

KIMIA REKREASI

Permainan Menggunakan Bahan-Bahan Kimia



KASMUI

KIMIA REKREASI

Permainan Menggunakan Bahan-Bahan Kimia

100 aktivitas, sulapan sains, dan eksperimen aman berbasis konsep

Kasmui

2026

KATA PENGANTAR

Kimia sering dianggap sebagai kumpulan rumus, nama zat, dan perhitungan yang jauh dari pengalaman sehari-hari. Buku ini disusun untuk menunjukkan wajah lain kimia: ilmu yang dapat dilihat melalui warna, disentuh melalui bahan yang tepat, diukur melalui perubahan sederhana, dan dibahas melalui pertanyaan yang menumbuhkan rasa ingin tahu. Seratus permainan di dalamnya dirancang sebagai pintu masuk menuju penalaran ilmiah, bukan sekadar pertunjukan yang mengejutkan.

Tujuan utama buku ini ialah membantu dosen, guru, mahasiswa calon guru, pengelola kegiatan sains, orang tua, dan peserta didik menyelenggarakan aktivitas kimia rekreatif yang terstruktur. Setiap permainan memuat tujuan, komposisi bahan, alat, langkah kerja, hasil yang diharapkan, konsep atau rahasia kimia, tingkat risiko, serta cara menangani sisa. Dengan struktur tersebut, pembaca dapat mengubah sebuah atraksi menjadi penyelidikan yang dapat diuji dan dikomunikasikan.

Ruang lingkup buku meliputi pembentukan gas; asam-basa dan indikator; tegangan permukaan; massa jenis; polimer dan koloid; kristal dan endapan; redoks dan elektrokimia; energi, cahaya, dan laju reaksi; kimia pangan; serta kimia lingkungan, seni, dan forensik model. Taman Kimia ditempatkan dalam bagian kristal dan endapan sebagai demonstrasi mikroskala oleh pendidik karena bahan logamnya tidak layak ditangani bebas oleh anak. Demikian pula, kegiatan yang memakai api, pemanasan, ultraviolet, basa, iodine, atau garam tembaga diberi pembatasan yang tegas.

Pendekatan penyusunan mengikuti prinsip RAMP: mengenali bahaya, menilai risiko, meminimalkan risiko, dan menyiapkan keadaan darurat. Skala bahan sengaja dibuat kecil, bahan rumah tangga dipilih apabila konsep tetap dapat muncul dengan baik, dan prosedur bertekanan, pembakaran pelarut, oksidator kuat, asam pekat, serta campuran pembersih dikeluarkan. Namun, istilah 'bahan rumah tangga' tidak berarti otomatis aman; label produk, lembar data keselamatan, alergi, ventilasi, dan aturan pembuangan setempat tetap harus diperiksa.

Sistematika buku dimulai dengan panduan keselamatan dan cara membaca format aktivitas. Sepuluh bab berikutnya mengelompokkan permainan berdasarkan konsep dominan. Bagian akhir menyediakan latihan beserta pembahasan, soal pengembangan, glosarium A-Z, dan daftar pustaka bertaut aktif. Ilustrasi pada setiap permainan merupakan diagram orisinal untuk membantu orientasi; ilustrasi tidak menggantikan pembacaan langkah dan penilaian risiko.

Buku ini diharapkan berguna sebagai sumber ide kuliah demonstrasi, praktikum sekolah, pameran sains, pelatihan calon guru, dan kegiatan keluarga terarah.

Pendidik dianjurkan melakukan uji pendahuluan, menyesuaikan dengan umur peserta dan fasilitas, serta mengubah permainan menjadi investigasi: menentukan variabel, membuat kontrol, mencatat data, menyatakan ketidakpastian, dan menarik simpulan yang sepadan dengan bukti.

Keterbatasan perlu dinyatakan secara terbuka. Komposisi produk komersial dapat berbeda antar merek dan negara; hasil warna dipengaruhi konsentrasi, air, pencahayaan, serta bahan wadah; dan pembuangan limbah tunduk pada peraturan lokal. Karena itu, komposisi dalam buku adalah titik awal terukur yang harus diuji pendidik, bukan pengganti lembar data keselamatan atau prosedur institusi.

Terima kasih disampaikan kepada para pendidik, teknisi laboratorium, peserta didik, dan pegiat komunikasi sains yang terus menempatkan keselamatan sejajar dengan kreativitas. Kritik berbasis data dan catatan hasil uji sangat diharapkan agar kegiatan kimia rekreatif semakin akurat, inklusif, ramah lingkungan, dan bermakna.

Semoga buku ini menolong pembaca melihat bahwa rahasia sebuah 'sulapan kimia' bukanlah tipuan, melainkan hubungan yang indah antara partikel, energi, struktur, dan perubahan. Setelah rasa takjub muncul, tugas pendidikan berikutnya adalah mengubahnya menjadi pertanyaan yang jernih dan penyelidikan yang bertanggung jawab.

September 2026
Penulis



Kasmui

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	3
DAFTAR ISI	5
PETUNJUK PENGGUNAAN BUKU	10
KESELAMATAN, APD, DAN PENGELOLAAN LIMBAH	11
MATRIKS CEPAT PEMILIHAN AKTIVITAS	12
BAB 1 - GAS, GELEMBUNG, DAN TEKANAN.....	13
1. Balon yang Mengembang Sendiri.....	13
2. Sarung Tangan Bernapas.....	14
3. Gunung Busa Mini	15
4. Roket Kantong Tanpa Ledakan	16
5. Kismis Menari dalam Soda.....	17
6. Balon Fermentasi Ragi	18
7. Memadamkan Lilin dengan Gas Tak Terlihat	20
8. Balapan Tablet Efervesen.....	21
9. Penyelam Saus dalam Botol	22
10. Menuangkan Karbon Dioksida	23
BAB 2 - WARNA ASAM-BASA DAN INDIKATOR.....	25
11. Pelangi Indikator Kol Ungu.....	25
12. Lukisan Kupu-Kupu pH	26
13. Pesan Rahasia Kunyit.....	27
14. Bunga Putih Berubah Warna	28
15. Tangga Warna pH	29
16. Air Bunga Telang yang Berubah	30
17. Peta Asam-Basa Rumah Tangga.....	32
18. Lomba Menetralkan Antasida.....	33
19. Cangkang Telur dan Hujan Asam.....	34
20. Tulisan Hilang dengan Fenolftalein	35
BAB 3 - TEGANGAN PERMUKAAN, KAPILARITAS, DAN BUSA	37
21. Lada yang Menjauh.....	37
22. Klip Kertas Mengapung	38

