2 per 1 mol O_2 termasuk contoh yang relevan, mengapa massa H_2 dan O_2 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep persamaan setara secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menjelaskan asal faktor konversi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel awal-perubahan-hasil. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua rasio bersifat 1:1. Bukti dapat diperoleh dengan menjelaskan asal faktor konversi.

12.12 Pereaksi Pembatas

Subbab ini membahas pereaksi pembatas sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Pereaksi pembatas adalah pereaksi yang habis terlebih dahulu berdasarkan jumlah mol dan rasio persamaan, sehingga menentukan jumlah maksimum produk; bukan selalu pereaksi bermassa atau koefisien terkecil.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup rasio stoikiometri, pereaksi berlebih, hasil teoritis. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa massa terkecil selalu pembatas dan bahwa koefisien terkecil selalu pembatas. Respons seperti itu

dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks sandwich analogy dengan batas, H₂ dan O₂, dan reaksi Al dan Cl₂ dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan metode rasio terstandar, menghubungkan model partikel, dan memeriksa sisa pereaksi. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Pereaksi pembatas adalah pereaksi yang habis terlebih dahulu berdasarkan jumlah mol dan rasio persamaan, sehingga menentukan jumlah maksimum produk; bukan selalu pereaksi bermassa atau koefisien terkecil.

Pertanyaan diagnosis utama: membandingkan n/koefisien.

Remediasi awal: menggunakan metode rasio terstandar.

12.12.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks pereaksi pembatas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi pembatas adalah pereaksi yang habis terlebih dahulu berdasarkan jumlah mol dan rasio persamaan, sehingga menentukan jumlah maksimum produk; bukan selalu pereaksi bermassa atau koefisien terkecil.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh H₂ dan O₂ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan reaksi Al dan Cl₂. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan pereaksi berlebih serta hasil teoritis perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa H₂ dan O₂ termasuk contoh yang relevan, mengapa reaksi Al dan Cl₂ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pereaksi berlebih secara konsisten dan

tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar kelompok reaksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan model partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa terkecil selalu pembatas. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar kelompok reaksi.

12.12.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks pereaksi pembatas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi pembatas adalah pereaksi yang habis terlebih dahulu berdasarkan jumlah mol dan rasio persamaan, sehingga menentukan jumlah maksimum produk; bukan selalu pereaksi bermassa atau koefisien terkecil. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh reaksi Al dan Cl₂ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan sandwich analogy dengan batas. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan hasil teoritis serta rasio stoikiometri perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa reaksi Al dan Cl₂ termasuk contoh yang relevan, mengapa sandwich analogy dengan batas perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep hasil teoritis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung produk dari tiap pereaksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memeriksa sisa pereaksi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti

hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien terkecil selalu pembatas. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung produk dari tiap pereaksi.

12.12.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks pereaksi pembatas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi pembatas adalah pereaksi yang habis terlebih dahulu berdasarkan jumlah mol dan rasio persamaan, sehingga menentukan jumlah maksimum produk; bukan selalu pereaksi bermassa atau koefisien terkecil.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh sandwich analogy dengan batas dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan H₂ dan O₂. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan rasio stoikiometri serta pereaksi berlebih perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada sandwich analogy dengan batas. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan n /koefisien, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan metode rasio terstandar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua pereaksi habis. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan n /koefisien.

12.12.4 Model Submikroskopik

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks pereaksi pembatas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi pembatas adalah pereaksi yang habis terlebih dahulu berdasarkan jumlah mol dan rasio persamaan, sehingga menentukan jumlah maksimum produk; bukan selalu pereaksi bermassa atau koefisien terkecil.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh H₂ dan O₂ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan reaksi Al dan Cl₂. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan pereaksi berlebih serta hasil teoritis perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada H₂ dan O₂. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar kelompok reaksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan model partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pembatas ditentukan setelah menghitung produk aktual. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar kelompok reaksi.

12.12.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks pereaksi pembatas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi pembatas adalah pereaksi yang habis terlebih dahulu berdasarkan jumlah mol dan rasio persamaan, sehingga

menentukan jumlah maksimum produk; bukan selalu pereaksi bermassa atau koefisien terkecil.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh reaksi Al dan Cl₂ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan sandwich analogy dengan batas. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan hasil teoritis serta rasio stoikiometri perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada reaksi Al dan Cl₂. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung produk dari tiap pereaksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memeriksa sisa pereaksi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa terkecil selalu pembatas. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung produk dari tiap pereaksi.

12.12.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks pereaksi pembatas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi pembatas adalah pereaksi yang habis terlebih dahulu berdasarkan jumlah mol dan rasio persamaan, sehingga menentukan jumlah maksimum produk; bukan selalu pereaksi bermassa atau koefisien terkecil.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh sandwich analogy dengan batas dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan H_2 dan O_2 . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan rasio stoikiometri serta pereaksi berlebih perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada sandwich analogy dengan batas. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan n /koefisien, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan metode rasio terstandar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien terkecil selalu pembatas. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan n /koefisien.

12.12.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks pereaksi pembatas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi pembatas adalah pereaksi yang habis terlebih dahulu berdasarkan jumlah mol dan rasio persamaan, sehingga menentukan jumlah maksimum produk; bukan selalu pereaksi bermassa atau koefisien terkecil. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh H_2 dan O_2 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan reaksi Al dan Cl_2 . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan pereaksi berlebih serta hasil teoritis perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau

perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada H₂ dan O₂. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar kelompok reaksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan model partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua pereaksi habis. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar kelompok reaksi.

12.12.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks pereaksi pembatas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi pembatas adalah pereaksi yang habis terlebih dahulu berdasarkan jumlah mol dan rasio persamaan, sehingga menentukan jumlah maksimum produk; bukan selalu pereaksi bermassa atau koefisien terkecil. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa pembatas ditentukan setelah menghitung produk aktual. Variasi lain menyatakan bahwa massa terkecil selalu pembatas. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa reaksi Al dan Cl₂ termasuk contoh yang relevan, mengapa sandwich analogy dengan batas perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep hasil teoritis secara

konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung produk dari tiap pereaksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memeriksa sisa pereaksi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pembatas ditentukan setelah menghitung produk aktual. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung produk dari tiap pereaksi.

12.12.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks pereaksi pembatas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi pembatas adalah pereaksi yang habis terlebih dahulu berdasarkan jumlah mol dan rasio persamaan, sehingga menentukan jumlah maksimum produk; bukan selalu pereaksi bermassa atau koefisien terkecil. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa massa terkecil selalu pembatas. Variasi lain menyatakan bahwa koefisien terkecil selalu pembatas. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa sandwich analogy dengan batas termasuk contoh yang relevan, mengapa H₂ dan O₂ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep rasio stoikiometri secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan n/koefisien, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan metode rasio terstandar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer

juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa terkecil selalu pembatas. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan n /koefisien.

12.12.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks pereaksi pembatas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi pembatas adalah pereaksi yang habis terlebih dahulu berdasarkan jumlah mol dan rasio persamaan, sehingga menentukan jumlah maksimum produk; bukan selalu pereaksi bermassa atau koefisien terkecil.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa koefisien terkecil selalu pembatas. Variasi lain menyatakan bahwa semua pereaksi habis. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada H_2 dan O_2 . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar kelompok reaksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan model partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien terkecil selalu pembatas. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar kelompok reaksi.

12.12.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks pereaksi pembatas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi pembatas adalah pereaksi yang habis terlebih dahulu berdasarkan jumlah mol dan rasio persamaan, sehingga menentukan jumlah maksimum produk; bukan selalu pereaksi bermassa atau koefisien terkecil.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghitung produk dari tiap pereaksi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa semua pereaksi habis tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa reaksi Al dan Cl₂ termasuk contoh yang relevan, mengapa sandwich analogy dengan batas perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep hasil teoritis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung produk dari tiap pereaksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memeriksa sisa pereaksi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua pereaksi habis. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung produk dari tiap pereaksi.

12.12.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks pereaksi pembatas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi pembatas adalah pereaksi yang habis terlebih dahulu berdasarkan jumlah mol dan rasio persamaan, sehingga menentukan jumlah maksimum produk; bukan selalu pereaksi bermassa atau koefisien terkecil.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk

membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan n /koefisien. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa pembatas ditentukan setelah menghitung produk aktual tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa sandwich analogy dengan batas termasuk contoh yang relevan, mengapa H₂ dan O₂ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep rasio stoikiometri secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan n /koefisien, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan metode rasio terstandar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pembatas ditentukan setelah menghitung produk aktual. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan n /koefisien.

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

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks pereaksi pembatas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi pembatas adalah pereaksi yang habis terlebih dahulu berdasarkan jumlah mol dan rasio persamaan, sehingga menentukan jumlah maksimum produk; bukan selalu pereaksi bermassa atau koefisien terkecil.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggambar kelompok reaksi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa massa terkecil selalu pembatas tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan

melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada H₂ dan O₂. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar kelompok reaksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan model partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa terkecil selalu pembatas. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar kelompok reaksi.

12.12.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks pereaksi pembatas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi pembatas adalah pereaksi yang habis terlebih dahulu berdasarkan jumlah mol dan rasio persamaan, sehingga menentukan jumlah maksimum produk; bukan selalu pereaksi bermassa atau koefisien terkecil. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghitung produk dari tiap pereaksi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa koefisien terkecil selalu pembatas tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa reaksi Al dan Cl₂ termasuk contoh yang relevan, mengapa sandwich analogy dengan batas perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep hasil teoritis secara

konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung produk dari tiap pereaksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memeriksa sisa pereaksi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: koefisien terkecil selalu pembatas. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung produk dari tiap pereaksi.

12.12.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks pereaksi pembatas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi pembatas adalah pereaksi yang habis terlebih dahulu berdasarkan jumlah mol dan rasio persamaan, sehingga menentukan jumlah maksimum produk; bukan selalu pereaksi bermassa atau koefisien terkecil.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan metode rasio terstandar. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa sandwich analogy dengan batas termasuk contoh yang relevan, mengapa H₂ dan O₂ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep rasio stoikiometri secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan n/koefisien, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan metode rasio terstandar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer

juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua pereaksi habis. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan n /koefisien.

12.12.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks pereaksi pembatas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi pembatas adalah pereaksi yang habis terlebih dahulu berdasarkan jumlah mol dan rasio persamaan, sehingga menentukan jumlah maksimum produk; bukan selalu pereaksi bermassa atau koefisien terkecil.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan model partikel. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada H_2 dan O_2 . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar kelompok reaksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan model partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pembatas ditentukan setelah menghitung produk aktual. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar kelompok reaksi.

12.12.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks pereaksi pembatas, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi pembatas adalah pereaksi yang habis terlebih dahulu berdasarkan jumlah mol dan rasio persamaan, sehingga menentukan jumlah maksimum produk; bukan selalu pereaksi bermassa atau koefisien terkecil. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Remediasi dapat dirancang dengan cara memeriksa sisa pereaksi. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa reaksi Al dan Cl_2 termasuk contoh yang relevan, mengapa sandwich analogy dengan batas perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep hasil teoritis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung produk dari tiap pereaksi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi memeriksa sisa pereaksi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: massa terkecil selalu pembatas. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung produk dari tiap pereaksi.

12.13 Pereaksi Berlebih

Subbab ini membahas pereaksi berlebih sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Pereaksi berlebih tersisa setelah pereaksi pembatas habis; jumlah sisanya dihitung dari konsumsi stoikiometri, bukan sekadar selisih massa awal.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup pereaksi pembatas, stoikiometri, hasil reaksi. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar

daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa berlebih berarti tidak bereaksi sama sekali dan bahwa sisa diperoleh mengurangkan massa pereaksi berbeda. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks O2 berlebih pada pembakaran, asam berlebih dalam titrasi, dan reagen berlebih dalam sintesis dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan tabel mol, menjaga satuan spesies, dan menghubungkan dengan pemurnian. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Pereaksi berlebih tersisa setelah pereaksi pembatas habis; jumlah sisanya dihitung dari konsumsi stoikiometrik, bukan sekadar selisih massa awal.

Pertanyaan diagnosis utama: menghitung yang dikonsumsi dan sisa.

Remediasi awal: menggunakan tabel mol.

12.13.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pembahasan ini perlu dimulai dari pembedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks pereaksi berlebih, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi berlebih tersisa setelah pereaksi pembatas habis; jumlah sisanya dihitung dari konsumsi stoikiometrik, bukan sekadar selisih massa awal.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh O2 berlebih pada pembakaran dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan asam berlebih dalam titrasi. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan pereaksi pembatas serta stoikiometri perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa O2 berlebih pada pembakaran termasuk contoh yang relevan, mengapa asam

berlebih dalam titrasi perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pereaksi pembatas secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung yang dikonsumsi dan sisa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel mol. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: sisa diperoleh mengurangi massa pereaksi berbeda. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung yang dikonsumsi dan sisa.

12.13.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks pereaksi berlebih, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi berlebih tersisa setelah pereaksi pembatas habis; jumlah sisanya dihitung dari konsumsi stoikiometrik, bukan sekadar selisih massa awal.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh asam berlebih dalam titrasi dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan reagen berlebih dalam sintesis. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan stoikiometri serta hasil reaksi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa asam berlebih dalam titrasi termasuk contoh yang relevan, mengapa reagen berlebih dalam sintesis perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep stoikiometri secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjaga satuan spesies. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan

contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jumlah berlebih tidak memengaruhi proses. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram sebelum-sesudah.

12.13.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks pereaksi berlebih, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi berlebih tersisa setelah pereaksi pembatas habis; jumlah sisanya dihitung dari konsumsi stoikiometrik, bukan sekadar selisih massa awal.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh reagen berlebih dalam sintesis dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan O_2 berlebih pada pembakaran. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan hasil reaksi serta pereaksi pembatas perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada reagen berlebih dalam sintesis. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan kelebihan dan sisa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan pemurnian. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua pereaksi berlebih tersisa dalam bentuk awal tanpa reaksi samping. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan kelebihan dan sisa.

12.13.4 Model Submikroskopik

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks pereaksi berlebih, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi berlebih tersisa setelah pereaksi pembatas habis; jumlah sisanya dihitung dari konsumsi stoikiometrik, bukan sekadar selisih massa awal.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh O₂ berlebih pada pembakaran dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan asam berlebih dalam titrasi. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan pereaksi pembatas serta stoikiometri perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada O₂ berlebih pada pembakaran. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung yang dikonsumsi dan sisa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel mol. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: berlebih berarti tidak bereaksi sama sekali. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung yang dikonsumsi dan sisa.

12.13.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks pereaksi berlebih, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi berlebih tersisa setelah pereaksi pembatas habis; jumlah sisanya dihitung dari konsumsi stoikiometrik, bukan sekadar selisih massa awal.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol,

rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh asam berlebih dalam titrasi dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan reagen berlebih dalam sintesis. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan stoikiometri serta hasil reaksi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada asam berlebih dalam titrasi. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjaga satuan spesies. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: sisa diperoleh mengurangi massa pereaksi berbeda. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram sebelum-sesudah.

12.13.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks pereaksi berlebih, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi berlebih tersisa setelah pereaksi pembatas habis; jumlah sisanya dihitung dari konsumsi stoikiometrik, bukan sekadar selisih massa awal.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh reagen berlebih dalam sintesis dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan O₂ berlebih pada pembakaran. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan hasil reaksi serta pereaksi

pembatas perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada reagen berlebih dalam sintesis. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan kelebihan dan sisa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan pemurnian. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jumlah berlebih tidak memengaruhi proses. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan kelebihan dan sisa.

12.13.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks pereaksi berlebih, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi berlebih tersisa setelah pereaksi pembatas habis; jumlah sisanya dihitung dari konsumsi stoikiometrik, bukan sekadar selisih massa awal.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh O2 berlebih pada pembakaran dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan asam berlebih dalam titrasi. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan pereaksi pembatas serta stoikiometri perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada O2 berlebih pada pembakaran. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu

menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung yang dikonsumsi dan sisa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel mol. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua pereaksi berlebih tersisa dalam bentuk awal tanpa reaksi samping. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung yang dikonsumsi dan sisa.