23. Berapa Tetes di Atas Koin?	39
24. Perahu Sabun Melaju.....	40
25. Ledakan Warna Susu.....	41
26. Kubus Gelembung.....	42
27. Gelembung Raksasa	43
28. Air Berjalan.....	44
29. Balapan Kapiler Seledri.....	45
30. Kubah Busa Bernapas	47
BAB 4 - MASSA JENIS, DAYA APUNG, DAN KONVEKSI.....	49
31. Menara Massa Jenis	49
32. Lampu Lava Tanpa Panas.....	50
33. Telur Mengapung Bertahap	51
34. Pelangi Gula dalam Gelas.....	52
35. Jeruk Berjaket dan Telanjang	53
36. Hidrometer Sedotan.....	54
37. Arus Laut Panas dan Dingin	55
38. Es Berwarna di Dua Lautan.....	56
39. Kapal Plastisin	58
40. Penyelam Pipet.....	59
BAB 5 - POLIMER, GEL, DAN KOLOID	61
41. Slime Elastis Terkendali.....	61
42. Oobleck yang Keras Saat Dipukul	62
43. Salju dari Popok.....	63
44. Plastik dari Susu.....	64
45. Cacing Alginat	65
46. Difusi dalam Agar	66
47. Telur Karet.....	67
48. Pelangi Gel Superabsorben.....	68
49. Bioplastik Pati.....	69
50. Emulsi yang Menolak Berpisah	71
BAB 6 - KRISTAL, ENDAPAN, DAN TAMAN KIMIA	73
51. Taman Kimia Mikroskala.....	73

52. Kebun Kristal Garam.....	74
53. Kristal Tawas Berbentuk Permata.....	75
54. Lukisan Embun Kristal Epsom	76
55. Kristal Gula Batu Model	77
56. Geode Cangkang Telur.....	78
57. Es Panas Natrium Asetat	79
58. Awan Kapur dalam Gelas.....	81
59. Stalaktit Garam	82
60. Kristal Kompetisi Suhu	83
BAB 7 - REDOKS, KOROSI, DAN ELEKTROKIMIA	85
61. Baterai Lemon.....	85
62. Baterai Kentang.....	86
63. Baterai Air Garam.....	87
64. Membersihkan Perak dengan Sel Galvanik.....	88
65. Pelapisan Tembaga pada Paku.....	89
66. Balapan Karat.....	90
67. Oksigen Menghilang oleh Wol Baja	92
68. Apel Melawan Oksidasi	93
69. Jam Iodin Vitamin C	94
70. Botol Biru Berulang	95
BAB 8 - PANAS, DINGIN, CAHAYA, DAN LAJU REAKSI	97
71. Kantong Dingin Sitrat	97
72. Penghangat Tangan Wol Baja.....	98
73. Panas Pelarutan Kalsium Klorida	99
74. Termometer Warna	100
75. Tonic Menyala di UV.....	101
76. Tinta Stabilo Fluoresen.....	102
77. Tongkat Cahaya: Hangat vs Dingin	103
78. Napas Api Lilin.....	104
79. Tinta Lemon Tanpa Nyala.....	106
80. Manik UV Penjaga Surya.....	107
BAB 9 - KIMIA PANGAN YANG TIDAK UNTUK DIMAKAN.....	109

81. Mentega dalam Botol	109
82. Busa Protein Putih Telur	110
83. Es Krim dalam Kantong	111
84. Susu Pecah oleh Asam	112
85. Nanas Melawan Gelatin	113
86. Beruang Gummy Osmosis.....	114
87. Ragi Memilih Gula.....	115
88. Roti Berongga oleh Ragi	116
89. Pencokelatan Gula Terkendali	117
90. Mayones Model Emulsi.....	119
BAB 10 - KIMIA LINGKUNGAN, SENI, DAN FORENSIK	121
91. Kromatografi Spidol.....	121
92. Sidik Pigmen Daun	122
93. Filter Air Keruh Model.....	123
94. Tim Penyelamat Tumpahan Minyak.....	124
95. Uji Kesadahan dengan Busa	125
96. Kacang Kemasan yang Menghilang.....	126
97. Sidik Jari Bubuk Kakao.....	127
98. Detektif Bubuk Misterius	128
99. Pesan Soda Kue dan Anggur	130
100. Hujan Warna dari Krim	131
LATIHAN DAN PEMBAHASAN	133
Soal 1	133
Soal 2.....	133
Soal 3.....	133
Soal 4.....	133
Soal 5.....	133
Soal 6.....	134
Soal 7.....	134
Soal 8.....	134
Soal 9.....	134
Soal 10.....	134

Soal 11.....	134
Soal 12.....	135
Soal 13.....	135
Soal 14.....	135
Soal 15.....	135
Soal 16.....	135
Soal 17.....	135
Soal 18.....	136
Soal 19.....	136
Soal 20.....	136
SOAL PENGEMBANGAN	136
GLOSARIUM	137
DAFTAR PUSTAKA DAN SUMBER LANJUT.....	140

PETUNJUK PENGGUNAAN BUKU

Setiap aktivitas memakai urutan tetap agar mudah disiapkan dan diaudit. Baca seluruh bagian, terutama risiko dan pembuangan, sebelum menyiapkan bahan.

1. Rendah: bahan relatif ringan pada komposisi yang diberikan, tetapi tetap memakai pelindung mata dan pendampingan orang dewasa.
2. Sedang: memerlukan pengawasan langsung, kendali suhu/UV/api kecil, atau penanganan bahan iritan encer.
3. Tinggi: hanya demonstrasi pendidik terlatih dengan fasilitas, APD, dan jalur limbah yang sesuai.
4. Takaran adalah jumlah maksimum untuk satu kelompok kecil (2-4 peserta), kecuali disebut lain.
5. Semua bahan pangan yang masuk area praktikum diperlakukan sebagai bahan kimia dan tidak dikonsumsi.

KESELAMATAN, APD, DAN PENGELOLAAN LIMBAH

Kerangka RAMP

Kenali semua bahaya kimia dan fisik; nilai risiko dengan mempertimbangkan konsentrasi, jumlah, peserta, dan fasilitas; minimalkan risiko melalui substitusi, skala kecil, penghalang, serta APD; kemudian siapkan respons tumpahan, pembilasan mata, luka panas, dan evakuasi.

Aturan mutlak

Jangan mencicipi bahan; jangan memakai wadah makanan untuk penyimpanan; jangan mencampur pemutih, pembersih toilet, amonia, asam, atau produk rumah tangga yang tidak disebut; jangan menghirup langsung; jangan mengarahkan UV ke mata; jangan menutup rapat wadah pembentuk gas; dan jangan melakukan demonstrasi api tanpa pendidik.

APD minimum

Kacamata keselamatan, pakaian tertutup, sepatu tertutup, rambut terikat, dan akses air mengalir. Sarung tangan dipakai ketika prosedur menyebutkannya, lalu dilepas dengan benar agar tidak memindahkan kontaminan.

Limbah

Pisahkan limbah minyak, logam, larutan pewarna/iodin, dan sampah padat. Garam tembaga dan campuran Taman Kimia tidak boleh masuk saluran. Jangan pernah mencampur sisa yang tidak dikenal. Ikuti prosedur institusi dan ketentuan pengelola limbah setempat.

Kesiapan pendidik

Lakukan uji pendahuluan, sediakan lembar data keselamatan, beri label semua wadah, batasi akses peserta, dan tetapkan siapa yang menangani api, panas, UV, kaca, pisau, dan bahan berisiko.

$$\text{Risiko} = \text{peluang kejadian} \times \text{tingkat keparahan dampak}$$

MATRIKS CEPAT PEMILIHAN AKTIVITAS

Gunakan tabel berikut untuk memilih aktivitas menurut konsep dan tingkat pengawasan. Penilaian akhir tetap harus dilakukan pada kondisi lokal.

Tabel 1. Peta tema, nomor aktivitas, dan pengawasan dominan

Bab	Nomor	Konsep utama	Pengawasan dominan
1	1-10	Gas dan tekanan	Rendah-sedang
2	11-20	Indikator dan pH	Rendah-sedang
3	21-30	Permukaan dan kapilaritas	Rendah-sedang
4	31-40	Massa jenis dan aliran	Rendah-sedang
5	41-50	Polimer dan koloid	Rendah-sedang
6	51-60	Kristal dan endapan	Sedang-tinggi
7	61-70	Redoks dan sel	Sedang-tinggi
8	71-80	Energi dan cahaya	Rendah-sedang
9	81-90	Kimia pangan	Rendah-sedang
10	91-100	Lingkungan dan pemisahan	Rendah-sedang

BAB 1 - GAS, GELEMBUNG, DAN TEKANAN

Reaksi pembentuk gas dan perilaku tekanan diperagakan pada skala terbuka atau dengan pengembangan lentur. Tidak ada botol kaku yang ditutup selama gas terbentuk.

1. Balon yang Mengembang Sendiri

Tujuan	Menunjukkan pembentukan karbon dioksida dari reaksi asam-basa.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Cuka makan 5% sebanyak 60 mL
2. Natrium bikarbonat/soda kue 8 g
3. Balon lateks 1 buah

Alat

1. Botol plastik 300-500 mL
2. Corong
3. Gelas ukur
4. Neraca

Prosedur

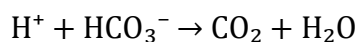
1. Masukkan cuka ke botol terbuka.
2. Dengan corong, masukkan soda kue ke balon yang belum dipasang.
3. Pasang mulut balon pada botol tanpa menjatuhkan bubuk.
4. Tegakkan balon sehingga bubuk jatuh; amati perkembangan balon.
5. Ukur keliling balon setelah 30, 60, dan 120 detik.

Hasil yang diharapkan

Buih muncul cepat dan balon membesar; laju melambat ketika pereaksi pembatas habis.

Konsep atau rahasia kimia

Ion H^+ bereaksi dengan HCO_3^- menghasilkan H_2CO_3 yang terurai menjadi CO_2 dan H_2O . Gas menempati ruang dan mengembangkan balon. Persamaan ion bersih: $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.



Pembuangan dan pemulihan

Lepaskan balon perlahan di ruang berventilasi; encerkan cairan dengan banyak air.



Gambar 1. Ilustrasi orisinal kegiatan Balon yang Mengembang Sendiri

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

2. Sarung Tangan Bernapas

Tujuan	Membandingkan volume gas pada dua komposisi pereaksi.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Cuka 5%: 40 mL per gelas
2. Soda kue: 3 g dan 6 g
3. Sarung tangan nitril 2 buah

Alat

1. Dua gelas plastik tinggi
2. Sendok ukur
3. Karet gelang
4. Pita ukur

Prosedur

1. Tuang 40 mL cuka ke setiap gelas.
2. Masukkan 3 g soda kue ke sarung tangan A dan 6 g ke sarung tangan B.
3. Pasang sarung tangan pada bibir gelas dan ikat longgar.
4. Jatuhkan bubuk bersamaan lalu bandingkan ukuran sarung tangan.
5. Catat apakah penambahan soda kue selalu menambah volume gas.

Hasil yang diharapkan

Sarung tangan dengan komposisi lebih mendekati stoikiometri biasanya mengembang lebih besar.

Konsep atau rahasia kimia

Jumlah CO_2 ditentukan oleh pereaksi pembatas. Jika cuka sudah habis, kelebihan bikarbonat tidak lagi menambah gas.

Pembuangan dan pemulihan

Buang larutan encer ke saluran air dengan aliran air; sarung tangan ke sampah.



Gambar 2. Ilustrasi orisinal kegiatan Sarung Tangan Bernapas

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

3. Gunung Busa Mini

Tujuan	Membuat model erupsi berbusa dan membedakan gas dari busa.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Soda kue 10 g
2. Cuka 5% 80 mL
3. Sabun cuci piring 5 mL
4. Pewarna makanan 2 tetes

Alat

1. Gelas 250 mL
2. Baki
3. Sendok
4. Gelas ukur

Prosedur

1. Letakkan gelas di tengah baki.
2. Campurkan soda kue, sabun, dan pewarna di gelas.
3. Tuang cuka sekaligus.

4. Amati tinggi busa dan waktu hingga busa runtuh.
5. Ulangi tanpa sabun sebagai kontrol.

Hasil yang diharapkan

Kontrol tanpa sabun menghasilkan gelembung yang cepat pecah; campuran bersabun membentuk kolom busa.

Konsep atau rahasia kimia

CO₂ yang terbentuk terperangkap dalam film surfaktan sehingga volume tampak jauh lebih besar daripada cairannya.

Pembuangan dan pemulihan

Encerkan dengan air dan bersihkan baki agar tidak licin.



Gambar 3. Ilustrasi orisinal kegiatan Gunung Busa Mini

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

4. Roket Kantong Tanpa Ledakan

Tujuan	Mengamati tekanan gas pada wadah lentur tanpa melontarkan benda.
Tingkat risiko	Sedang - hanya di luar ruang, pelindung mata, tanpa melempar atau memakai wadah kaku

Bahan dan komposisi

1. Cuka 5% 30 mL
2. Soda kue 4 g
3. Kantong zip 1 L
4. Tisu 1 lembar

Alat

1. Baki besar
2. Gelas ukur

3. Sendok

Prosedur

1. Kerjakan di luar ruang dan letakkan kantong dalam baki.
2. Tuang cuka ke kantong.
3. Bungkus soda kue longgar dengan tisu.
4. Masukkan paket, keluarkan udara berlebih, lalu tutup zip; segera menjauh 2 m.
5. Amati kantong mengembang dan berhenti sebelum pecah; bila terlalu tegang, pendidik membuka sudut zip.