12.13.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks pereaksi berlebih, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi berlebih tersisa setelah pereaksi pembatas habis; jumlah sisanya dihitung dari konsumsi stoikiometrik, bukan sekadar selisih massa awal. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa berlebih berarti tidak bereaksi sama sekali. Variasi lain menyatakan bahwa sisa diperoleh mengurangi massa pereaksi berbeda. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa asam berlebih dalam titrasi termasuk contoh yang relevan, mengapa reagen berlebih dalam sintesis perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep stoikiometri secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjaga satuan spesies. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual

apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: berlebih berarti tidak bereaksi sama sekali. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram sebelum-sesudah.

12.13.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks pereaksi berlebih, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi berlebih tersisa setelah pereaksi pembatas habis; jumlah sisanya dihitung dari konsumsi stoikiometrik, bukan sekadar selisih massa awal.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa sisa diperoleh mengurangkan massa pereaksi berbeda. Variasi lain menyatakan bahwa jumlah berlebih tidak memengaruhi proses. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa reagen berlebih dalam sintesis termasuk contoh yang relevan, mengapa O₂ berlebih pada pembakaran perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep hasil reaksi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan kelebihan dan sisa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan pemurnian. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: sisa diperoleh mengurangkan massa pereaksi berbeda. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan kelebihan dan sisa.

12.13.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks pereaksi berlebih, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi berlebih tersisa setelah pereaksi pembatas habis; jumlah sisanya dihitung dari konsumsi stoikiometrik, bukan sekadar selisih massa awal.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa jumlah berlebih tidak memengaruhi proses. Variasi lain menyatakan bahwa semua pereaksi berlebih tersisa dalam bentuk awal tanpa reaksi samping. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada O₂ berlebih pada pembakaran. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung yang dikonsumsi dan sisa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel mol. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jumlah berlebih tidak memengaruhi proses. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung yang dikonsumsi dan sisa.

12.13.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks pereaksi berlebih, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi berlebih tersisa setelah pereaksi pembatas habis; jumlah sisanya dihitung dari konsumsi stoikiometrik, bukan sekadar selisih massa awal.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi,

skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta diagram sebelum-sesudah. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa semua pereaksi berlebih tersisa dalam bentuk awal tanpa reaksi samping tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa asam berlebih dalam titrasi termasuk contoh yang relevan, mengapa reagen berlebih dalam sintesis perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep stoikiometri secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjaga satuan spesies. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua pereaksi berlebih tersisa dalam bentuk awal tanpa reaksi samping. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram sebelum-sesudah.

12.13.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks pereaksi berlebih, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi berlebih tersisa setelah pereaksi pembatas habis; jumlah sisanya dihitung dari konsumsi stoikiometrik, bukan sekadar selisih massa awal.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan kelebihan dan sisa. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa berlebih berarti tidak bereaksi sama sekali tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut

pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa reagen berlebih dalam sintesis termasuk contoh yang relevan, mengapa O₂ berlebih pada pembakaran perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep hasil reaksi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan kelebihan dan sisa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan pemurnian. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: berlebih berarti tidak bereaksi sama sekali. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan kelebihan dan sisa.

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

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks pereaksi berlebih, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi berlebih tersisa setelah pereaksi pembatas habis; jumlah sisanya dihitung dari konsumsi stoikiometrik, bukan sekadar selisih massa awal.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghitung yang dikonsumsi dan sisa. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa sisa diperoleh mengurangi massa pereaksi berbeda tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada O₂ berlebih pada pembakaran. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki

aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung yang dikonsumsi dan sisa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel mol. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: sisa diperoleh mengurangi massa pereaksi berbeda. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung yang dikonsumsi dan sisa.

12.13.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks pereaksi berlebih, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi berlebih tersisa setelah pereaksi pembatas habis; jumlah sisanya dihitung dari konsumsi stoikiometrik, bukan sekadar selisih massa awal.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta diagram sebelum-sesudah. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa jumlah berlebih tidak memengaruhi proses tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa asam berlebih dalam titrasi termasuk contoh yang relevan, mengapa reagen berlebih dalam sintesis perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep stoikiometri secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjaga satuan spesies. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jumlah berlebih tidak memengaruhi proses. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram sebelum-sesudah.

12.13.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks pereaksi berlebih, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi berlebih tersisa setelah pereaksi pembatas habis; jumlah sisanya dihitung dari konsumsi stoikiometrik, bukan sekadar selisih massa awal.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan dengan pemurnian. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa reagen berlebih dalam sintesis termasuk contoh yang relevan, mengapa O₂ berlebih pada pembakaran perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep hasil reaksi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan kelebihan dan sisa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan dengan pemurnian. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua pereaksi berlebih tersisa dalam bentuk awal tanpa reaksi samping. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan kelebihan dan sisa.

12.13.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks pereaksi berlebih, gagasan ilmiah

yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi berlebih tersisa setelah pereaksi pembatas habis; jumlah sisanya dihitung dari konsumsi stoikiometrik, bukan sekadar selisih massa awal.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan tabel mol. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada O₂ berlebih pada pembakaran. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghitung yang dikonsumsi dan sisa, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel mol. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: berlebih berarti tidak bereaksi sama sekali. Bukti dapat diperoleh dengan menghitung yang dikonsumsi dan sisa.

12.13.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks pereaksi berlebih, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa pereaksi berlebih tersisa setelah pereaksi pembatas habis; jumlah sisanya dihitung dari konsumsi stoikiometrik, bukan sekadar selisih massa awal.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menjaga satuan spesies. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa asam berlebih dalam titrasi termasuk contoh yang relevan, mengapa reagen berlebih dalam sintesis perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep stoikiometri secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta diagram sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menjaga satuan spesies. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: sisa diperoleh mengurangi massa pereaksi berbeda. Bukti dapat diperoleh dengan meminta diagram sebelum-sesudah.

12.14 Persen Hasil

Subbab ini membahas persen hasil sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Persen hasil adalah perbandingan hasil aktual terhadap hasil teoritis dikali 100%; hasil teoritis ditentukan oleh pereaksi pembatas, sedangkan selisih dapat berasal dari reaksi samping, kehilangan, kesetimbangan, atau pengukuran.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup hasil teoritis, pereaksi pembatas, pengukuran. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa persen hasil selalu kurang dari 100 tanpa pengecualian data dan bahwa hasil teoritis adalah hasil yang diinginkan secara subjektif. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks sintesis kristal, produk basah memberi $>100\%$, dan reaksi tidak tuntas dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis

hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan audit massa, membahas ketidakpastian, dan menghubungkan prosedur lab. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Persen hasil adalah perbandingan hasil aktual terhadap hasil teoritis dikali 100%; hasil teoritis ditentukan oleh pereaksi pembatas, sedangkan selisih dapat berasal dari reaksi samping, kehilangan, kesetimbangan, atau pengukuran.

Pertanyaan diagnosis utama: menentukan pembatas lebih dulu.

Remediasi awal: menggunakan audit massa.

12.14.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks persen hasil, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persen hasil adalah perbandingan hasil aktual terhadap hasil teoritis dikali 100%; hasil teoritis ditentukan oleh pereaksi pembatas, sedangkan selisih dapat berasal dari reaksi samping, kehilangan, kesetimbangan, atau pengukuran.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh reaksi tidak tuntas dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan sintesis kristal. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan pengukuran serta hasil teoritis perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa reaksi tidak tuntas termasuk contoh yang relevan, mengapa sintesis kristal perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pengukuran secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan hasil, konversi, selektivitas, kemurnian, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan prosedur lab. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan

konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: persen hasil sama dengan kemurnian. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan hasil, konversi, selektivitas, kemurnian.

12.14.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks persen hasil, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persen hasil adalah perbandingan hasil aktual terhadap hasil teoritis dikali 100%; hasil teoritis ditentukan oleh pereaksi pembatas, sedangkan selisih dapat berasal dari reaksi samping, kehilangan, kesetimbangan, atau pengukuran.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh sintesis kristal dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan produk basah memberi >100%. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan hasil teoritis serta pereaksi pembatas perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa sintesis kristal termasuk contoh yang relevan, mengapa produk basah memberi >100% perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep hasil teoritis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan pembatas lebih dulu, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan audit massa. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: hasil aktual dapat dihitung hanya dari persamaan. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan pembatas lebih dulu.

12.14.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks persen hasil, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persen hasil adalah perbandingan hasil aktual terhadap hasil teoritis dikali 100%; hasil teoritis ditentukan oleh pereaksi pembatas, sedangkan selisih dapat berasal dari reaksi samping, kehilangan, kesetimbangan, atau pengukuran.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh produk basah memberi >100% dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan reaksi tidak tuntas. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan pereaksi pembatas serta pengukuran perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada produk basah memberi >100%. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menganalisis sumber deviasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas ketidakpastian. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: persen hasil selalu kurang dari 100 tanpa pengecualian data. Bukti dapat diperoleh dengan menganalisis sumber deviasi.

12.14.4 Model Submikroskopik

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks persen hasil, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persen hasil adalah perbandingan hasil aktual terhadap hasil teoritis dikali 100%; hasil teoritis ditentukan oleh pereaksi pembatas, sedangkan selisih

dapat berasal dari reaksi samping, kehilangan, kesetimbangan, atau pengukuran.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh reaksi tidak tuntas dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan sintesis kristal. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan pengukuran serta hasil teoritis perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada reaksi tidak tuntas. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan hasil, konversi, selektivitas, kemurnian, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan prosedur lab. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: hasil teoritis adalah hasil yang diinginkan secara subjektif. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan hasil, konversi, selektivitas, kemurnian.

12.14.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks persen hasil, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persen hasil adalah perbandingan hasil aktual terhadap hasil teoritis dikali 100%; hasil teoritis ditentukan oleh pereaksi pembatas, sedangkan selisih dapat berasal dari reaksi samping, kehilangan, kesetimbangan, atau pengukuran.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh sintesis kristal dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan produk basah memberi >100%. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan hasil teoritis serta pereaksi pembatas perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada sintesis kristal. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan pembatas lebih dulu, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan audit massa. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: persen hasil sama dengan kemurnian. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan pembatas lebih dulu.

12.14.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks persen hasil, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persen hasil adalah perbandingan hasil aktual terhadap hasil teoritis dikali 100%; hasil teoritis ditentukan oleh pereaksi pembatas, sedangkan selisih dapat berasal dari reaksi samping, kehilangan, kesetimbangan, atau pengukuran.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh produk basah memberi >100% dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan reaksi tidak tuntas. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan pereaksi pembatas serta pengukuran perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke

gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada produk basah memberi >100%. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menganalisis sumber deviasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas ketidakpastian. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: hasil aktual dapat dihitung hanya dari persamaan. Bukti dapat diperoleh dengan menganalisis sumber deviasi.

12.14.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks persen hasil, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persen hasil adalah perbandingan hasil aktual terhadap hasil teoritis dikali 100%; hasil teoritis ditentukan oleh pereaksi pembatas, sedangkan selisih dapat berasal dari reaksi samping, kehilangan, kesetimbangan, atau pengukuran.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh reaksi tidak tuntas dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan sintesis kristal. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan pengukuran serta hasil teoritis perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada reaksi tidak tuntas. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat

itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan hasil, konversi, selektivitas, kemurnian, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan prosedur lab. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: persen hasil selalu kurang dari 100 tanpa pengecualian data. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan hasil, konversi, selektivitas, kemurnian.

12.14.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks persen hasil, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persen hasil adalah perbandingan hasil aktual terhadap hasil teoritis dikali 100%; hasil teoritis ditentukan oleh pereaksi pembatas, sedangkan selisih dapat berasal dari reaksi samping, kehilangan, kesetimbangan, atau pengukuran.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa hasil teoritis adalah hasil yang diinginkan secara subjektif. Variasi lain menyatakan bahwa persen hasil sama dengan kemurnian. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa sintesis kristal termasuk contoh yang relevan, mengapa produk basah memberi >100% perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep hasil teoritis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan pembatas lebih dulu, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan audit massa. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila

alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: hasil teoritis adalah hasil yang diinginkan secara subjektif. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan pembatas lebih dulu.

12.14.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks persen hasil, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persen hasil adalah perbandingan hasil aktual terhadap hasil teoritis dikali 100%; hasil teoritis ditentukan oleh pereaksi pembatas, sedangkan selisih dapat berasal dari reaksi samping, kehilangan, kesetimbangan, atau pengukuran.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa persen hasil sama dengan kemurnian. Variasi lain menyatakan bahwa hasil aktual dapat dihitung hanya dari persamaan. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa produk basah memberi >100% termasuk contoh yang relevan, mengapa reaksi tidak tuntas perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pereaksi pembatas secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menganalisis sumber deviasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas ketidakpastian. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: persen hasil sama dengan kemurnian. Bukti dapat diperoleh dengan menganalisis sumber deviasi.

12.14.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks persen hasil, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persen hasil adalah perbandingan hasil aktual terhadap hasil teoritis dikali 100%; hasil teoritis ditentukan oleh pereaksi pembatas, sedangkan selisih dapat berasal dari reaksi samping, kehilangan, kesetimbangan, atau pengukuran.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa hasil aktual dapat dihitung hanya dari persamaan. Variasi lain menyatakan bahwa persen hasil selalu kurang dari 100 tanpa pengecualian data. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada reaksi tidak tuntas. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan hasil, konversi, selektivitas, kemurnian, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan prosedur lab. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: hasil aktual dapat dihitung hanya dari persamaan. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan hasil, konversi, selektivitas, kemurnian.

12.14.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks persen hasil, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persen hasil adalah perbandingan hasil aktual terhadap hasil teoritis dikali 100%; hasil teoritis ditentukan oleh pereaksi pembatas, sedangkan selisih dapat berasal dari reaksi samping, kehilangan, kesetimbangan, atau

pengukuran.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menentukan pembatas lebih dulu. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa persen hasil selalu kurang dari 100 tanpa pengecualian data tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa sintesis kristal termasuk contoh yang relevan, mengapa produk basah memberi >100% perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep hasil teoritis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan pembatas lebih dulu, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan audit massa. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: persen hasil selalu kurang dari 100 tanpa pengecualian data. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan pembatas lebih dulu.

12.14.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks persen hasil, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persen hasil adalah perbandingan hasil aktual terhadap hasil teoritis dikali 100%; hasil teoritis ditentukan oleh pereaksi pembatas, sedangkan selisih dapat berasal dari reaksi samping, kehilangan, kesetimbangan, atau pengukuran.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menganalisis sumber deviasi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa hasil teoritis adalah hasil yang diinginkan secara

subjektif tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa produk basah memberi >100% termasuk contoh yang relevan, mengapa reaksi tidak tuntas perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pereaksi pembatas secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menganalisis sumber deviasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas ketidakpastian. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: hasil teoritis adalah hasil yang diinginkan secara subjektif. Bukti dapat diperoleh dengan menganalisis sumber deviasi.

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

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks persen hasil, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persen hasil adalah perbandingan hasil aktual terhadap hasil teoritis dikali 100%; hasil teoritis ditentukan oleh pereaksi pembatas, sedangkan selisih dapat berasal dari reaksi samping, kehilangan, kesetimbangan, atau pengukuran.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan hasil, konversi, selektivitas, kemurnian. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa persen hasil sama dengan kemurnian tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada reaksi tidak tuntas. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada

entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan hasil, konversi, selektivitas, kemurnian, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan prosedur lab. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: persen hasil sama dengan kemurnian. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan hasil, konversi, selektivitas, kemurnian.

12.14.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks persen hasil, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persen hasil adalah perbandingan hasil aktual terhadap hasil teoritis dikali 100%; hasil teoritis ditentukan oleh pereaksi pembatas, sedangkan selisih dapat berasal dari reaksi samping, kehilangan, kesetimbangan, atau pengukuran.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menentukan pembatas lebih dulu. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa hasil aktual dapat dihitung hanya dari persamaan tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa sintesis kristal termasuk contoh yang relevan, mengapa produk basah memberi >100% perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep hasil teoritis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan pembatas lebih dulu, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan audit massa. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh

latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: hasil aktual dapat dihitung hanya dari persamaan. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan pembatas lebih dulu.