Hasil yang diharapkan

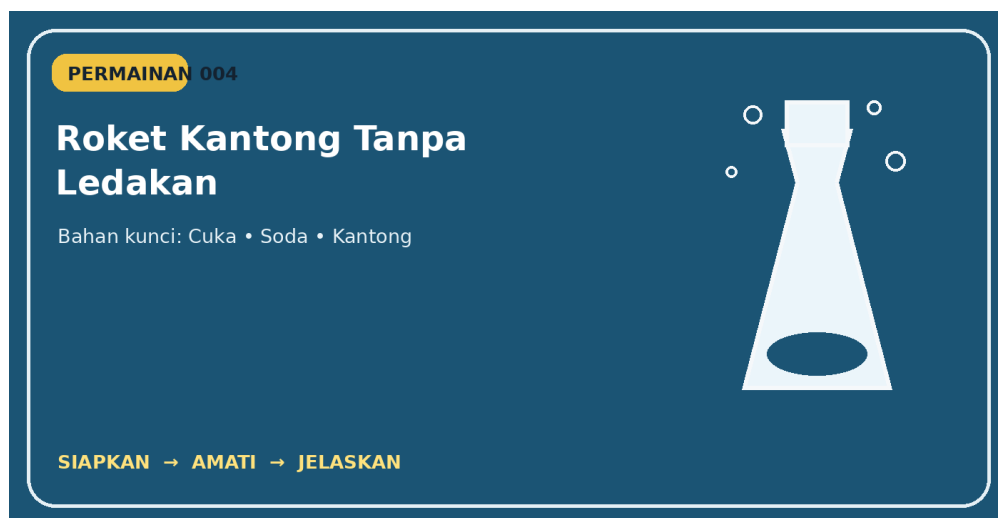
Kantong mengembang bertahap; tisu memberi jeda sebelum pereaksi bercampur.

Konsep atau rahasia kimia

Gas meningkatkan jumlah partikel dalam kantong sehingga tekanan dan volume naik. Wadah lentur dipilih untuk menghindari proyektil.

Pembuangan dan pemulihan

Buka kantong di luar ruang, encerkan cairan, dan bilas.



Gambar 4. Ilustrasi orisinal kegiatan Raket Kantong Tanpa Ledakan

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

5. Kismis Menari dalam Soda

Tujuan	Menghubungkan gelembung gas, massa jenis efektif, dan gaya apung.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Air soda tawar 250 mL
2. Kismis kering 6 butir

Alat

1. Gelas bening tinggi
2. Pinset
3. Lampu latar opsional

Prosedur

1. Tuang air soda perlahan ke gelas.
2. Masukkan kismis satu per satu.
3. Amati selama 5 menit dan hitung siklus naik-turun tiap kismis.
4. Ketuk gelas perlahan dan amati perubahan jumlah gelembung yang menempel.

Hasil yang diharapkan

Kismis berulang kali naik, kehilangan gelembung, lalu tenggelam.

Konsep atau rahasia kimia

Gelembung CO_2 menempel pada permukaan kasar kismis, menurunkan massa jenis gabungan hingga naik. Di permukaan gas lepas dan kismis turun.

Pembuangan dan pemulihan

Buang sebagai sampah organik; jangan dikonsumsi setelah praktikum.



Gambar 5. Ilustrasi orisinal kegiatan Kismis Menari dalam Soda

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

6. Balon Fermentasi Ragi

Tujuan	Membuktikan bahwa fermentasi gula menghasilkan gas.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Air hangat 35-40 °C 100 mL

2. Ragi roti 3 g
3. Gula pasir 8 g
4. Balon 1 buah

Alat

1. Botol 250 mL
2. Termometer
3. Corong
4. Stopwatch

Prosedur

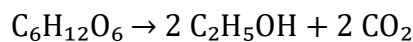
1. Larutkan gula dalam air hangat.
2. Tambahkan ragi dan putar botol perlahan.
3. Pasang balon tanpa menutup dengan sumbat kaku.
4. Amati 20-40 menit; ukur keliling balon tiap 10 menit.
5. Buat kontrol tanpa gula.

Hasil yang diharapkan

Campuran bergula membentuk busa dan mengembangkan balon lebih jelas daripada kontrol.

Konsep atau rahasia kimia

Ragi memetabolisme glukosa secara anaerob menjadi etanol dan CO₂: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_5OH + 2 CO_2$.



Pembuangan dan pemulihan

Tuang ke saluran air dengan air mengalir; cuci botol. Jangan diminum.



Gambar 6. Ilustrasi orisinal kegiatan Balon Fermentasi Ragi

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

7. Memadamkan Lilin dengan Gas Tak Terlihat

Tujuan	Menunjukkan bahwa CO_2 lebih rapat daripada udara dan tidak mendukung pembakaran.
Tingkat risiko	Sedang - api hanya ditangani pendidik; jauhkan rambut, kertas, dan alkohol

Bahan dan komposisi

1. Soda kue 10 g
2. Cuka 5% 80 mL
3. Lilin kecil 1 buah

Alat

1. Gelas tinggi
2. Gelas kecil untuk lilin
3. Pemantik yang dipegang pendidik
4. Baki tahan panas

Prosedur

1. Pendidik menyalakan lilin di atas baki.
2. Reaksikan cuka dan soda kue dalam gelas tinggi; tunggu buih turun.
3. Miringkan gelas di atas nyala seolah menuang, tetapi jangan menuang cairan.
4. Amati nyala padam dan ulangi dengan gelas kosong sebagai kontrol.

Hasil yang diharapkan

Nyala padam walaupun cairan tetap berada di gelas reaksi.

Konsep atau rahasia kimia

CO_2 mengalir ke sekitar sumbu dan mengurangi fraksi oksigen. Pembakaran berhenti ketika oksigen tidak cukup.

Pembuangan dan pemulihan

Padamkan sumber api, dinginkan, lalu encerkan cairan.