12.14.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks persen hasil, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persen hasil adalah perbandingan hasil aktual terhadap hasil teoritis dikali 100%; hasil teoritis ditentukan oleh pereaksi pembatas, sedangkan selisih dapat berasal dari reaksi samping, kehilangan, kesetimbangan, atau pengukuran.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membahas ketidakpastian. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa produk basah memberi >100% termasuk contoh yang relevan, mengapa reaksi tidak tuntas perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pereaksi pembatas secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menganalisis sumber deviasi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas ketidakpastian. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: persen hasil selalu kurang dari 100 tanpa pengecualian data. Bukti dapat diperoleh dengan menganalisis sumber deviasi.

12.14.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks persen hasil, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persen hasil adalah perbandingan hasil aktual terhadap hasil teoritis dikali 100%; hasil teoritis ditentukan oleh pereaksi pembatas, sedangkan selisih dapat berasal dari reaksi samping, kehilangan, kesetimbangan, atau pengukuran.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan prosedur lab. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada reaksi tidak tuntas. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan hasil, konversi, selektivitas, kemurnian, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan prosedur lab. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: hasil teoritis adalah hasil yang diinginkan secara subjektif. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan hasil, konversi, selektivitas, kemurnian.

12.14.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks persen hasil, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa persen hasil adalah perbandingan hasil aktual terhadap hasil teoritis dikali 100%; hasil teoritis ditentukan oleh pereaksi pembatas, sedangkan selisih dapat berasal dari reaksi samping, kehilangan, kesetimbangan, atau pengukuran.. Fokus transfer,

retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan audit massa. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa sintesis kristal termasuk contoh yang relevan, mengapa produk basah memberi >100% perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep hasil teoritis secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menentukan pembatas lebih dulu, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan audit massa. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: persen hasil sama dengan kemurnian. Bukti dapat diperoleh dengan menentukan pembatas lebih dulu.

12.15 Rumus Empiris dan Rumus Molekul

Subbab ini membahas rumus empiris dan rumus molekul sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Rumus empiris menyatakan rasio bilangan bulat paling sederhana atom, sedangkan rumus molekul menyatakan jumlah aktual atom dalam satu molekul dan merupakan kelipatan rumus empiris untuk zat molekuler.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup komposisi persen, mol, massa molar. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa rumus empiris selalu sama dengan molekul dan bahwa persentase massa langsung menjadi indeks

tanpa mol. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks CH_2O dan $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, HO dan H_2O_2 , dan analisis pembakaran dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan tabel unsur-massa-mol-rasio, membahas toleransi rasio, dan validasi komposisi. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Rumus empiris menyatakan rasio bilangan bulat paling sederhana atom, sedangkan rumus molekul menyatakan jumlah aktual atom dalam satu molekul dan merupakan kelipatan rumus empiris untuk zat molekuler.

Pertanyaan diagnosis utama: mengubah massa ke mol.

Remediasi awal: menggunakan tabel unsur-massa-mol-rasio.

12.15.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks rumus empiris dan rumus molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rumus empiris menyatakan rasio bilangan bulat paling sederhana atom, sedangkan rumus molekul menyatakan jumlah aktual atom dalam satu molekul dan merupakan kelipatan rumus empiris untuk zat molekuler.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh HO dan H_2O_2 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan analisis pembakaran. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan mol serta massa molar perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa HO dan H_2O_2 termasuk contoh yang relevan, mengapa analisis pembakaran perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep mol secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membagi dengan nilai terkecil, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas toleransi rasio. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: rumus molekul dapat ditentukan tanpa massa molar. Bukti dapat diperoleh dengan membagi dengan nilai terkecil.

12.15.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks rumus empiris dan rumus molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rumus empiris menyatakan rasio bilangan bulat paling sederhana atom, sedangkan rumus molekul menyatakan jumlah aktual atom dalam satu molekul dan merupakan kelipatan rumus empiris untuk zat molekuler.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh analisis pembakaran dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan CH_2O dan $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan massa molar serta komposisi persen perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa analisis pembakaran termasuk contoh yang relevan, mengapa CH_2O dan $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep massa molar secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji kelipatan dengan massa molar, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi validasi komposisi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: rumus empiris selalu sama dengan molekul. Bukti dapat diperoleh dengan menguji kelipatan dengan massa molar.

12.15.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks rumus empiris dan rumus molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rumus empiris menyatakan rasio bilangan bulat paling sederhana atom, sedangkan rumus molekul menyatakan jumlah aktual atom dalam satu molekul dan merupakan kelipatan rumus empiris untuk zat molekuler.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh CH_2O dan $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan HO dan H_2O_2 . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan komposisi persen serta mol perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada CH_2O dan $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengubah massa ke mol, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel unsur-massa-mol-rasio. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: persentase massa langsung menjadi indeks tanpa mol. Bukti dapat diperoleh dengan mengubah massa ke mol.

12.15.4 Model Submikroskopik

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks rumus empiris dan rumus molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rumus

empiris menyatakan rasio bilangan bulat paling sederhana atom, sedangkan rumus molekul menyatakan jumlah aktual atom dalam satu molekul dan merupakan kelipatan rumus empiris untuk zat molekuler.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh HO dan H₂O₂ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan analisis pembakaran. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan mol serta massa molar perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada HO dan H₂O₂. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membagi dengan nilai terkecil, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas toleransi rasio. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pembulatan rasio dilakukan terlalu dini. Bukti dapat diperoleh dengan membagi dengan nilai terkecil.

12.15.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks rumus empiris dan rumus molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rumus empiris menyatakan rasio bilangan bulat paling sederhana atom, sedangkan rumus molekul menyatakan jumlah aktual atom dalam satu molekul dan merupakan kelipatan rumus empiris untuk zat molekuler.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh analisis pembakaran dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan CH_2O dan $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan massa molar serta komposisi persen perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada analisis pembakaran. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji kelipatan dengan massa molar, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi validasi komposisi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: rumus molekul dapat ditentukan tanpa massa molar. Bukti dapat diperoleh dengan menguji kelipatan dengan massa molar.

12.15.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks rumus empiris dan rumus molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rumus empiris menyatakan rasio bilangan bulat paling sederhana atom, sedangkan rumus molekul menyatakan jumlah aktual atom dalam satu molekul dan merupakan kelipatan rumus empiris untuk zat molekuler.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh CH_2O dan $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan HO dan H_2O_2 . Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan komposisi persen serta mol perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada CH_2O dan $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengubah massa ke mol, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel unsur-massa-mol-rasio. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: rumus empiris selalu sama dengan molekul. Bukti dapat diperoleh dengan mengubah massa ke mol.

12.15.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks rumus empiris dan rumus molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rumus empiris menyatakan rasio bilangan bulat paling sederhana atom, sedangkan rumus molekul menyatakan jumlah aktual atom dalam satu molekul dan merupakan kelipatan rumus empiris untuk zat molekuler.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh HO dan H_2O_2 dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan analisis pembakaran. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan mol serta massa molar perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada HO dan H_2O_2 . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membagi dengan nilai terkecil, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas toleransi rasio. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: persentase massa langsung menjadi indeks tanpa mol. Bukti dapat diperoleh dengan membagi dengan nilai terkecil.

12.15.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks rumus empiris dan rumus molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rumus empiris menyatakan rasio bilangan bulat paling sederhana atom, sedangkan rumus molekul menyatakan jumlah aktual atom dalam satu molekul dan merupakan kelipatan rumus empiris untuk zat molekuler.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa pembulatan rasio dilakukan terlalu dini. Variasi lain menyatakan bahwa rumus molekul dapat ditentukan tanpa massa molar. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa analisis pembakaran termasuk contoh yang relevan, mengapa CH_2O dan $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep massa molar secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji kelipatan dengan massa molar, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi validasi komposisi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pembulatan rasio dilakukan terlalu dini. Bukti dapat diperoleh dengan menguji kelipatan dengan massa molar.

12.15.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks rumus empiris dan rumus molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rumus empiris menyatakan rasio bilangan bulat paling sederhana atom, sedangkan rumus molekul menyatakan jumlah aktual atom dalam satu molekul dan merupakan kelipatan rumus empiris untuk zat molekuler.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa rumus molekul dapat ditentukan tanpa massa molar. Variasi lain menyatakan bahwa rumus empiris selalu sama dengan molekul. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa CH_2O dan $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ termasuk contoh yang relevan, mengapa HO dan H_2O_2 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep komposisi persen secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengubah massa ke mol, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel unsur-massa-mol-rasio. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: rumus molekul dapat ditentukan tanpa massa molar. Bukti dapat diperoleh dengan mengubah massa ke mol.

12.15.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks rumus empiris dan rumus molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rumus empiris menyatakan rasio bilangan bulat paling sederhana atom, sedangkan rumus molekul menyatakan jumlah aktual atom dalam

satu molekul dan merupakan kelipatan rumus empiris untuk zat molekuler.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa rumus empiris selalu sama dengan molekul. Variasi lain menyatakan bahwa persentase massa langsung menjadi indeks tanpa mol. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada HO dan H_2O_2 . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membagi dengan nilai terkecil, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas toleransi rasio. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: rumus empiris selalu sama dengan molekul. Bukti dapat diperoleh dengan membagi dengan nilai terkecil.

12.15.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks rumus empiris dan rumus molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rumus empiris menyatakan rasio bilangan bulat paling sederhana atom, sedangkan rumus molekul menyatakan jumlah aktual atom dalam satu molekul dan merupakan kelipatan rumus empiris untuk zat molekuler.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menguji kelipatan dengan massa molar. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan,

dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa persentase massa langsung menjadi indeks tanpa mol tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa analisis pembakaran termasuk contoh yang relevan, mengapa CH_2O dan $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep massa molar secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji kelipatan dengan massa molar, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi validasi komposisi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: persentase massa langsung menjadi indeks tanpa mol. Bukti dapat diperoleh dengan menguji kelipatan dengan massa molar.

12.15.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pembahasan ini perlu dimulai dari pembedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks rumus empiris dan rumus molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rumus empiris menyatakan rasio bilangan bulat paling sederhana atom, sedangkan rumus molekul menyatakan jumlah aktual atom dalam satu molekul dan merupakan kelipatan rumus empiris untuk zat molekuler.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengubah massa ke mol. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa pembulatan rasio dilakukan terlalu dini tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa CH_2O dan $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ termasuk contoh yang relevan, mengapa HO dan H_2O_2 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi.

Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep komposisi persen secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengubah massa ke mol, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel unsur-massa-mol-rasio. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pembulatan rasio dilakukan terlalu dini. Bukti dapat diperoleh dengan mengubah massa ke mol.

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

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks rumus empiris dan rumus molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rumus empiris menyatakan rasio bilangan bulat paling sederhana atom, sedangkan rumus molekul menyatakan jumlah aktual atom dalam satu molekul dan merupakan kelipatan rumus empiris untuk zat molekuler.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membagi dengan nilai terkecil. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa rumus molekul dapat ditentukan tanpa massa molar tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada HO dan H_2O_2 . Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membagi dengan nilai terkecil, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas toleransi rasio. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh

latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: rumus molekul dapat ditentukan tanpa massa molar. Bukti dapat diperoleh dengan membagi dengan nilai terkecil.

12.15.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks rumus empiris dan rumus molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rumus empiris menyatakan rasio bilangan bulat paling sederhana atom, sedangkan rumus molekul menyatakan jumlah aktual atom dalam satu molekul dan merupakan kelipatan rumus empiris untuk zat molekuler.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menguji kelipatan dengan massa molar. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa rumus empiris selalu sama dengan molekul tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa analisis pembakaran termasuk contoh yang relevan, mengapa CH_2O dan $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep massa molar secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji kelipatan dengan massa molar, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi validasi komposisi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: rumus empiris selalu sama dengan molekul. Bukti dapat diperoleh dengan menguji kelipatan dengan massa molar.

12.15.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks rumus empiris dan rumus molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rumus empiris menyatakan rasio bilangan bulat paling sederhana atom, sedangkan rumus molekul menyatakan jumlah aktual atom dalam satu molekul dan merupakan kelipatan rumus empiris untuk zat molekuler.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan tabel unsur-massa-mol-rasio. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa CH_2O dan $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ termasuk contoh yang relevan, mengapa HO dan H_2O_2 perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep komposisi persen secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengubah massa ke mol, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan tabel unsur-massa-mol-rasio. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: persentase massa langsung menjadi indeks tanpa mol. Bukti dapat diperoleh dengan mengubah massa ke mol.

12.15.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks rumus empiris dan rumus molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rumus empiris menyatakan rasio bilangan bulat paling sederhana atom, sedangkan rumus molekul menyatakan jumlah aktual atom dalam satu molekul dan merupakan kelipatan rumus empiris untuk zat molekuler.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan

untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Remediasi dapat dirancang dengan cara membahas toleransi rasio. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada HO dan H₂O₂. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membagi dengan nilai terkecil, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi membahas toleransi rasio. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pembulatan rasio dilakukan terlalu dini. Bukti dapat diperoleh dengan membagi dengan nilai terkecil.

12.15.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks rumus empiris dan rumus molekul, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa rumus empiris menyatakan rasio bilangan bulat paling sederhana atom, sedangkan rumus molekul menyatakan jumlah aktual atom dalam satu molekul dan merupakan kelipatan rumus empiris untuk zat molekuler.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Remediasi dapat dirancang dengan cara validasi komposisi. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan

menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa analisis pembakaran termasuk contoh yang relevan, mengapa CH_2O dan $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep massa molar secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menguji kelipatan dengan massa molar, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi validasi komposisi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: rumus molekul dapat ditentukan tanpa massa molar. Bukti dapat diperoleh dengan menguji kelipatan dengan massa molar.

12.16 Stoikiometri Larutan

Subbab ini membahas stoikiometri larutan sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Stoikiometri larutan menghubungkan konsentrasi, volume, mol, dan persamaan reaksi; M adalah mol zat terlarut per liter larutan, bukan per liter pelarut.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup konsentrasi, mol, titrasi. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa $M \times V$ menghasilkan gram dan bahwa volume harus selalu dalam mL tanpa konversi. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks titrasi asam-basa, pengendapan, dan pengenceran dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi analisis dimensi, menggunakan persamaan ionik, dan menghubungkan pengukuran volumetrik. Keberhasilan intervensi diperiksa

melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Stoikiometri larutan menghubungkan konsentrasi, volume, mol, dan persamaan reaksi; M adalah mol zat terlarut per liter larutan, bukan per liter pelarut.

Pertanyaan diagnosis utama: menganalisis satuan M dan L.

Remediasi awal: analisis dimensi.

12.16.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks stoikiometri larutan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa stoikiometri larutan menghubungkan konsentrasi, volume, mol, dan persamaan reaksi; M adalah mol zat terlarut per liter larutan, bukan per liter pelarut.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh titrasi asam-basa dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pengendapan. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konsentrasi serta mol perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa titrasi asam-basa termasuk contoh yang relevan, mengapa pengendapan perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep konsentrasi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menganalisis satuan M dan L, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi analisis dimensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: $M \times V$ menghasilkan gram. Bukti dapat diperoleh dengan menganalisis satuan M dan L.

12.16.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks stoikiometri larutan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa stoikiometri larutan menghubungkan konsentrasi, volume, mol, dan persamaan reaksi; M adalah mol zat terlarut per liter larutan, bukan per liter pelarut.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh pengendapan dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pengenceran. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan mol serta titrasi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pengendapan termasuk contoh yang relevan, mengapa pengenceran perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep mol secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan ekuivalen stoikiometrik dan indikator, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan persamaan ionik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: volume harus selalu dalam mL tanpa konversi. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan ekuivalen stoikiometrik dan indikator.

12.16.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks stoikiometri larutan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa stoikiometri larutan menghubungkan konsentrasi, volume, mol, dan persamaan reaksi; M adalah mol zat terlarut per liter larutan, bukan per liter pelarut.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan

kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh pengenceran dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan titrasi asam-basa. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan titrasi serta konsentrasi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pengenceran. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar partikel sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan pengukuran volumetrik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pengenceran mengubah jumlah mol zat terlarut. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar partikel sebelum-sesudah.

12.16.4 Model Submikroskopik

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks stoikiometri larutan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa stoikiometri larutan menghubungkan konsentrasi, volume, mol, dan persamaan reaksi; M adalah mol zat terlarut per liter larutan, bukan per liter pelarut.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh titrasi asam-basa dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pengendapan. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konsentrasi serta mol perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada titrasi asam-basa. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menganalisis satuan M dan L, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi analisis dimensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: titik ekuivalen sama dengan volume sama. Bukti dapat diperoleh dengan menganalisis satuan M dan L.

12.16.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks stoikiometri larutan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa stoikiometri larutan menghubungkan konsentrasi, volume, mol, dan persamaan reaksi; M adalah mol zat terlarut per liter larutan, bukan per liter pelarut.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh pengendapan dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pengenceran. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan mol serta titrasi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pengendapan. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan ekuivalen stoikiometrik dan indikator, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan persamaan ionik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: $M \times V$ menghasilkan gram. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan ekuivalen stoikiometrik dan indikator.

12.16.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks stoikiometri larutan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa stoikiometri larutan menghubungkan konsentrasi, volume, mol, dan persamaan reaksi; M adalah mol zat terlarut per liter larutan, bukan per liter pelarut.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh pengenceran dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan titrasi asam-basa. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan titrasi serta konsentrasi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada pengenceran. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar partikel sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan pengukuran volumetrik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: volume harus selalu dalam mL tanpa konversi. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar partikel sebelum-sesudah.

12.16.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks stoikiometri larutan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa stoikiometri larutan menghubungkan konsentrasi, volume, mol, dan persamaan reaksi; M adalah mol zat terlarut per liter larutan, bukan per liter pelarut.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh titrasi asam-basa dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan pengendapan. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan konsentrasi serta mol perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada titrasi asam-basa. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menganalisis satuan M dan L , lalu menindaklanjuti respons dengan strategi analisis dimensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pengenceran mengubah jumlah mol zat terlarut. Bukti dapat diperoleh dengan menganalisis satuan M dan L .

12.16.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks stoikiometri larutan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa stoikiometri larutan menghubungkan konsentrasi, volume,

mol, dan persamaan reaksi; M adalah mol zat terlarut per liter larutan, bukan per liter pelarut.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa titik ekuivalen sama dengan volume sama. Variasi lain menyatakan bahwa $M \times V$ menghasilkan gram. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pengendapan termasuk contoh yang relevan, mengapa pengenceran perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep mol secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan ekuivalen stoikiometrik dan indikator, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan persamaan ionik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: titik ekuivalen sama dengan volume sama. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan ekuivalen stoikiometrik dan indikator.

12.16.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks stoikiometri larutan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa stoikiometri larutan menghubungkan konsentrasi, volume, mol, dan persamaan reaksi; M adalah mol zat terlarut per liter larutan, bukan per liter pelarut.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa $M \times V$ menghasilkan gram. Variasi lain menyatakan bahwa volume harus selalu dalam mL tanpa konversi. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena

itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pengenceran termasuk contoh yang relevan, mengapa titrasi asam-basa perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep titrasi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar partikel sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan pengukuran volumetrik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: $M \times V$ menghasilkan gram. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar partikel sebelum-sesudah.

12.16.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks stoikiometri larutan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa stoikiometri larutan menghubungkan konsentrasi, volume, mol, dan persamaan reaksi; M adalah mol zat terlarut per liter larutan, bukan per liter pelarut.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa volume harus selalu dalam mL tanpa konversi. Variasi lain menyatakan bahwa pengenceran mengubah jumlah mol zat terlarut. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada titrasi asam-basa. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menganalisis satuan M dan L, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi analisis dimensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: volume harus selalu dalam mL tanpa konversi. Bukti dapat diperoleh dengan menganalisis satuan M dan L.

12.16.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks stoikiometri larutan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa stoikiometri larutan menghubungkan konsentrasi, volume, mol, dan persamaan reaksi; M adalah mol zat terlarut per liter larutan, bukan per liter pelarut.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan ekuivalen stoikiometrik dan indikator. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa pengenceran mengubah jumlah mol zat terlarut tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pengendapan termasuk contoh yang relevan, mengapa pengenceran perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep mol secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan ekuivalen stoikiometrik dan indikator, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan persamaan ionik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pengenceran mengubah jumlah mol zat terlarut. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan ekuivalen stoikiometrik dan indikator.

12.16.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks stoikiometri larutan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa stoikiometri larutan menghubungkan konsentrasi, volume, mol, dan persamaan reaksi; M adalah mol zat terlarut per liter larutan, bukan per liter pelarut.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggambar partikel sebelum-sesudah. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa titik ekuivalen sama dengan volume sama tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pengenceran termasuk contoh yang relevan, mengapa titrasi asam-basa perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep titrasi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar partikel sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan pengukuran volumetrik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: titik ekuivalen sama dengan volume sama. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar partikel sebelum-sesudah.

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

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks stoikiometri larutan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa stoikiometri larutan menghubungkan konsentrasi, volume, mol, dan persamaan reaksi; M adalah mol zat terlarut per liter larutan, bukan per liter

pelarut.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menganalisis satuan M dan L. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa $M \times V$ menghasilkan gram tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada titrasi asam-basa. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menganalisis satuan M dan L, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi analisis dimensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: $M \times V$ menghasilkan gram. Bukti dapat diperoleh dengan menganalisis satuan M dan L.

12.16.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks stoikiometri larutan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa stoikiometri larutan menghubungkan konsentrasi, volume, mol, dan persamaan reaksi; M adalah mol zat terlarut per liter larutan, bukan per liter pelarut.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membedakan ekuivalen stoikiometrik dan indikator. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa volume harus selalu dalam mL tanpa konversi tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu

respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pengendapan termasuk contoh yang relevan, mengapa pengenceran perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep mol secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan ekuivalen stoikiometrik dan indikator, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan persamaan ionik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: volume harus selalu dalam mL tanpa konversi. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan ekuivalen stoikiometrik dan indikator.

12.16.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Pembahasan ini perlu dimulai dari pembedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks stoikiometri larutan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa stoikiometri larutan menghubungkan konsentrasi, volume, mol, dan persamaan reaksi; M adalah mol zat terlarut per liter larutan, bukan per liter pelarut.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menghubungkan pengukuran volumetrik. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pengenceran termasuk contoh yang relevan, mengapa titrasi asam-basa perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep titrasi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggambar partikel sebelum-sesudah, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menghubungkan pengukuran volumetrik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: pengenceran mengubah jumlah mol zat terlarut. Bukti dapat diperoleh dengan menggambar partikel sebelum-sesudah.

12.16.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks stoikiometri larutan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa stoikiometri larutan menghubungkan konsentrasi, volume, mol, dan persamaan reaksi; M adalah mol zat terlarut per liter larutan, bukan per liter pelarut.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Remediasi dapat dirancang dengan cara analisis dimensi. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada titrasi asam-basa. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menganalisis satuan M dan L , lalu menindaklanjuti respons dengan strategi analisis dimensi. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: titik ekuivalen sama dengan volume sama. Bukti dapat diperoleh dengan menganalisis satuan M dan L.

12.16.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks stoikiometri larutan, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa stoikiometri larutan menghubungkan konsentrasi, volume, mol, dan persamaan reaksi; M adalah mol zat terlarut per liter larutan, bukan per liter pelarut.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan persamaan ionik. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa pengendapan termasuk contoh yang relevan, mengapa pengenceran perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep mol secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membedakan ekuivalen stoikiometrik dan indikator, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan persamaan ionik. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: $M \times V$ menghasilkan gram. Bukti dapat diperoleh dengan membedakan ekuivalen stoikiometrik dan indikator.

12.17 Algoritma tanpa Pemahaman Konseptual

Subbab ini membahas algoritma tanpa pemahaman konseptual sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Keberhasilan prosedural tidak menjamin pemahaman; peserta didik perlu dapat menjelaskan entitas, memilih hubungan, memperkirakan hasil, dan mentransfer strategi ke konteks nonrutin.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup pemecahan masalah, metakognisi, representasi. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa hafalan segitiga dianggap pemahaman dan bahwa satuan hanya dekorasi. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks soal isomorfik berbeda konteks, jawaban benar dengan alasan salah, dan estimasi orde besaran dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan representasi partikel, self-explanation, dan worked examples yang memudar. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengkoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Keberhasilan prosedural tidak menjamin pemahaman; peserta didik perlu dapat menjelaskan entitas, memilih hubungan, memperkirakan hasil, dan mentransfer strategi ke konteks nonrutin.

Pertanyaan diagnosis utama: meminta think-aloud.

Remediasi awal: menggunakan representasi partikel.

12.17.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks algoritma tanpa pemahaman konseptual, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keberhasilan prosedural tidak menjamin pemahaman; peserta didik perlu dapat menjelaskan entitas, memilih hubungan, memperkirakan hasil, dan mentransfer strategi ke konteks nonrutin.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh estimasi orde besaran dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan soal isomorfik berbeda konteks. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan representasi serta pemecahan masalah perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-

kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa estimasi orde besaran termasuk contoh yang relevan, mengapa soal isomorfik berbeda konteks perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep representasi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan beberapa strategi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi *worked examples* yang memudar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satuan hanya dekorasi. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan beberapa strategi.

12.17.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks algoritma tanpa pemahaman konseptual, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keberhasilan prosedural tidak menjamin pemahaman; peserta didik perlu dapat menjelaskan entitas, memilih hubungan, memperkirakan hasil, dan mentransfer strategi ke konteks nonrutin.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh soal isomorfik berbeda konteks dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan jawaban benar dengan alasan salah. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan pemecahan masalah serta metakognisi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa soal isomorfik berbeda konteks termasuk contoh yang relevan, mengapa jawaban benar dengan alasan salah perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pemecahan masalah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan.

Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta think-aloud, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan representasi partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jawaban numerik benar membuktikan konsep benar. Bukti dapat diperoleh dengan meminta think-aloud.

12.17.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks algoritma tanpa pemahaman konseptual, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keberhasilan prosedural tidak menjamin pemahaman; peserta didik perlu dapat menjelaskan entitas, memilih hubungan, memperkirakan hasil, dan mentransfer strategi ke konteks nonrutin.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh jawaban benar dengan alasan salah dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan estimasi orde besaran. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan metakognisi serta representasi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada jawaban benar dengan alasan salah. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghapus angka untuk soal kualitatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi self-explanation. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila

alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua soal stoikiometri diselesaikan dengan urutan tetap. Bukti dapat diperoleh dengan menghapus angka untuk soal kualitatif.

12.17.4 Model Submikroskopik

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks algoritma tanpa pemahaman konseptual, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keberhasilan prosedural tidak menjamin pemahaman; peserta didik perlu dapat menjelaskan entitas, memilih hubungan, memperkirakan hasil, dan mentransfer strategi ke konteks nonrutin.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh estimasi orde besaran dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan soal isomorfik berbeda konteks. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan representasi serta pemecahan masalah perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada estimasi orde besaran. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan beberapa strategi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi worked examples yang memudar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: hafalan segitiga dianggap pemahaman. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan beberapa strategi.

12.17.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks algoritma tanpa pemahaman konseptual, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keberhasilan prosedural tidak menjamin pemahaman; peserta didik perlu dapat menjelaskan entitas, memilih hubungan, memperkirakan hasil, dan mentransfer strategi ke konteks nonrutin.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh soal isomorfik berbeda konteks dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan jawaban benar dengan alasan salah. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan pemecahan masalah serta metakognisi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada soal isomorfik berbeda konteks. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta think-aloud, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan representasi partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satuan hanya dekorasi. Bukti dapat diperoleh dengan meminta think-aloud.

12.17.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks algoritma tanpa pemahaman konseptual, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keberhasilan prosedural tidak menjamin pemahaman; peserta didik perlu dapat menjelaskan entitas, memilih hubungan, memperkirakan hasil, dan mentransfer strategi ke konteks nonrutin.. Fokus koordinasi

antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh jawaban benar dengan alasan salah dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan estimasi orde besaran. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan metakognisi serta representasi perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada jawaban benar dengan alasan salah. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghapus angka untuk soal kualitatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi self-explanation. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jawaban numerik benar membuktikan konsep benar. Bukti dapat diperoleh dengan menghapus angka untuk soal kualitatif.

12.17.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks algoritma tanpa pemahaman konseptual, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keberhasilan prosedural tidak menjamin pemahaman; peserta didik perlu dapat menjelaskan entitas, memilih hubungan, memperkirakan hasil, dan mentransfer strategi ke konteks nonrutin.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh estimasi orde besaran dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan soal isomorfik berbeda konteks. Perbandingan itu bukan sekadar

mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan representasi serta pemecahan masalah perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada estimasi orde besaran. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan beberapa strategi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi worked examples yang memudar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua soal stoikiometri diselesaikan dengan urutan tetap. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan beberapa strategi.

12.17.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks algoritma tanpa pemahaman konseptual, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keberhasilan prosedural tidak menjamin pemahaman; peserta didik perlu dapat menjelaskan entitas, memilih hubungan, memperkirakan hasil, dan mentransfer strategi ke konteks nonrutin.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa hafalan segitiga dianggap pemahaman. Variasi lain menyatakan bahwa satuan hanya dekorasi. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa soal isomorfik berbeda konteks termasuk contoh yang relevan, mengapa jawaban

benar dengan alasan salah perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pemecahan masalah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta think-aloud, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan representasi partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: hafalan segitiga dianggap pemahaman. Bukti dapat diperoleh dengan meminta think-aloud.

12.17.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebutkan definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks algoritma tanpa pemahaman konseptual, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keberhasilan prosedural tidak menjamin pemahaman; peserta didik perlu dapat menjelaskan entitas, memilih hubungan, memperkirakan hasil, dan mentransfer strategi ke konteks nonrutin.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa satuan hanya dekorasi. Variasi lain menyatakan bahwa jawaban numerik benar membuktikan konsep benar. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa jawaban benar dengan alasan salah termasuk contoh yang relevan, mengapa estimasi orde besaran perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep metakognisi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghapus angka untuk soal kualitatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi self-explanation. Setelah

pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satuan hanya dekorasi. Bukti dapat diperoleh dengan menghapus angka untuk soal kualitatif.

12.17.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks algoritma tanpa pemahaman konseptual, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keberhasilan prosedural tidak menjamin pemahaman; peserta didik perlu dapat menjelaskan entitas, memilih hubungan, memperkirakan hasil, dan mentransfer strategi ke konteks nonrutin.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa jawaban numerik benar membuktikan konsep benar. Variasi lain menyatakan bahwa semua soal stoikiometri diselesaikan dengan urutan tetap. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada estimasi orde besaran. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan beberapa strategi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi worked examples yang memudar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jawaban numerik benar membuktikan konsep benar. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan beberapa strategi.

12.17.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks algoritma tanpa pemahaman konseptual, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keberhasilan prosedural tidak menjamin pemahaman; peserta didik perlu dapat menjelaskan entitas, memilih hubungan, memperkirakan hasil, dan mentransfer strategi ke konteks nonrutin.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta think-aloud. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa semua soal stoikiometri diselesaikan dengan urutan tetap tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa soal isomorfik berbeda konteks termasuk contoh yang relevan, mengapa jawaban benar dengan alasan salah perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pemecahan masalah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta think-aloud, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan representasi partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua soal stoikiometri diselesaikan dengan urutan tetap. Bukti dapat diperoleh dengan meminta think-aloud.

12.17.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks algoritma tanpa pemahaman konseptual, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keberhasilan prosedural tidak menjamin pemahaman; peserta didik perlu dapat menjelaskan entitas, memilih hubungan, memperkirakan hasil, dan mentransfer strategi ke konteks nonrutin..

Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menghapus angka untuk soal kualitatif. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa hafalan segitiga dianggap pemahaman tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa jawaban benar dengan alasan salah termasuk contoh yang relevan, mengapa estimasi orde besaran perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep metakognisi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghapus angka untuk soal kualitatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi self-explanation. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: hafalan segitiga dianggap pemahaman. Bukti dapat diperoleh dengan menghapus angka untuk soal kualitatif.