Gambar 7. Ilustrasi orisinal kegiatan Memadamkan Lilin dengan Gas Tak Terlihat

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

8. Balapan Tablet Efervesen

Tujuan	Menyelidiki pengaruh luas permukaan dan suhu terhadap laju pelepasan gas.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Tablet efervesen 3 buah
2. Air dingin, suhu ruang, dan hangat masing-masing 150 mL

Alat

1. Tiga gelas identik
2. Termometer
3. Stopwatch
4. Penjepit

Prosedur

1. Samakan volume air dalam tiga gelas dan catat suhu.
2. Masukkan satu tablet utuh secara serentak.
3. Catat waktu sampai gelembung hampir berhenti.
4. Ulangi pada suhu sama dengan tablet utuh dan tablet dihancurkan untuk menguji luas permukaan.

Hasil yang diharapkan

Tablet dalam air hangat atau berbentuk serbuk bereaksi lebih cepat.

Konsep atau rahasia kimia

Suhu meningkatkan energi kinetik dan frekuensi tumbukan efektif; penghancuran memperbesar bidang kontak pereaksi dengan air.

Pembuangan dan pemulihan

Encerkan dan buang ke saluran air; jangan diminum.



Gambar 8. Ilustrasi orisinal kegiatan Balapan Tablet Efervesen

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

9. Penyelam Saus dalam Botol

Tujuan	Memodelkan hubungan tekanan, volume gas, dan daya apung.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Air 1 L
2. Saset saus kecil yang dapat mengapung nyaris netral 1 buah

Alat

1. Botol plastik bening 1,5 L bertutup
2. Baki

Prosedur

1. Uji saset dalam gelas; pilih yang mengapung dengan sebagian kecil di atas air.
2. Isi botol penuh air, masukkan saset, dan tutup.
3. Tekan dinding botol dengan kedua tangan lalu lepaskan.
4. Amati gerak turun-naik dan ulangi dengan tekanan berbeda.

Hasil yang diharapkan

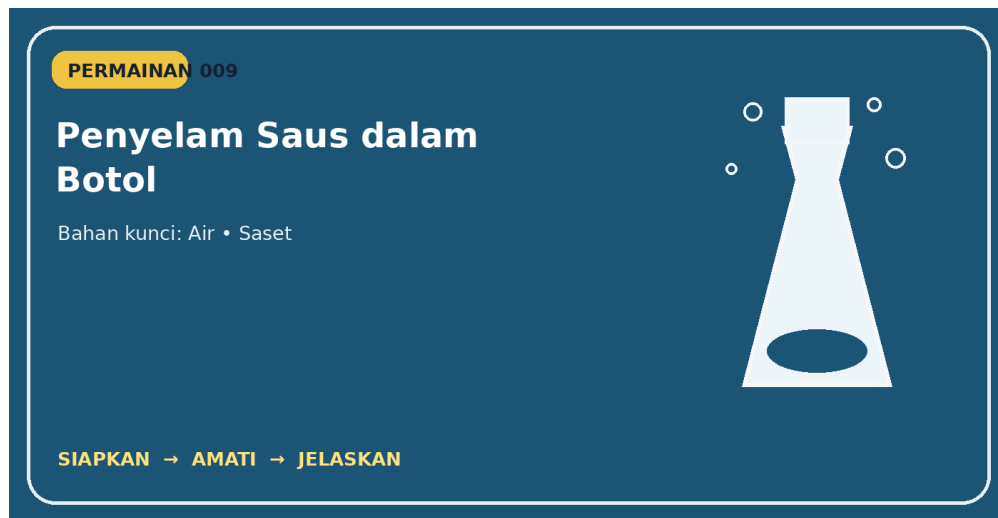
Saset turun ketika botol ditekan dan naik kembali ketika tekanan dilepas.

Konsep atau rahasia kimia

Tekanan memampatkan kantong gas di dalam saset. Volumennya turun, massa jenis rata-rata naik, dan saset tenggelam; saat tekanan dilepas proses berbalik.

Pembuangan dan pemulihan

Gunakan kembali air; buang saset tertutup tanpa membukanya.



Gambar 9. Ilustrasi orisinal kegiatan Penyelam Saus dalam Botol

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

10. Menuangkan Karbon Dioksida

Tujuan	Memvisualisasikan perpindahan gas melalui pemadaman berurutan.
Tingkat risiko	Sedang - demonstrasi pendidik dengan api kecil dan ventilasi baik

Bahan dan komposisi

1. Soda kue 15 g
2. Cuka 5% 120 mL
3. Tiga lilin dengan tinggi berbeda

Alat

1. Akuarium kecil terbuka atau baskom tinggi
2. Gelas reaksi
3. Pemantik pendidik
4. Baki tahan panas

Prosedur

1. Susun tiga lilin pada ketinggian berbeda dan pendidik menyalakannya.
2. Buat CO₂ dalam gelas terpisah dan tunggu percikan cairan berhenti.
3. Tuangkan gas perlahan ke dasar akuarium tanpa menuang cairan.
4. Catat urutan padamnya lilin; hentikan setelah demonstrasi pertama.

Hasil yang diharapkan

Lilin padam dari yang terendah menuju yang tertinggi.

Konsep atau rahasia kimia

CO₂ yang relatif lebih rapat mengisi bagian bawah dan menggantikan udara. Nyala terendah kehilangan oksigen lebih dahulu.

Pembuangan dan pemulihan

Ventilasikan ruang, padamkan semua nyala, dan encerkan sisa reaksi.



Gambar 10. Ilustrasi orisinal kegiatan Menuangkan Karbon Dioksida

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

BAB 2 - WARNA ASAM-BASA DAN INDIKATOR

Pigmen alami dan indikator laboratorium encer dipakai untuk menampakkan perubahan konsentrasi ion hidrogen secara aman dan mudah diamati.

11. Pelangi Indikator Kol Ungu

Tujuan	Membuat skala warna pH dari indikator antosianin.
Tingkat risiko	Rendah - larutan natrium karbonat 1% dapat mengiritasi mata; gunakan kacamata

Bahan dan komposisi

1. Kol ungu cincang 50 g
2. Air panas 250 mL
3. Cuka 5%, air jeruk, air, larutan soda kue 1%, larutan natrium karbonat 1% masing-masing 10 mL

Alat

1. Blender atau mortar
2. Saringan
3. Lima gelas kecil
4. Pipet tetes

Prosedur

1. Rendam atau blender kol dengan air panas; dinginkan dan saring.
2. Beri label lima gelas dan masukkan 10 mL sampel.
3. Tambahkan 5 mL indikator ke tiap gelas.
4. Urutkan warna dari paling asam ke paling basa dan dokumentasikan.