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

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks algoritma tanpa pemahaman konseptual, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keberhasilan prosedural tidak menjamin pemahaman; peserta didik perlu dapat menjelaskan entitas, memilih hubungan, memperkirakan hasil, dan mentransfer strategi ke konteks nonrutin.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk membandingkan beberapa strategi. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa satuan hanya dekorasi tidak boleh

langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada estimasi orde besaran. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan beberapa strategi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi worked examples yang memudar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satuan hanya dekorasi. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan beberapa strategi.

12.17.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks algoritma tanpa pemahaman konseptual, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keberhasilan prosedural tidak menjamin pemahaman; peserta didik perlu dapat menjelaskan entitas, memilih hubungan, memperkirakan hasil, dan mentransfer strategi ke konteks nonrutin.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk meminta think-aloud. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa jawaban numerik benar membuktikan konsep benar tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa soal isomorfik berbeda konteks termasuk contoh yang relevan, mengapa jawaban benar dengan alasan salah perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat

mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pemecahan masalah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta think-aloud, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan representasi partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: jawaban numerik benar membuktikan konsep benar. Bukti dapat diperoleh dengan meminta think-aloud.

12.17.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks algoritma tanpa pemahaman konseptual, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keberhasilan prosedural tidak menjamin pemahaman; peserta didik perlu dapat menjelaskan entitas, memilih hubungan, memperkirakan hasil, dan mentransfer strategi ke konteks nonrutin.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Remediasi dapat dirancang dengan cara self-explanation. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa jawaban benar dengan alasan salah termasuk contoh yang relevan, mengapa estimasi orde besaran perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep metakognisi secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menghapus angka untuk soal kualitatif, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi self-explanation. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila

alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: semua soal stoikiometri diselesaikan dengan urutan tetap. Bukti dapat diperoleh dengan menghapus angka untuk soal kualitatif.

12.17.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks algoritma tanpa pemahaman konseptual, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keberhasilan prosedural tidak menjamin pemahaman; peserta didik perlu dapat menjelaskan entitas, memilih hubungan, memperkirakan hasil, dan mentransfer strategi ke konteks nonrutin.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Remediasi dapat dirancang dengan cara worked examples yang memudar. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada estimasi orde besaran. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk membandingkan beberapa strategi, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi worked examples yang memudar. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: hafalan segitiga dianggap pemahaman. Bukti dapat diperoleh dengan membandingkan beberapa strategi.

12.17.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks algoritma tanpa pemahaman konseptual, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa keberhasilan prosedural tidak menjamin pemahaman; peserta didik perlu dapat menjelaskan entitas, memilih hubungan, memperkirakan hasil, dan mentransfer strategi ke konteks nonrutin.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan representasi partikel. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa soal isomorfik berbeda konteks termasuk contoh yang relevan, mengapa jawaban benar dengan alasan salah perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pemecahan masalah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk meminta think-aloud, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan representasi partikel. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: satuan hanya dekorasi. Bukti dapat diperoleh dengan meminta think-aloud.

12.18 Strategi Diagnosis dan Remediasi

Subbab ini membahas strategi diagnosis dan remediasi sebagai konsep ilmiah dan sebagai objek diagnosis pembelajaran. Jangkar konseptualnya ialah: Diagnosis stoikiometri menggabungkan tugas konseptual, numerik, diagram partikel, alasan, dan keyakinan; remediasi menghubungkan persamaan setara, mol, satuan, dan model partikel melalui scaffolding yang berangsur dilepas.

Keterkaitan utama subbab ini mencakup asesmen diagnostik, perubahan konseptual, pemecahan masalah. Hubungan tersebut perlu dinyatakan dalam bentuk proposisi yang

dapat diuji, bukan sekadar daftar istilah. Guru perlu menelusuri konsep prasyarat, arah sebab-akibat, kondisi berlakunya aturan, dan representasi yang digunakan peserta didik.

Konsepsi alternatif yang sering perlu diperiksa antara lain anggapan bahwa kesalahan hitung selalu miskonsepsi dan bahwa tes numerik saja cukup. Respons seperti itu dapat berasal dari bahasa sehari-hari, penyederhanaan buku teks, analogi yang direifikasi, atau keberhasilan algoritmik yang tidak disertai pemahaman.

Konteks two-tier stoichiometry test, particle diagrams, dan think-aloud solution path dapat digunakan untuk membandingkan contoh, noncontoh, dan kasus batas. Tugas diagnosis hendaknya meminta alasan, gambar atau model, serta tingkat keyakinan agar pola penalaran dapat dibedakan dari kesalahan sesaat.

Tindak lanjut dapat menggabungkan strategi menggunakan urutan makna-model-satuan-algoritma, umpan balik berdasarkan langkah, dan rediagnosis konteks baru. Keberhasilan intervensi diperiksa melalui rediagnosis pada konteks baru, retensi tertunda, dan kemampuan peserta didik mengoordinasikan penjelasan makroskopik, submikroskopik, simbolik, serta kuantitatif.

Ringkasan Diagnostik

Jangkar konsep: Diagnosis stoikiometri menggabungkan tugas konseptual, numerik, diagram partikel, alasan, dan keyakinan; remediasi menghubungkan persamaan setara, mol, satuan, dan model partikel melalui scaffolding yang berangsur dilepas.

Pertanyaan diagnosis utama: mengode jenis kesalahan.

Remediasi awal: menggunakan urutan makna-model-satuan-algoritma.

12.18.1 Definisi Operasional dan Batas Konsep

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis stoikiometri menggabungkan tugas konseptual, numerik, diagram partikel, alasan, dan keyakinan; remediasi menghubungkan persamaan setara, mol, satuan, dan model partikel melalui scaffolding yang berangsur dilepas.. Fokus definisi operasional dan batas konsep diarahkan untuk menetapkan makna ilmiah, satuan analisis, dan batas penggunaan istilah. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh particle diagrams dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan think-aloud solution path. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan perubahan konseptual serta pemecahan masalah perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa particle diagrams termasuk contoh yang relevan, mengapa think-aloud solution path perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep perubahan konseptual secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan tugas paralel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi umpan balik berdasarkan langkah. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: remediasi berarti memberi lebih banyak soal rutin. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan tugas paralel.

12.18.2 Kedudukan Konseptual dan Pengetahuan Prasyarat

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis stoikiometri menggabungkan tugas konseptual, numerik, diagram partikel, alasan, dan keyakinan; remediasi menghubungkan persamaan setara, mol, satuan, dan model partikel melalui scaffolding yang berangsur dilepas.. Fokus kedudukan konseptual dan pengetahuan prasyarat diarahkan untuk menautkan konsep dengan pengetahuan prasyarat dan konsep lanjutan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh think-aloud solution path dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan two-tier stoichiometry test. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan pemecahan masalah serta asesmen diagnostik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa think-aloud solution path termasuk contoh yang relevan, mengapa two-tier stoichiometry test perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pemecahan masalah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa retensi dan transfer, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi rediagnosis konteks baru. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: rumus cepat selalu meningkatkan transfer. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa retensi dan transfer.

12.18.3 Fenomena Makroskopik yang Relevan

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis stoikiometri menggabungkan tugas konseptual, numerik, diagram partikel, alasan, dan keyakinan; remediasi menghubungkan persamaan setara, mol, satuan, dan model partikel melalui scaffolding yang berangsur dilepas.. Fokus fenomena makroskopik yang relevan diarahkan untuk membaca observasi inderawi tanpa langsung mencampurkannya dengan inferensi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh two-tier stoichiometry test dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan particle diagrams. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan asesmen diagnostik serta perubahan konseptual perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada two-tier stoichiometry test. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengode jenis kesalahan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan urutan makna-model-satuan-algoritma. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik.

Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kesalahan hitung selalu miskonsepsi. Bukti dapat diperoleh dengan mengode jenis kesalahan.

12.18.4 Model Submikroskopik

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis stoikiometri menggabungkan tugas konseptual, numerik, diagram partikel, alasan, dan keyakinan; remediasi menghubungkan persamaan setara, mol, satuan, dan model partikel melalui scaffolding yang berangsur dilepas.. Fokus model submikroskopik diarahkan untuk menjelaskan entitas, susunan, interaksi, dan perubahan pada tingkat partikel. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Contoh particle diagrams dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan think-aloud solution path. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan perubahan konseptual serta pemecahan masalah perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada particle diagrams. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan tugas paralel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi umpan balik berdasarkan langkah. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tes numerik saja cukup. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan tugas paralel.

12.18.5 Bahasa Simbolik dan Matematis

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis stoikiometri menggabungkan tugas konseptual, numerik, diagram partikel, alasan, dan keyakinan; remediasi menghubungkan persamaan setara, mol, satuan, dan model partikel melalui scaffolding yang berangsur dilepas.. Fokus bahasa simbolik dan matematis diarahkan untuk menafsirkan simbol, rumus, diagram, besaran, serta relasi kuantitatif. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Contoh think-aloud solution path dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan two-tier stoichiometry test. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan pemecahan masalah serta asesmen diagnostik perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada think-aloud solution path. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa retensi dan transfer, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi rediagnosis konteks baru. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: remediasi berarti memberi lebih banyak soal rutin. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa retensi dan transfer.

12.18.6 Koordinasi Antarrepresentasi

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis stoikiometri menggabungkan tugas konseptual, numerik, diagram partikel, alasan, dan keyakinan; remediasi

menghubungkan persamaan setara, mol, satuan, dan model partikel melalui scaffolding yang berangsur dilepas.. Fokus koordinasi antarrepresentasi diarahkan untuk menerjemahkan secara konsisten antara fenomena, model partikel, dan simbol. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Contoh two-tier stoichiometry test dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan particle diagrams. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan asesmen diagnostik serta perubahan konseptual perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada two-tier stoichiometry test. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengode jenis kesalahan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan urutan makna-model-satuan-algoritma. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: rumus cepat selalu meningkatkan transfer. Bukti dapat diperoleh dengan mengode jenis kesalahan.

12.18.7 Contoh, Noncontoh, dan Kasus Batas

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis stoikiometri menggabungkan tugas konseptual, numerik, diagram partikel, alasan, dan keyakinan; remediasi menghubungkan persamaan setara, mol, satuan, dan model partikel melalui scaffolding yang berangsur dilepas.. Fokus contoh, noncontoh, dan kasus batas diarahkan untuk menguji kategori melalui contoh tipikal, noncontoh, dan keadaan yang memerlukan syarat tambahan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Contoh particle diagrams dapat dipakai sebagai konteks awal, kemudian dibandingkan dengan think-aloud solution path. Perbandingan itu bukan sekadar mencari persamaan permukaan, melainkan mengidentifikasi jenis entitas, susunan, interaksi, besaran yang tetap, dan besaran yang berubah. Hubungan dengan perubahan konseptual serta pemecahan masalah perlu dibuat eksplisit. Ketika peserta didik diminta berpindah dari kata-kata ke gambar, simbol, atau perhitungan, guru memperoleh bukti apakah konsep telah terkoordinasi atau hanya dihafalkan.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada particle diagrams. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan tugas paralel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi umpan balik berdasarkan langkah. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kesalahan hitung selalu miskonsepsi. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan tugas paralel.

12.18.8 Miskonsepsi Inti yang Sering Muncul

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis stoikiometri menggabungkan tugas konseptual, numerik, diagram partikel, alasan, dan keyakinan; remediasi menghubungkan persamaan setara, mol, satuan, dan model partikel melalui scaffolding yang berangsur dilepas.. Fokus miskonsepsi inti yang sering muncul diarahkan untuk mengenali pola gagasan alternatif yang sistematis dan berkeyakinan tinggi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa tes numerik saja cukup. Variasi lain menyatakan bahwa remediasi berarti memberi lebih banyak soal rutin. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa think-aloud solution path termasuk contoh yang relevan, mengapa two-tier stoichiometry test perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pemecahan masalah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa retensi dan transfer, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi rediagnosis konteks baru. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tes numerik saja cukup. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa retensi dan transfer.

12.18.9 Variasi Pola Penalaran Alternatif

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis stoikiometri menggabungkan tugas konseptual, numerik, diagram partikel, alasan, dan keyakinan; remediasi menghubungkan persamaan setara, mol, satuan, dan model partikel melalui scaffolding yang berangsur dilepas.. Fokus variasi pola penalaran alternatif diarahkan untuk membedakan beberapa jalur penalaran salah yang dapat menghasilkan jawaban serupa. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa remediasi berarti memberi lebih banyak soal rutin. Variasi lain menyatakan bahwa rumus cepat selalu meningkatkan transfer. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa two-tier stoichiometry test termasuk contoh yang relevan, mengapa particle diagrams perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep asesmen diagnostik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengode jenis kesalahan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan urutan makna-model-satuan-algoritma. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: remediasi berarti memberi lebih banyak soal rutin. Bukti dapat diperoleh dengan mengode jenis kesalahan.

12.18.10 Sumber dari Model, Gambar, dan Analogi

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis stoikiometri menggabungkan tugas konseptual, numerik, diagram partikel, alasan, dan keyakinan; remediasi menghubungkan persamaan setara, mol, satuan, dan model partikel melalui scaffolding yang berangsur dilepas.. Fokus sumber dari model, gambar, dan analogi diarahkan untuk menilai bagaimana penyederhanaan visual atau analogi dapat direifikasi. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Salah satu konsepsi alternatif yang perlu diwaspadai ialah anggapan bahwa rumus cepat selalu meningkatkan transfer. Variasi lain menyatakan bahwa kesalahan hitung selalu miskonsepsi. Kedua respons dapat tampak sederhana, tetapi biasanya ditopang oleh generalisasi pengalaman sehari-hari, reifikasi gambar, atau penerapan aturan di luar domainnya. Karena itu, koreksi yang hanya menyebut jawaban benar sering tidak menyentuh asumsi yang mengorganisasi penalaran peserta didik.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada particle diagrams. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan tugas paralel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi umpan balik berdasarkan langkah. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: rumus cepat selalu meningkatkan transfer. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan tugas paralel.

12.18.11 Diagnosis dengan Pertanyaan Terbuka

Pembahasan ini perlu dimulai dari perbedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis stoikiometri menggabungkan tugas konseptual, numerik, diagram partikel, alasan, dan keyakinan; remediasi menghubungkan persamaan setara, mol, satuan, dan model partikel melalui scaffolding yang berangsur dilepas.. Fokus diagnosis dengan pertanyaan terbuka diarahkan untuk mengungkap alasan, asumsi, dan hubungan konsep melalui respons bebas. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk memeriksa retensi dan transfer. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa kesalahan hitung selalu miskonsepsi tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa think-aloud solution path termasuk contoh yang relevan, mengapa two-tier stoichiometry test perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pemecahan masalah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Pola ini juga menjelaskan mengapa latihan rutin sering menaikkan skor tanpa menghasilkan transfer konseptual.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa retensi dan transfer, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi rediagnosis konteks baru. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kesalahan hitung selalu miskonsepsi. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa retensi dan transfer.

12.18.12 Diagnosis dengan Tes Bertingkat dan Keyakinan

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis stoikiometri menggabungkan tugas konseptual, numerik, diagram partikel, alasan,

dan keyakinan; remediasi menghubungkan persamaan setara, mol, satuan, dan model partikel melalui scaffolding yang berangsur dilepas.. Fokus diagnosis dengan tes bertingkat dan keyakinan diarahkan untuk membedakan paham, tidak tahu, kesalahan, dan miskonsepsi melalui jawaban-alasan-keyakinan. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk mengode jenis kesalahan. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa tes numerik saja cukup tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa two-tier stoichiometry test termasuk contoh yang relevan, mengapa particle diagrams perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep asesmen diagnostik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Hal ini menuntut pembelajaran yang memberi ruang untuk prediksi, pembuktian, penjelasan ulang, dan refleksi metakognitif.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengode jenis kesalahan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan urutan makna-model-satuan-algoritma. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tes numerik saja cukup. Bukti dapat diperoleh dengan mengode jenis kesalahan.

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

Kesulitan belajar pada bagian ini biasanya muncul ketika ciri yang tampak diperlakukan sebagai sebab, sedangkan mekanisme tingkat partikel diabaikan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis stoikiometri menggabungkan tugas konseptual, numerik, diagram partikel, alasan, dan keyakinan; remediasi menghubungkan persamaan setara, mol, satuan, dan model partikel melalui scaffolding yang berangsur dilepas.. Fokus diagnosis dengan gambar, model, atau predict-observe-explain diarahkan untuk membuat model mental terlihat melalui representasi dan prediksi berbasis bukti. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk menggunakan tugas paralel. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa remediasi berarti memberi lebih banyak soal rutin tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Perbedaan tersebut penting karena dua peserta didik dapat memilih pilihan yang sama tetapi memakai model mental yang bertolak belakang.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada particle diagrams. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan tugas paralel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi umpan balik berdasarkan langkah. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: remediasi berarti memberi lebih banyak soal rutin. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan tugas paralel.

12.18.14 Analisis Respons dan Peta Bukti

Topik ini menjadi titik simpul karena menghubungkan pengetahuan faktual, model ilmiah, dan prosedur simbolik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis stoikiometri menggabungkan tugas konseptual, numerik, diagram partikel, alasan, dan keyakinan; remediasi menghubungkan persamaan setara, mol, satuan, dan model partikel melalui scaffolding yang berangsur dilepas.. Fokus analisis respons dan peta bukti diarahkan untuk menafsirkan konsistensi lintas tugas, konteks, representasi, dan waktu. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Rosa et al., 2022; Stott, 2023).

Diagnosis dapat dimulai dengan tugas untuk memeriksa retensi dan transfer. Respons perlu dikode berdasarkan ketepatan jawaban, kualitas alasan, tingkat keyakinan, dan konsistensi dengan tugas paralel. Pernyataan bahwa rumus cepat selalu meningkatkan transfer tidak boleh langsung diberi label miskonsepsi hanya dari satu respons; bukti tambahan dibutuhkan melalui probing, gambar, atau perubahan konteks. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa think-aloud solution path termasuk contoh yang relevan, mengapa two-tier stoichiometry test perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pemecahan masalah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Dengan demikian, tugas diagnosis harus menguji konsistensi lintas konteks dan lintas representasi.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa retensi dan transfer, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi rediagnosis konteks baru. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: rumus cepat selalu meningkatkan transfer. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa retensi dan transfer.

12.18.15 Remediasi melalui Konflik Kognitif Terarah

Analisis konseptual harus menjaga agar penjelasan pada tingkat makroskopik tidak bercampur secara tidak sah dengan istilah submikroskopik. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis stoikiometri menggabungkan tugas konseptual, numerik, diagram partikel, alasan, dan keyakinan; remediasi menghubungkan persamaan setara, mol, satuan, dan model partikel melalui scaffolding yang berangsur dilepas.. Fokus remediasi melalui konflik kognitif terarah diarahkan untuk menciptakan ketidakpuasan produktif tanpa berhenti pada kejutan fenomena. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Yarroch, 1985; Sanger, 2005).

Remediasi dapat dirancang dengan cara menggunakan urutan makna-model-satuan-algoritma. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa two-tier stoichiometry test termasuk contoh yang relevan, mengapa particle diagrams perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep asesmen diagnostik secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk mengode jenis kesalahan, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi menggunakan urutan makna-model-satuan-

algoritma. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: kesalahan hitung selalu miskonsepsi. Bukti dapat diperoleh dengan mengode jenis kesalahan.

12.18.16 Remediasi dengan Representasi Majemuk

Pembahasan ini perlu dimulai dari pembedaan yang tegas antara istilah, objek yang dirujuk, dan representasi yang digunakan. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis stoikiometri menggabungkan tugas konseptual, numerik, diagram partikel, alasan, dan keyakinan; remediasi menghubungkan persamaan setara, mol, satuan, dan model partikel melalui scaffolding yang berangsur dilepas.. Fokus remediasi dengan representasi majemuk diarahkan untuk membangun kembali relasi makro-submikro-simbolik secara bertahap. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Gauchon & Méheut, 2007; Gulacar et al., 2013).

Remediasi dapat dirancang dengan cara umpan balik berdasarkan langkah. Intervensi harus terlebih dahulu menampakkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Pada tingkat makroskopik, peserta didik mengamati sifat atau perubahan pada particle diagrams. Pada tingkat submikroskopik, mereka harus menyatakan apa yang terjadi pada entitas penyusun dan interaksinya. Pada tingkat simbolik, mereka perlu menafsirkan rumus, diagram, besaran, atau persamaan sebagai representasi yang memiliki aturan. Ketiga tingkat itu saling melengkapi, tetapi tidak boleh dicampurkan; misalnya, warna dalam model bukan warna literal atom dan koefisien dalam persamaan bukan ukuran sebuah partikel. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk menggunakan tugas paralel, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi umpan balik berdasarkan langkah. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: tes numerik saja cukup. Bukti dapat diperoleh dengan menggunakan tugas paralel.

12.18.17 Transfer, Retensi, dan Tindak Lanjut

Pada topik ini, ketepatan konsep tidak cukup ditunjukkan oleh kemampuan menyebut definisi; peserta didik harus mampu menggunakannya dalam penalaran. Dalam konteks strategi diagnosis dan remediasi, gagasan ilmiah yang menjadi jangkar adalah bahwa diagnosis stoikiometri menggabungkan tugas konseptual, numerik, diagram partikel, alasan, dan keyakinan; remediasi menghubungkan persamaan setara, mol, satuan, dan model partikel melalui scaffolding yang berangsur dilepas.. Fokus transfer, retensi, dan tindak lanjut diarahkan untuk memastikan konsep dapat digunakan pada konteks baru dan bertahan setelah pembelajaran. Penjelasan perlu menyatakan kondisi, skala pengamatan, dan batas model agar istilah yang sama tidak dipakai dengan arti berbeda. (Tullberg, Strömdahl, & Lybeck, 1994; Fang, Hart, & Clarke, 2014).

Remediasi dapat dirancang dengan cara rediagnosis konteks baru. Intervensi harus terlebih dahulu menampilkan gagasan awal, kemudian menghadirkan bukti yang relevan, membantu peserta didik membangun model pengganti, dan menyediakan kesempatan menerapkan model itu pada persoalan baru. Kegiatan tidak berhenti pada demonstrasi yang mengejutkan, sebab peserta didik dapat menerima hasil observasi sambil mempertahankan penjelasan lama.

Bukti pemahaman yang lebih kuat tampak ketika peserta didik mampu menjelaskan mengapa think-aloud solution path termasuk contoh yang relevan, mengapa two-tier stoichiometry test perlu diperlakukan berbeda, dan kondisi apa yang dapat mengubah klasifikasi atau prediksi. Jawaban tersebut seharusnya menggunakan konsep pemecahan masalah secara konsisten dan tidak menggantinya dengan slogan. Konsekuensinya, guru perlu meminta penjelasan yang menunjukkan rantai sebab, bukan hanya jawaban akhir.

Implikasi praktisnya, guru dapat menggunakan kegiatan untuk memeriksa retensi dan transfer, lalu menindaklanjuti respons dengan strategi rediagnosis konteks baru. Setelah pembelajaran, rediagnosis perlu menggunakan konteks yang tidak identik dengan contoh latihan. Perubahan jawaban baru dapat ditafsirkan sebagai perubahan konseptual apabila alasan, keyakinan, representasi, dan kemampuan transfer juga membaik. Dokumentasi bukti hendaknya digunakan untuk perbaikan pembelajaran dan tidak untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Fokus diagnosis: remediasi berarti memberi lebih banyak soal rutin. Bukti dapat diperoleh dengan memeriksa retensi dan transfer.

12.19 Sintesis Bab

Bab 12 menunjukkan bahwa miskonsepsi tidak berdiri sebagai daftar kesalahan terpisah. Kesalahan pada satu konsep dapat menjadi sumber bagi kesalahan lain karena peserta didik membangun jaringan pengetahuan. Diagnosis perlu mencari konsep yang paling sentral, prasyarat yang belum kokoh, dan representasi yang gagal dikoordinasikan.

Pemahaman konseptual ditandai oleh kemampuan menjelaskan, memprediksi, menggambar, menggunakan simbol, menghitung, serta memeriksa kewajaran hasil secara konsisten. Ketepatan prosedural tetap penting, tetapi harus ditempatkan sebagai bagian dari penalaran, bukan pengganti makna.

Remediasi efektif menghindari dua ekstrem: pengulangan definisi tanpa bukti dan konflik kognitif tanpa rekonstruksi. Peserta didik memerlukan kesempatan menyatakan gagasan awal, membandingkannya dengan data, membangun model yang lebih kuat, dan menguji model tersebut pada situasi baru.

Bagi guru, implikasi utamanya adalah menggunakan asesmen diagnostik secara berkelanjutan. Bukti sebelum, selama, segera setelah, dan beberapa waktu setelah pembelajaran memberi gambaran yang lebih valid mengenai perubahan konseptual daripada satu tes akhir.

Ringkasan Diagnostik

Utamakan penjelasan kausal dan koordinasi representasi.

Bedakan ketidaktahuan, kesalahan prosedural, dan miskonsepsi.

Gunakan lebih dari satu sumber bukti diagnosis.

Uji keberhasilan melalui retensi dan transfer.

Daftar Pustaka Bab 12

Seluruh rujukan di bawah memiliki DOI atau alamat resmi yang dapat ditelusuri. Tautan ditulis aktif untuk mendukung verifikasi sumber dan pembaruan literatur.

Flowers, P., Theopold, K., Langley, R., & Robinson, W. R. (2019). Chemistry 2e. Houston, TX: OpenStax, Rice University. <https://openstax.org/details/books/chemistry-2e>

International Union of Pure and Applied Chemistry. (n.d.). Mole. Compendium of Chemical Terminology (the Gold Book). <https://doi.org/10.1351/goldbook.M03980>

International Union of Pure and Applied Chemistry. (n.d.). Stoichiometry. Compendium of Chemical Terminology (the Gold Book). <https://doi.org/10.1351/goldbook.S06026>

Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry - logical or psychological? Chemistry Education Research and Practice, 1, 9-15. <https://doi.org/10.1039/A9RP90001B>

Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry triplet. International Journal of Science Education, 33(2), 179-195. <https://doi.org/10.1080/09500690903386435>

Gilbert, J. K., & Treagust, D. F. (Eds.). (2009). Multiple Representations in Chemical Education. Dordrecht: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8>

- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16(3), 183-198. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001>
- Taber, K. S. (2002). *Chemical Misconceptions: Prevention, Diagnosis and Cure. Volume I: Theoretical Background*. London: Royal Society of Chemistry. <https://edu.rsc.org/resources/chemical-misconceptions-prevention-diagnosis-and-cure-volume-1/4011987.article>
- Taber, K. S. (2002). *Chemical Misconceptions: Prevention, Diagnosis and Cure. Volume II: Classroom Resources*. London: Royal Society of Chemistry. <https://edu.rsc.org/resources/chemical-misconceptions-prevention-diagnosis-and-cure-volume-2/4011988.article>
- Kind, V. (2004). *Beyond Appearances: Students' Misconceptions about Basic Chemical Ideas* (2nd ed.). London: Royal Society of Chemistry. <https://edu.rsc.org/resources/beyond-appearances/4011570.article>
- Barke, H.-D., Hazari, A., & Yitbarek, S. (2009). *Misconceptions in Chemistry: Addressing Perceptions in Chemical Education*. Berlin: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-70989-3>
- Yarroch, W. L. (1985). Student understanding of chemical equation balancing. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(5), 449-459. <https://doi.org/10.1002/tea.3660220507>
- Sanger, M. J. (2005). Evaluating students' conceptual understanding of balanced equations and stoichiometric ratios. *Journal of Chemical Education*, 82(1), 131. <https://doi.org/10.1021/ed082p131>
- Dahsah, C., & Coll, R. K. (2007). Thai Grade 10 and 11 students' conceptual understanding and ability to solve stoichiometry problems. *Research in Science & Technological Education*, 25(2), 227-241. <https://doi.org/10.1080/02635140701250808>
- Gauchon, L., & Méheut, M. (2007). Learning about stoichiometry: From students' preconceptions to the concept of limiting reactant. *Chemistry Education Research and Practice*, 8, 362-375. <https://doi.org/10.1039/B7RP90012K>
- Rosa, V., States, N. E., Corrales, A., Nguyen, Y., & Atkinson, M. B. (2022). Relevance and equity: Should stoichiometry be the foundation of introductory chemistry courses? *Chemistry Education Research and Practice*, 23, 662-685. <https://doi.org/10.1039/D1RP00333J>
- Raviolo, A., Farré, A. S., & Traidman Schroh, N. (2021). Students' understanding of molar concentration. *Chemistry Education Research and Practice*, 22, 486-497. <https://doi.org/10.1039/D0RP00344A>

- Tullberg, A., Strömdahl, H., & Lybeck, L. (1994). Students' conceptions of 1 mole and educators' conceptions of how they teach the mole. *International Journal of Science Education*, 16(2). <https://doi.org/10.1080/0950069940160204>
- Fang, S.-C., Hart, C., & Clarke, D. (2014). Identifying students' conceptual understanding of the mole concept using a two-tier diagnostic instrument and concept map. *Journal of Chemical Education*, 91(3), 351-356. <https://doi.org/10.1021/ed400128x>
- Gulacar, O., Overton, T. L., Bowman, C. R., & Fynewever, H. (2013). A novel code system for revealing sources of students' difficulties with stoichiometry. *Chemistry Education Research and Practice*, 14, 507-515. <https://doi.org/10.1039/C3RP00029J>
- Stott, A. E. (2023). The efficacy of instruction in application of mole ratios and submicro- and macro-scopic equivalent forms of the mole within the unit factor method. *Chemistry Education Research and Practice*, 24, 551–566. <https://doi.org/10.1039/D2RP00245K>
- Niaz, M., & Lawson, A. E. (1985). Balancing chemical equations: The role of developmental level and mental capacity. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(1). <https://doi.org/10.1002/tea.3660220104>

GLOSARIUM

Glosarium ini memuat istilah penting yang digunakan dalam buku *Miskonsepsi Konsep Kimia SMA, Bagian III: Miskonsepsi pada Konsep Kimia Kelas X*. Istilah yang dipilih mencakup konsep tentang hakikat materi dan perubahannya, struktur atom, sistem periodik unsur, ikatan kimia dan struktur molekul, reaksi kimia dan stoikiometri, serta diagnosis dan remediasi miskonsepsi. Buku ini memang membahas kelima kelompok konsep tersebut dengan kerangka makroskopik, submikroskopik, simbolik, diagnosis, remediasi, transfer, dan retensi.

A

Afinitas elektron. Perubahan energi yang menyertai penerimaan satu elektron oleh atom netral dalam fase gas sehingga terbentuk ion negatif. Nilainya dipengaruhi oleh konfigurasi elektron, ukuran atom, muatan inti efektif, dan kestabilan subkulit.

Analogi. Perbandingan antara konsep yang sedang dipelajari dengan objek, sistem, atau peristiwa yang lebih dikenal. Analogi dapat membantu pemahaman, tetapi juga dapat menimbulkan miskonsepsi apabila bagian yang bersesuaian dan batas perbandingannya tidak dijelaskan.

Analisis respons. Proses menelaah jawaban, alasan, gambar, model, prosedur perhitungan, representasi, konsistensi, dan tingkat keyakinan peserta didik untuk mengetahui struktur pemahaman yang mendasarinya.

Anion. Ion bermuatan negatif yang terbentuk ketika atom atau gugus atom menerima satu atau lebih elektron.

Atom. Entitas dasar suatu unsur yang masih mempertahankan identitas kimia unsur tersebut. Atom tersusun atas inti yang mengandung proton dan neutron serta elektron yang menempati keadaan kuantum di sekitar inti.

Atom netral. Atom yang jumlah protonnya sama dengan jumlah elektronnya sehingga muatan listrik totalnya nol.

Aturan oktet. Model sederhana yang menyatakan bahwa banyak atom unsur golongan utama cenderung membentuk susunan elektron valensi menyerupai gas mulia. Aturan ini bukan hukum universal karena terdapat struktur dengan oktet tidak lengkap, elektron ganjil, dan oktet diperluas.

Awan elektron. Istilah visual untuk menggambarkan distribusi probabilitas keberadaan elektron di sekitar inti. Awan elektron bukan benda fisik berkabut dan tidak memiliki batas yang benar-benar tegas.

B

Bahan. Materi yang digunakan untuk membuat suatu benda, menjalankan proses, atau memenuhi fungsi tertentu. Istilah bahan lebih menekankan kegunaan daripada klasifikasi ilmiahnya.

Bahasa simbolik. Cara mengomunikasikan konsep kimia melalui lambang unsur, rumus kimia, persamaan reaksi, diagram, grafik, angka, dan notasi matematis.