Hasil yang diharapkan

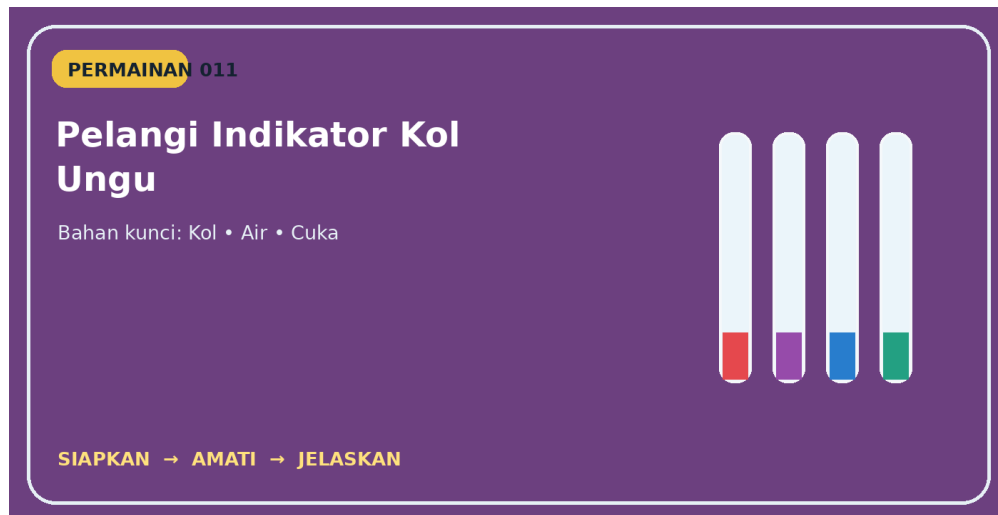
Asam memberi merah/merah muda, netral ungu, dan basa memberi biru hingga hijau.

Konsep atau rahasia kimia

Antosianin berubah struktur dan spektrum serap ketika terprotonasi atau terdeprotonasi, sehingga warnanya bergeser merah-ungu-biru-hijau.

Pembuangan dan pemulihan

Campurkan larutan encer hingga mendekati netral dan buang dengan banyak air.



Gambar 11. Ilustrasi orisinal kegiatan Pelangi Indikator Kol Ungu

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

12. Lukisan Kupu-Kupu pH

Tujuan	Menggunakan reaksi indikator sebagai media seni simetris.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Kertas saring 2 lembar
2. Ekstrak kol ungu 30 mL
3. Cuka 5% 5 mL
4. Larutan soda kue 2% 5 mL

Alat

1. Pipet tetes
2. Baki
3. Penjepit
4. Pensil

Prosedur

1. Rendam kertas saring dalam indikator dan keringkan.
2. Lipat kertas menjadi dua dan buka kembali.
3. Teteskan pola asam dan basa pada satu sisi.
4. Lipat, tekan ringan, lalu buka untuk memperoleh pola simetris.
5. Beri label daerah asam dan basa setelah kering.

Hasil yang diharapkan

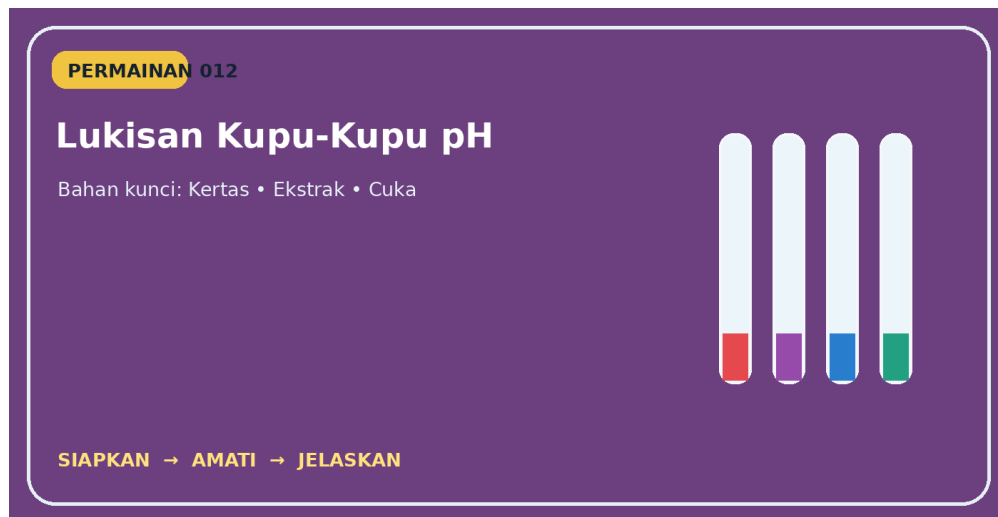
Terbentuk pola simetris merah muda dan biru-hijau pada latar ungu.

Konsep atau rahasia kimia

Difusi membawa ion ke serat kertas; perubahan protonasi antosianin menghasilkan warna yang berbeda. Pelipatan mencerminkan pola melalui transfer cairan.

Pembuangan dan pemulihan

Keringkan kertas sebelum dibuang; cairan encer dapat dinetralkan.



Gambar 12. Ilustrasi orisinal kegiatan Lukisan Kupu-Kupu pH

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

13. Pesan Rahasia Kunyit

Tujuan	Menunjukkan indikator kurkumin dan pembalikan warna.
Tingkat risiko	Rendah - etanol mudah terbakar; opsi air dianjurkan untuk peserta muda

Bahan dan komposisi

1. Bubuk kunyit 2 g
2. Etanol 70% 20 mL atau air hangat 40 mL
3. Larutan soda kue jenuh 10 mL
4. Cuka 5% 10 mL
5. Kertas putih

Alat

1. Kuas kecil
2. Dua cawan
3. Sarung tangan
4. Baki

Prosedur

1. Pendidik mengekstrak kunyit; bila memakai etanol, jauhkan semua api.

2. Sapukan ekstrak tipis pada kertas dan keringkan.
3. Tulis pesan dengan larutan soda kue menggunakan kuas bersih.
4. Setelah warna merah-cokelat muncul, sapukan cuka untuk memudarkannya.