Batas konsep. Kondisi, kriteria, atau ruang lingkup yang menentukan kapan suatu definisi, aturan, model, atau prinsip dapat diterapkan.

Benda. Objek yang mempunyai bentuk, ukuran, dan fungsi tertentu serta tersusun atas satu atau lebih jenis materi.

Beban kognitif. Jumlah tuntutan pemrosesan informasi yang harus ditangani oleh memori kerja ketika seseorang belajar atau memecahkan masalah.

Bilangan Avogadro. Jumlah entitas elementer dalam satu mol, yaitu tepat $(6,02214076 \times 10^{23})$ entitas.

Bilangan kuantum. Seperangkat bilangan yang digunakan untuk mendeskripsikan keadaan elektron dalam atom, terdiri atas bilangan kuantum utama, azimut, magnetik, dan spin.

Bilangan kuantum azimut. Bilangan kuantum yang menyatakan jenis subkulit dan berhubungan dengan bentuk orbital. Bilangan ini dilambangkan dengan (*l*).

Bilangan kuantum magnetik. Bilangan kuantum yang membedakan orientasi orbital dalam suatu subkulit. Bilangan ini dilambangkan dengan (*m_l*).

Bilangan kuantum utama. Bilangan kuantum yang berhubungan dengan tingkat energi utama dan ukuran umum orbital. Bilangan ini dilambangkan dengan (*n*).

Bilangan kuantum spin. Bilangan kuantum yang menyatakan dua kemungkinan orientasi spin elektron, yaitu $(+\frac{1}{2})$ dan $(-\frac{1}{2})$.

C

Campuran. Materi yang terdiri atas dua atau lebih zat yang bergabung secara fisik tanpa membentuk zat baru dengan komposisi tetap.

Campuran heterogen. Campuran yang komposisi dan sifatnya tidak seragam pada seluruh bagian sistem serta dapat terdiri atas lebih dari satu fase.

Campuran homogen. Campuran yang mempunyai komposisi seragam pada skala pengamatan tertentu dan umumnya disebut larutan.

Cair. Wujud materi yang mempunyai volume relatif tetap, tetapi bentuknya mengikuti wadah. Partikel-partikelnya berdekatan, tetapi masih dapat berpindah satu sama lain.

Contoh. Objek, fenomena, atau kasus yang memenuhi ciri dan batas suatu konsep.

Contoh tandingan. Kasus yang digunakan untuk menunjukkan bahwa suatu generalisasi, aturan, atau penjelasan tidak berlaku secara mutlak.

D

Daya tarik elektrostatik. Interaksi tarik-menarik antara partikel yang memiliki muatan listrik berlawanan.

Definisi operasional. Definisi yang menyatakan ciri, prosedur, ukuran, atau kriteria yang dapat digunakan untuk mengenali dan membedakan suatu konsep dalam konteks tertentu.

Diagram orbital. Representasi simbolik yang menunjukkan pengisian elektron ke dalam orbital serta orientasi spin masing-masing elektron.

Diagnosis miskonsepsi. Proses sistematis untuk mengidentifikasi konsepsi peserta didik, alasan yang digunakan, tingkat keyakinan, konsistensi jawaban, sumber kesulitan, dan kebutuhan tindak lanjut pembelajaran.

Difusi. Penyebaran partikel dari daerah berkonsentrasi relatif tinggi menuju daerah berkonsentrasi lebih rendah akibat gerak acak partikel.

Dipol. Pemisahan muatan positif dan negatif dalam suatu ikatan atau molekul.

Diskusi argumentatif. Kegiatan pembelajaran yang meminta peserta didik menyampaikan klaim, memberikan bukti, menjelaskan hubungan antara bukti dan klaim, serta menanggapi argumentasi pihak lain.

Distilasi. Metode pemisahan campuran berdasarkan perbedaan volatilitas atau titik didih komponen-komponennya melalui proses penguapan dan pengembunan.

E

Efek perisai. Pengurangan tarikan inti terhadap elektron terluar akibat keberadaan elektron lain, terutama elektron yang berada pada kulit lebih dalam.

Elektron. Partikel subatom bermuatan negatif yang menempati keadaan kuantum tertentu di sekitar inti atom.

Elektron berpasangan. Dua elektron yang menempati orbital yang sama dengan orientasi spin berlawanan.

Elektron tidak berpasangan. Elektron yang menempati suatu orbital tanpa pasangan elektron dengan spin berlawanan.

Elektron valensi. Elektron yang terutama terlibat dalam pembentukan ikatan dan menentukan banyak sifat kimia unsur.

Elektronegativitas. Kemampuan relatif suatu atom dalam molekul untuk menarik kerapatan elektron ikatan ke arahnya.

Elisitasi. Tahap menggali pengetahuan awal, prediksi, alasan, gambar mental, model, dan keyakinan peserta didik sebelum pembelajaran atau remediasi dilakukan.

Endapan. Padatan yang terbentuk dari suatu larutan melalui reaksi kimia atau perubahan kondisi kelarutan.

Energi ikatan. Energi yang diperlukan untuk memutuskan sejumlah tertentu ikatan kimia dalam fase gas. Besarnya juga berkaitan dengan energi yang dilepaskan ketika ikatan terbentuk.

Energi ionisasi. Energi minimum yang diperlukan untuk melepaskan satu elektron dari atom atau ion dalam fase gas.

Entitas elementer. Objek tertentu yang jumlahnya dinyatakan dalam mol, seperti atom, molekul, ion, elektron, atau satuan formula.

F

Fase. Bagian suatu sistem yang memiliki komposisi dan sifat fisik seragam serta dapat dibedakan dari bagian lainnya.

Fenomena makroskopik. Gejala yang dapat diamati atau diukur secara langsung, seperti perubahan warna, suhu, massa, tekanan, volume, wujud, atau terbentuknya endapan.

Filtrasi. Metode pemisahan campuran heterogen menggunakan media berpori yang meloloskan fluida, tetapi menahan partikel padat tertentu.

Formula empiris. Rumus yang menyatakan perbandingan bilangan bulat paling sederhana antara atom-atom unsur dalam suatu senyawa.

Formula molekul. Rumus yang menyatakan jumlah sebenarnya setiap jenis atom dalam satu molekul.

Frakasi mol. Perbandingan jumlah mol suatu komponen terhadap jumlah mol total seluruh komponen dalam campuran.

G

Garam. Senyawa ionik yang tersusun atas kation dan anion. Dalam larutan, banyak garam terdisosiasi menjadi ion-ion penyusunnya.

Gas. Wujud materi yang tidak memiliki bentuk dan volume tetap. Partikelnya bergerak relatif bebas, berjauhan, dan memenuhi ruang wadah.

Gaya antarmolekul. Gaya tarik atau tolak yang bekerja di antara molekul, atom, atau ion dan memengaruhi sifat fisik zat.

Gaya dispersi London. Gaya tarik yang timbul dari dipol sesaat dan dipol terinduksi akibat fluktuasi distribusi elektron.

Gaya dipol–dipol. Gaya tarik antara bagian bermuatan parsial berlawanan pada molekul-molekul polar.

Geometri elektron. Susunan seluruh daerah kerapatan elektron, baik pasangan elektron ikatan maupun pasangan elektron bebas, di sekitar atom pusat.

Geometri molekul. Susunan tiga dimensi atom-atom dalam molekul dengan memperhatikan posisi inti atom, bukan seluruh pasangan elektron.

Golongan. Kolom vertikal dalam sistem periodik yang mengelompokkan unsur dengan pola konfigurasi elektron valensi dan sifat kimia tertentu.

H

Hasil aktual. Jumlah produk yang benar-benar diperoleh melalui eksperimen.

Hasil teoretis. Jumlah maksimum produk yang secara teoritis dapat diperoleh berdasarkan pereaksi pembatas dan persamaan reaksi setara.

Heterogen. Keadaan yang menunjukkan bahwa komposisi atau sifat suatu sistem tidak seragam pada seluruh bagiannya.

Hibridisasi. Model pencampuran orbital atom untuk menjelaskan arah ikatan dan geometri molekul tertentu. Hibridisasi merupakan model konseptual, bukan proses fisik yang dapat diamati secara langsung.

Hukum Avogadro. Prinsip bahwa volume gas pada suhu dan tekanan yang sama berbanding lurus dengan jumlah mol gas.

Hukum kekekalan massa. Prinsip bahwa massa total sistem tertutup tetap selama perubahan fisika atau reaksi kimia.

Hukum perbandingan berganda. Prinsip bahwa apabila dua unsur membentuk lebih dari satu senyawa, massa salah satu unsur yang bergabung dengan massa tetap unsur lainnya mempunyai perbandingan bilangan bulat sederhana.

Hukum perbandingan tetap. Prinsip bahwa suatu senyawa murni selalu mengandung unsur-unsur penyusunnya dalam perbandingan massa tertentu.

Hukum periodik. Prinsip bahwa sifat fisika dan kimia unsur merupakan fungsi periodik dari nomor atomnya.

I

Ikatan hidrogen. Interaksi yang terjadi ketika atom hidrogen yang terikat pada atom sangat elektronegatif berinteraksi dengan pasangan elektron bebas pada atom elektronegatif lain.

Ikatan ionik. Interaksi elektrostatik antara ion-ion bermuatan berlawanan dalam suatu struktur. Ikatan ionik tidak tepat dipahami hanya sebagai peristiwa perpindahan elektron.

Ikatan kimia. Interaksi yang menyebabkan atom atau ion berada dalam susunan dengan energi relatif lebih rendah dan membentuk spesies kimia yang lebih stabil.

Ikatan kovalen. Ikatan yang melibatkan penggunaan bersama kerapatan elektron oleh dua atom.

Ikatan kovalen koordinasi. Ikatan kovalen yang pasangan elektron ikatannya secara formal berasal dari satu atom donor.

Ikatan nonpolar. Ikatan kovalen dengan distribusi kerapatan elektron relatif merata karena perbedaan elektronegativitas atom-atom yang berikatan kecil.

Ikatan polar. Ikatan kovalen dengan distribusi kerapatan elektron tidak merata sehingga menimbulkan muatan parsial.

Indeks. Angka kecil pada rumus kimia yang menunjukkan jumlah relatif atom suatu unsur dalam satu partikel atau satuan formula.

Ion. Atom atau gugus atom yang memiliki muatan listrik bersih akibat kehilangan atau menerima elektron.

Isobar. Nuklida dari unsur berbeda yang memiliki nomor massa sama, tetapi nomor atom berbeda.

Isoton. Nuklida yang memiliki jumlah neutron sama, tetapi jumlah proton berbeda.

Isotop. Atom-atom dari unsur yang sama dengan jumlah proton sama, tetapi jumlah neutron berbeda.

J

Jari-jari atom. Ukuran relatif atom yang biasanya ditentukan dari setengah jarak antara inti dua atom sejenis yang berikatan.

Jari-jari ion. Ukuran relatif ion dalam struktur tertentu. Kation umumnya lebih kecil daripada atom netralnya, sedangkan anion umumnya lebih besar.

Jaringan konsep. Susunan hubungan antarkonsep yang menunjukkan prasyarat, keterkaitan, hierarki, dan arah penalaran.

Jumlah mol. Besaran yang menyatakan banyaknya zat berdasarkan jumlah entitas elementer dan dinyatakan dalam satuan mol.

K

Kaidah Hund. Prinsip bahwa elektron mengisi orbital-orbital setingkat satu per satu dengan spin sejajar sebelum membentuk pasangan.

Kasus batas. Kasus yang berada di dekat batas suatu kategori dan digunakan untuk menguji ketepatan definisi serta pemahaman konsep.

Kation. Ion bermuatan positif yang terbentuk ketika atom atau gugus atom kehilangan satu atau lebih elektron.

Keadaan fisik. Wujud suatu zat dalam persamaan kimia, biasanya dinyatakan dengan simbol ((s)), ((l)), ((g)), dan ((aq)).

Kelarutan. Jumlah maksimum zat terlarut yang dapat larut dalam sejumlah pelarut pada kondisi suhu dan tekanan tertentu.

Kestabilan kimia. Keadaan relatif suatu sistem yang memiliki energi lebih rendah atau kecenderungan lebih kecil untuk mengalami perubahan pada kondisi tertentu.

Keyakinan jawaban. Tingkat kepastian peserta didik terhadap jawaban atau alasan yang diberikan. Keyakinan tinggi pada gagasan yang salah dapat menjadi salah satu indikator miskonsepsi.

Koefisien reaksi. Angka di depan rumus kimia dalam persamaan reaksi yang menyatakan rasio stoikiometri antarspesies.

Konfigurasi elektron. Susunan elektron suatu atom atau ion pada kulit, subkulit, dan orbital.

Konflik kognitif. Ketidaksesuaian yang disadari peserta didik antara konsepsi awal dengan bukti, pengamatan, prediksi, atau penjelasan ilmiah.

Konsepsi alternatif. Pemahaman yang berbeda dari konsep ilmiah yang diterima dan dibangun berdasarkan pengalaman, intuisi, bahasa, analogi, atau penalaran tertentu.

Konsentrasi. Ukuran banyaknya zat terlarut dalam sejumlah larutan atau pelarut.

Kristalisasi. Proses pembentukan kristal dari larutan, lelehan, atau fase gas yang dapat digunakan untuk memisahkan atau memurnikan zat.

Kulit elektron. Tingkat energi utama dalam atom yang berkaitan dengan bilangan kuantum utama.

L

Lambang unsur. Notasi satu atau dua huruf yang digunakan untuk menyatakan suatu unsur.

Larangan Pauli. Prinsip bahwa tidak ada dua elektron dalam satu atom yang mempunyai keempat bilangan kuantum sama.

Larutan. Campuran homogen yang terdiri atas pelarut dan satu atau lebih zat terlarut.

Larutan jenuh. Larutan yang mengandung jumlah maksimum zat terlarut yang dapat berada dalam kesetimbangan pada kondisi tertentu.

Larutan lewat jenuh. Larutan yang mengandung zat terlarut melebihi jumlah kesetimbangan normal dan berada dalam keadaan metastabil.

Larutan tak jenuh. Larutan yang masih dapat melarutkan zat terlarut tambahan pada kondisi yang sama.

Logam. Kelompok unsur yang umumnya memiliki konduktivitas listrik dan panas baik, dapat ditempa, dan cenderung membentuk kation.

M

Makroskopik. Tingkat representasi kimia yang berkaitan dengan objek, sifat, atau perubahan yang dapat diamati dan diukur secara langsung.

Massa atom relatif. Perbandingan massa rata-rata atom suatu unsur terhadap ($\frac{1}{12}$) massa atom karbon-12.

Massa molar. Massa satu mol zat yang umumnya dinyatakan dalam gram per mol.

Materi. Segala sesuatu yang mempunyai massa dan menempati ruang.

Metakognisi. Kesadaran dan pengendalian seseorang terhadap proses berpikir, strategi belajar, dan ketepatan pemahamannya sendiri.

Miskonsepsi. Pola pemahaman yang tidak sesuai dengan konsep ilmiah, relatif konsisten, digunakan dalam berbagai konteks, dan sering dipertahankan dengan tingkat keyakinan tertentu. Istilah miskonsepsi digunakan untuk menganalisis gagasan, bukan untuk memberi label tetap kepada peserta didik.

Model atom. Representasi konseptual untuk menjelaskan struktur dan perilaku atom berdasarkan bukti tertentu. Model atom bukan foto atau gambaran literal atom.

Model Bohr. Model atom yang menempatkan elektron pada tingkat energi diskret. Model ini berguna untuk menjelaskan spektrum atom hidrogen, tetapi mempunyai keterbatasan untuk atom berelektron banyak.

Model partikel. Representasi materi sebagai kumpulan partikel yang bergerak, memiliki jarak, dan berinteraksi satu sama lain.

Mol. Satuan SI untuk jumlah zat. Satu mol mengandung tepat ($6,02214076 \times 10^{23}$) entitas elementer.

Molekul. Entitas netral yang terdiri atas dua atau lebih atom yang terikat dalam susunan tertentu.

Muatan inti efektif. Tarikan bersih yang dirasakan elektron dari inti setelah memperhitungkan efek perisai elektron lain.

N

Neutron. Partikel subatom tidak bermuatan yang terdapat dalam inti atom dan memiliki massa mendekati massa proton.