Hasil yang diharapkan

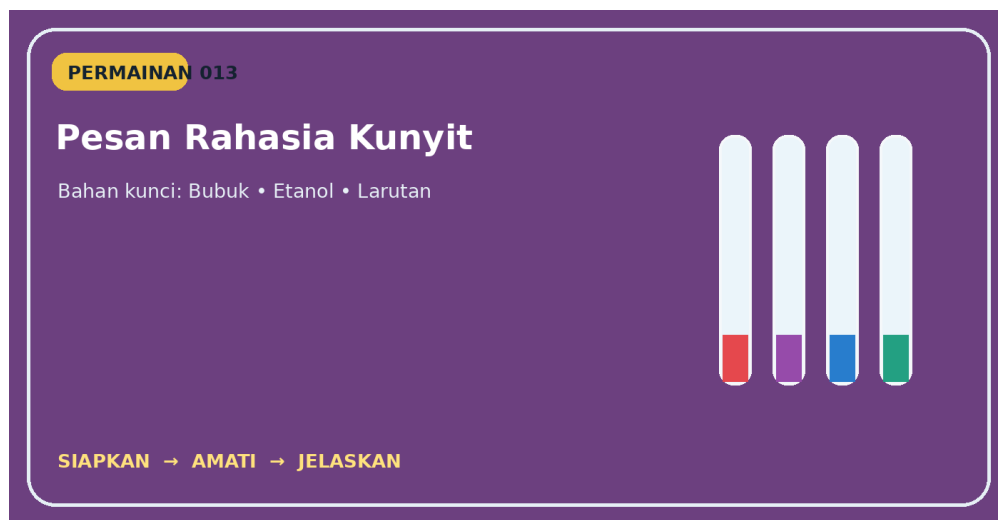
Tulisan basa muncul gelap dan memudar setelah diasamkan.

Konsep atau rahasia kimia

Kurkumin berwarna kuning pada suasana asam-netral dan merah-cokelat dalam basa karena perubahan bentuk elektronik molekul.

Pembuangan dan pemulihan

Keringkan kertas; buang cairan encer sesuai aturan setempat.



Gambar 13. Ilustrasi orisinal kegiatan Pesan Rahasia Kunyit

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

14. Bunga Putih Berubah Warna

Tujuan	Mengamati transportasi larutan indikator melalui jaringan tumbuhan.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Bunga putih atau batang seledri 2 tangkai
2. Air 150 mL
3. Pewarna makanan merah dan biru masing-masing 4 tetes

Alat

1. Dua gelas
2. Pisau yang digunakan pendidik
3. Kamera

Prosedur

1. Pendidik memotong pangkal batang secara miring.
2. Siapkan dua gelas air berwarna.
3. Belah pangkal satu batang dan tempatkan tiap belahan pada warna berbeda.
4. Amati setiap 30 menit selama 4 jam dan kembali setelah 24 jam.

Hasil yang diharapkan

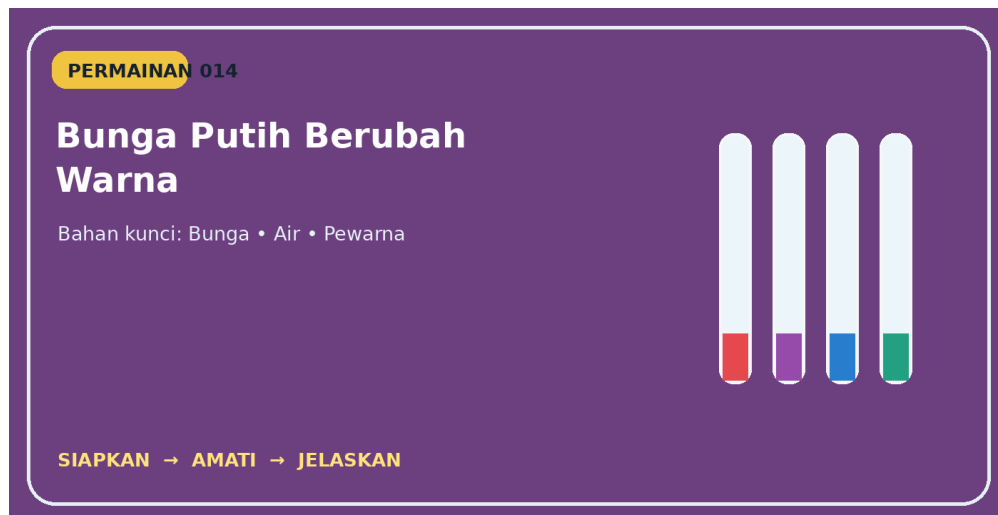
Urut daun atau tepi mahkota berubah mengikuti warna larutan.

Konsep atau rahasia kimia

Air bergerak melalui xilem karena adhesi, kohesi, dan tarikan transpirasi. Zat warna menandai jalur transportasi.

Pembuangan dan pemulihan

Komposkan tumbuhan bila hanya memakai pewarna makanan; buang air ke saluran.



Gambar 14. Ilustrasi orisinal kegiatan Bunga Putih Berubah Warna

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

15. Tangga Warna pH

Tujuan	Membuat gradien pH terkontrol dengan pengenceran bertingkat.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Ekstrak kol ungu 70 mL
2. Cuka 5% 20 mL
3. Larutan soda kue 2% 20 mL
4. Air 100 mL

Alat

1. Tujuh tabung atau gelas kecil
2. Pipet ukur
3. Rak

Prosedur

1. Masukkan 10 mL indikator ke tujuh gelas.
2. Pada sisi asam, tambahkan cuka 1, 3, dan 6 mL lalu samakan volume dengan air.
3. Pada sisi basa, tambahkan larutan soda kue 1, 3, dan 6 mL lalu samakan volume.
4. Biarkan satu gelas sebagai kontrol dan susun menjadi tangga warna.

Hasil yang diharapkan

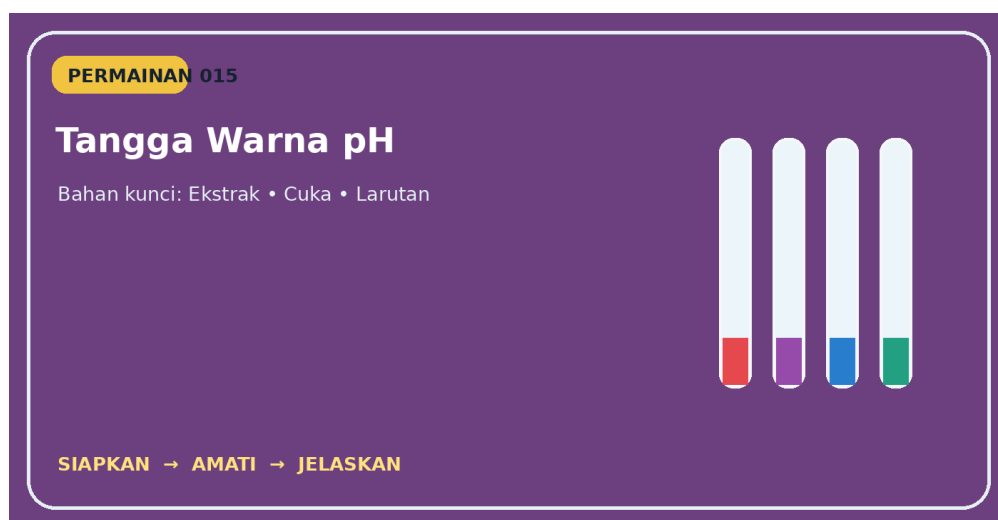
Tujuh warna membentuk gradien dari merah muda melalui ungu ke biru.