Noncontoh. Objek, fenomena, atau kasus yang tidak memenuhi karakteristik suatu konsep dan digunakan untuk memperjelas batas konsep.

Nonlogam. Kelompok unsur yang umumnya memiliki konduktivitas listrik dan panas rendah serta cenderung menerima elektron atau berbagi elektron dalam ikatan kovalen.

Nomor atom. Jumlah proton dalam inti atom yang menentukan identitas suatu unsur.

Nomor massa. Jumlah total proton dan neutron dalam inti suatu nuklida.

Notasi nuklida. Lambang yang menyatakan identitas unsur, nomor atom, dan nomor massa suatu nuklida.

Nukleon. Istilah kolektif untuk proton dan neutron yang terdapat dalam inti atom.

Nuklida. Spesies atom yang ditentukan oleh jumlah proton dan neutron dalam intinya.

O

Oktet diperluas. Struktur Lewis pada atom pusat tertentu yang digambarkan memiliki lebih dari delapan elektron valensi.

Oktet tidak lengkap. Keadaan ketika atom tertentu dalam struktur Lewis memiliki kurang dari delapan elektron di sekitarnya, tetapi spesies tersebut tetap dapat terbentuk atau stabil.

Orbital. Fungsi gelombang atau wilayah probabilitas yang digunakan untuk mendeskripsikan keadaan elektron dalam atom. Orbital bukan lintasan tetap elektron.

Orbital atom. Model matematis untuk keadaan elektron yang berhubungan dengan energi dan distribusi probabilitas elektron di sekitar inti.

Orbit. Lintasan tertentu yang dilalui suatu objek. Dalam model atom modern, elektron tidak dipandang bergerak pada orbit klasik seperti planet mengelilingi Matahari.

Oksidasi. Proses pelepasan elektron atau peningkatan bilangan oksidasi suatu spesies.

P

Padat. Wujud materi yang mempunyai bentuk dan volume relatif tetap. Partikel-partikelnya tersusun rapat dan hanya bergetar di sekitar posisi kesetimbangannya.

Pelarut. Komponen larutan yang berfungsi sebagai medium pelarutan dan umumnya mempunyai jumlah lebih besar.

Pelarutan. Proses penyebaran partikel zat terlarut di antara partikel pelarut yang melibatkan perubahan interaksi antarpartikel.

Pelelehan. Perubahan wujud dari padat menjadi cair tanpa mengubah identitas kimia zat.

Pemisahan campuran. Proses memisahkan komponen-komponen campuran berdasarkan perbedaan sifat fisika atau kimia.

Pengembunan. Perubahan wujud dari gas menjadi cair.

Penguapan. Perubahan wujud dari cair menjadi gas yang berlangsung dari permukaan cairan.

Perubahan fisika. Perubahan yang tidak menghasilkan zat baru, meskipun bentuk, ukuran, susunan, atau wujud zat dapat berubah.

Perubahan kimia. Perubahan yang menghasilkan spesies kimia baru melalui penataan ulang atom, elektron, dan ikatan.

Perubahan konseptual. Proses restrukturisasi pengetahuan ketika konsepsi awal diperiksa, diperbaiki, diganti, atau diintegrasikan ke dalam pemahaman yang lebih ilmiah.

Pereaksi. Spesies kimia yang mengalami perubahan dalam suatu reaksi kimia.

Pereaksi berlebih. Pereaksi yang jumlahnya melebihi kebutuhan berdasarkan rasio stoikiometri sehingga masih tersisa setelah reaksi selesai.

Pereaksi pembatas. Pereaksi yang habis terlebih dahulu berdasarkan rasio stoikiometri dan menentukan jumlah maksimum produk yang dapat terbentuk.

Persamaan reaksi. Representasi simbolik yang menyatakan identitas pereaksi dan produk, rasio stoikiometri, keadaan fisik, serta arah proses. Koefisien menyatakan rasio jumlah entitas atau mol, bukan ukuran partikel.

Persamaan reaksi setara. Persamaan reaksi yang jumlah atom setiap unsur dan muatan totalnya sama pada kedua sisi persamaan.

Persen hasil. Perbandingan hasil aktual terhadap hasil teoretis yang dinyatakan dalam persen.

Periode. Baris horizontal dalam sistem periodik yang berkaitan dengan pengisian tingkat energi utama.

Periodisitas. Pengulangan pola sifat unsur secara teratur seiring dengan bertambahnya nomor atom.

Polaritas ikatan. Ketidakmerataan distribusi kerapatan elektron dalam suatu ikatan akibat perbedaan elektronegativitas.

Polaritas molekul. Pemisahan muatan bersih dalam molekul yang ditentukan oleh polaritas ikatan dan geometri molekul.

Predict–Observe–Explain. Strategi diagnosis dan pembelajaran yang meminta peserta didik membuat prediksi, mengamati fenomena, dan menjelaskan kesesuaian atau perbedaan antara prediksi dan hasil pengamatan.

Prinsip Aufbau. Prinsip bahwa elektron mengisi orbital mulai dari tingkat energi yang lebih rendah menuju tingkat energi yang lebih tinggi.

Produk. Spesies kimia yang terbentuk dalam suatu reaksi kimia.

Proton. Partikel subatom bermuatan positif yang terdapat dalam inti atom dan menentukan nomor atom unsur.

Q

Quantum atau kuantum. Jumlah diskret suatu besaran fisika. Dalam struktur atom, energi elektron hanya dapat mempunyai nilai tertentu yang diizinkan.

Quantum number. Istilah bahasa Inggris untuk bilangan kuantum, yaitu seperangkat bilangan yang mendeskripsikan keadaan elektron dalam atom.

R

Reaksi kimia. Proses perubahan satu atau lebih spesies kimia menjadi spesies lain melalui penataan ulang atom, elektron, dan ikatan.

Rediagnosis. Asesmen ulang setelah remediasi untuk mengetahui apakah perubahan pemahaman bertahan dan dapat diterapkan pada konteks yang baru.

Reduksi. Proses penerimaan elektron atau penurunan bilangan oksidasi suatu spesies.

Remediasi. Tindakan pembelajaran yang dirancang berdasarkan hasil diagnosis untuk membantu peserta didik memperbaiki dan merekonstruksi pemahamannya.

Representasi kimia. Cara menyatakan fenomena dan konsep kimia melalui kata, gambar, model, simbol, rumus, persamaan, tabel, grafik, atau perhitungan.

Representasi makroskopik. Representasi yang menunjukkan sifat, benda, gejala, atau perubahan yang dapat diamati secara langsung.

Representasi majemuk. Penggunaan beberapa bentuk representasi secara terpadu untuk memperjelas hubungan antara fenomena, partikel, simbol, dan besaran.

Representasi submikroskopik. Representasi yang menjelaskan fenomena kimia melalui atom, molekul, ion, elektron, gerak, susunan, dan interaksi partikel.

Representasi simbolik. Penyajian konsep kimia menggunakan lambang unsur, rumus, persamaan, grafik, angka, dan notasi matematis.

Resonansi. Penggunaan dua atau lebih struktur Lewis untuk merepresentasikan distribusi elektron yang tidak dapat dijelaskan secara memadai oleh satu struktur tunggal.

Retensi. Kemampuan mempertahankan pemahaman setelah selang waktu tertentu.

Rumus kimia. Representasi simbolik yang menyatakan jenis dan perbandingan atom atau ion dalam suatu zat.

S

Satuan formula. Perbandingan paling sederhana antara ion-ion dalam senyawa ionik. Senyawa ionik tidak tersusun atas molekul diskret seperti senyawa kovalen molekuler.

Senyawa. Zat murni yang tersusun atas dua atau lebih unsur dalam perbandingan tertentu dan dapat diuraikan secara kimia.

Senyawa ionik. Senyawa yang tersusun atas kation dan anion dalam jaringan kristal yang dipertahankan oleh interaksi elektrostatik.

Senyawa kovalen. Senyawa yang atom-atomnya terutama terikat melalui penggunaan bersama kerapatan elektron.

Sifat fisika. Karakteristik zat yang dapat diamati atau diukur tanpa mengubah identitas kimianya, seperti massa jenis, titik leleh, warna, dan kelarutan.

Sifat kimia. Karakteristik yang berkaitan dengan kemampuan suatu zat mengalami perubahan kimia dan membentuk zat lain.

Sistem periodik unsur. Susunan unsur berdasarkan kenaikan nomor atom dan pengulangan sifat fisika serta kimia secara periodik.

Spesies kimia. Atom, molekul, ion, radikal, atau entitas kimia lain yang dapat dibedakan berdasarkan komposisi dan strukturnya.

Stoikiometri. Kajian hubungan kuantitatif antara pereaksi dan produk berdasarkan persamaan reaksi setara.

Struktur Lewis. Representasi elektron valensi dan ikatan menggunakan titik, garis, serta lambang unsur.

Struktur molekul. Susunan tiga dimensi atom-atom dalam molekul dan hubungan ikatan di antaranya.

Subkulit. Kelompok orbital dalam satu kulit yang memiliki nilai bilangan kuantum azimut sama, seperti subkulit (s), (p), (d), dan (f).

Submikroskopik. Tingkat representasi yang menjelaskan materi menggunakan atom, molekul, ion, elektron, interaksi, dan gerak partikel yang tidak dapat diamati secara langsung.

Sublimasi. Perubahan wujud langsung dari padat menjadi gas tanpa melalui fase cair.

Simulasi. Representasi dinamis suatu sistem atau proses yang digunakan untuk membantu memvisualisasikan fenomena yang sulit diamati secara langsung.

T

Tanda panah reaksi. Simbol yang menunjukkan arah perubahan dari pereaksi menuju produk. Tanda panah reaksi tidak bermakna sama dengan seperti tanda kesamaan matematis.

Tekanan gas. Gaya per satuan luas yang timbul akibat tumbukan partikel gas pada dinding wadah.

Tes diagnostik. Instrumen yang digunakan untuk mengidentifikasi pengetahuan awal, kesulitan, pola penalaran, dan kemungkinan miskonsepsi peserta didik.

Tes bertingkat. Instrumen diagnostik yang terdiri atas beberapa tingkat, misalnya pilihan jawaban, alasan, dan tingkat keyakinan.

Titik didih. Suhu ketika tekanan uap cairan sama dengan tekanan luar sehingga penguapan berlangsung di seluruh bagian cairan.

Titik leleh. Suhu ketika fase padat dan cair berada dalam kesetimbangan pada tekanan tertentu.

Transfer konsep. Kemampuan menggunakan konsep yang telah dipahami pada situasi, representasi, atau masalah yang berbeda dari contoh pembelajaran.

Translasi antarrepresentasi. Kemampuan berpindah secara bermakna antara representasi makroskopik, submikroskopik, simbolik, verbal, grafis, dan matematis. Kesalahan translasi dapat menghasilkan jawaban hitungan yang benar, tetapi makna konsep tidak dipahami.

U

Uap. Fase gas suatu zat yang pada kondisi tertentu umumnya berbentuk cair atau padat.

Ukuran atom. Besaran relatif yang menunjukkan jangkauan distribusi elektron suatu atom dan biasanya dinyatakan melalui jari-jari atom.

Unsur. Zat murni yang seluruh atomnya mempunyai nomor atom sama dan tidak dapat diuraikan menjadi zat yang lebih sederhana melalui reaksi kimia biasa.

V

Valensi. Kapasitas penggabungan suatu atom yang berkaitan dengan jumlah ikatan yang dapat dibentuk dalam konteks struktur tertentu.

VSEPR. Singkatan dari *Valence Shell Electron Pair Repulsion*, yaitu model untuk memperkirakan geometri molekul berdasarkan tolakan antardaerah kerapatan elektron pada atom pusat.

Volume molar. Volume yang ditempati oleh satu mol zat pada suhu dan tekanan tertentu.

W

Warna model molekul. Konvensi visual yang digunakan untuk membedakan jenis atom dalam suatu model. Warna pada model bukan warna literal atom. Gambar bola dan tongkat juga merupakan representasi, bukan foto atom atau molekul.

Wawancara diagnostik. Percakapan terstruktur atau semi-terstruktur untuk menggali jawaban, alasan, representasi, keyakinan, dan perubahan penalaran peserta didik.

Wujud zat. Keadaan fisik materi, seperti padat, cair, gas, dan plasma, yang ditentukan oleh susunan, gerak, energi, dan interaksi partikelnya.

X

Xenon. Unsur gas mulia berlambang Xe dengan nomor atom 54. Xenon merupakan contoh bahwa gas mulia tidak selalu sepenuhnya inert karena dapat membentuk sejumlah senyawa.

Sinar-X. Radiasi elektromagnetik berenergi tinggi yang dapat digunakan untuk mempelajari struktur kristal dan susunan atom dalam material.

Difraksi sinar-X. Teknik analisis struktur material berdasarkan pola difraksi sinar-X oleh susunan atom dalam kristal.

Y

Yield. Istilah bahasa Inggris untuk hasil reaksi, yaitu jumlah produk yang diperoleh atau diperkirakan terbentuk.

Percent yield. Istilah bahasa Inggris untuk persen hasil, yaitu perbandingan hasil aktual dengan hasil teoretis yang dikalikan seratus persen.

Z

Zat. Jenis materi yang memiliki komposisi dan sifat tertentu.

Zat murni. Materi yang memiliki komposisi tetap dan sifat khas, berupa unsur atau senyawa.

Zat pelarut. Komponen yang berfungsi sebagai medium tempat zat lain terdispersi secara homogen.

Zat sisa. Pereaksi yang masih tersisa setelah pereaksi pembatas habis bereaksi.

Zat terlarut. Komponen larutan yang partikelnya terdispersi pada tingkat molekuler atau ionik dalam pelarut.

Zona probabilitas elektron. Istilah visual untuk wilayah di sekitar inti dengan peluang tertentu ditemukannya elektron. Istilah ini membantu menjelaskan orbital, tetapi tidak boleh dipahami sebagai batas fisik yang kaku.

Catatan penggunaan glosarium. Definisi dalam glosarium ini disusun sesuai konteks pembelajaran kimia SMA dan diagnosis miskonsepsi. Oleh sebab itu, beberapa istilah diberi penjelasan pedagogis, bukan sekadar definisi kamus.

Catatan tentang model. Istilah model, gambar, warna, bola, tongkat, orbital, dan struktur Lewis harus dipahami sebagai representasi ilmiah yang mempunyai fungsi serta keterbatasan tertentu, bukan sebagai gambaran literal entitas submikroskopik.

Catatan tentang diagnosis. Satu jawaban salah belum cukup untuk menetapkan adanya miskonsepsi. Diagnosis perlu mempertimbangkan alasan, tingkat keyakinan, konsistensi respons, konteks, gambar atau model yang dibuat, serta kemampuan peserta didik menerapkan konsep pada situasi lain.

Catatan tentang representasi. Hubungan antara tingkat makroskopik, submikroskopik, simbolik, dan kuantitatif merupakan kerangka utama dalam membaca buku ini. Penguasaan satu bentuk representasi secara terpisah belum menjamin terbentuknya pemahaman kimia yang utuh dan terkoordinasi.

- 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 III: Miskonsepsi pada Konsep Kimia Kelas X

MISKONSEPSI



Partikel zat rapat
tanpa ruang

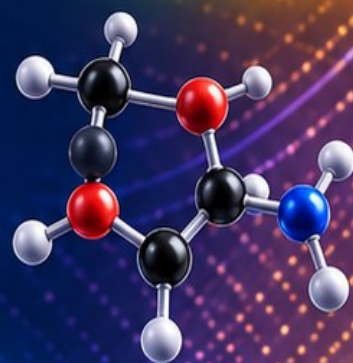
KONSEP YANG BENAR



Partikel memiliki ruang
dan bergerak

SINOPSIS

Buku ini membahas berbagai miskonsepsi yang sering muncul pada konsep kimia kelas X SMA. Fokus pembahasannya meliputi hakikat materi dan perubahannya, struktur atom, sistem periodik unsur, ikatan kimia dan struktur molekul, serta reaksi kimia dan stoikiometri. Setiap bab menguraikan definisi dan batas konsep, representasi makroskopik-submikroskopik-simbolik, pola miskonsepsi yang umum, sumber penyebab, cara diagnosis, serta strategi remediasi pembelajaran. Buku ini membantu guru, calon guru, dosen, peneliti, dan peserta didik memahami konsep kimia secara lebih tepat, mendalam, dan bermakna.



KASMUI