Konsep atau rahasia kimia

Konsentrasi relatif asam atau basa menggeser kesetimbangan bentuk antosianin. Warna memberikan perkiraan kualitatif, bukan angka pH presisi.

Pembuangan dan pemulihan

Campurkan bertahap hingga ungu mendekati netral, lalu encerkan.



Gambar 15. Ilustrasi orisinal kegiatan Tangga Warna pH

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

16. Air Bunga Telang yang Berubah

Tujuan	Menguji respons antosianin bunga telang terhadap asam dan basa.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Bunga telang kering 10 kuntum
2. Air panas 200 mL
3. Air jeruk 10 mL
4. Larutan soda kue 1% 10 mL

Alat

1. Tiga gelas
2. Saringan
3. Pipet

Prosedur

1. Seduh bunga telang 10 menit dan saring.
2. Bagi ekstrak sama banyak ke tiga gelas.
3. Tambahkan air jeruk pada gelas A dan larutan soda kue pada gelas C; B adalah kontrol.
4. Bandingkan warna dan uji pembalikan dengan menambahkan lawan pereaksi setetes demi setetes.

Hasil yang diharapkan

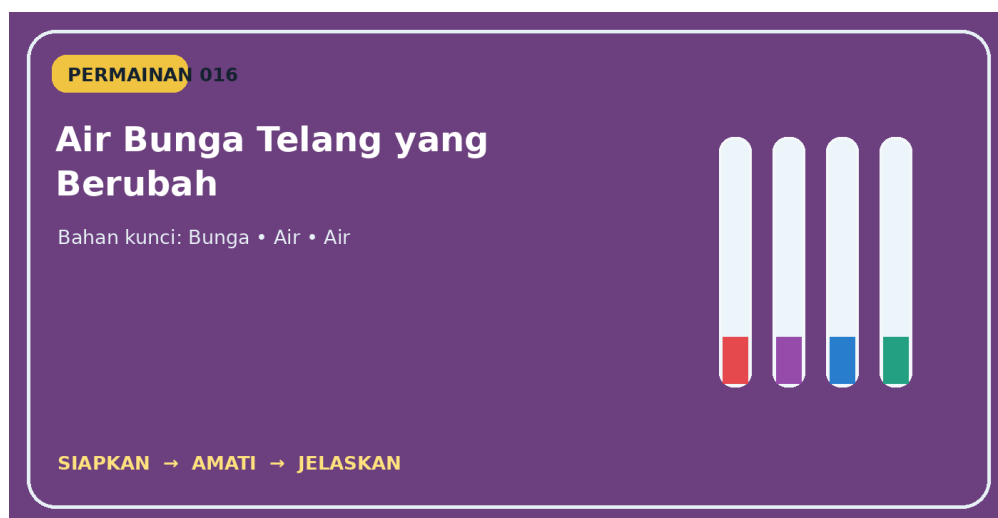
Asam menggeser biru ke ungu-merah muda; basa dapat memberi biru kehijauan.

Konsep atau rahasia kimia

Antosianin telang menjalani perubahan struktur reversibel bergantung pH.

Pembuangan dan pemulihan

Netralisasi perlahan dan buang dengan air. Jangan diminum.



Gambar 16. Ilustrasi orisinal kegiatan Air Bunga Telang yang Berubah

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

17. Peta Asam-Basa Rumah Tangga

Tujuan	Mengklasifikasikan sampel aman berdasarkan warna indikator.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Indikator kol ungu 100 mL
2. Sampel 5 mL: cuka, air jeruk, air mineral, larutan soda kue 1%, air sabun 0,5%

Alat

1. Pelat tetes atau lima cawan
2. Pipet terpisah
3. Kartu warna
4. Label

Prosedur

1. Tempatkan setiap sampel pada sumur terpisah.
2. Tambahkan indikator dengan volume sama.
3. Bandingkan terhadap kartu warna yang dibuat sendiri.
4. Urutkan sampel dan jelaskan mengapa indikator tidak menggantikan pH meter.

Hasil yang diharapkan

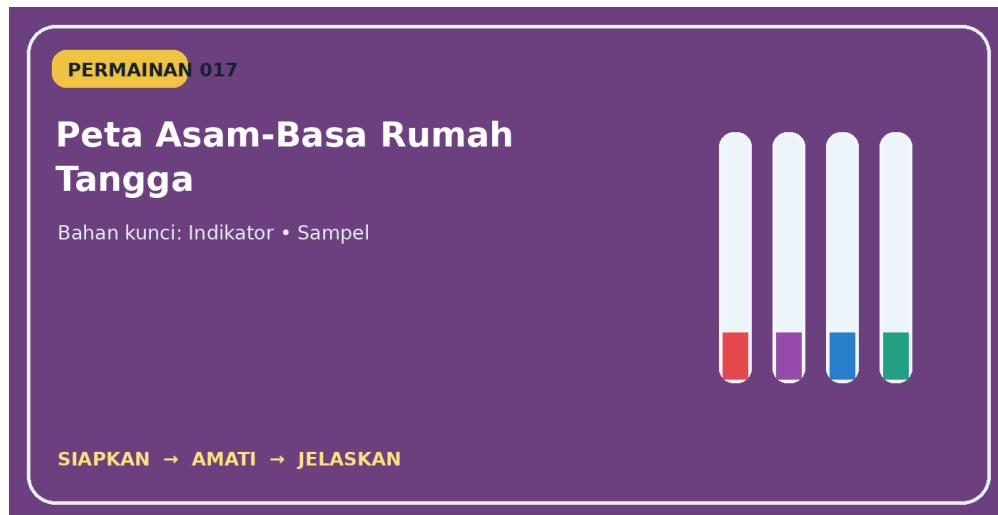
Sampel dapat diurutkan secara kualitatif dari asam ke basa.

Konsep atau rahasia kimia

Indikator memberi rentang pH berdasarkan kesetimbangan asam-basa molekul pewarna; komponen berwarna atau keruh dapat mengganggu pembacaan.

Pembuangan dan pemulihan

Jangan mencampur produk pembersih lain; sampel encer dibuang satu per satu dengan air.



Gambar 17. Ilustrasi orisinal kegiatan Peta Asam-Basa Rumah Tangga

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

18. Lomba Menetralkan Antasida

Tujuan	Membandingkan kapasitas netralisasi antasida tanpa menyimpulkan khasiat medis.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Cuka 5% 20 mL per uji
2. Indikator kol ungu 5 mL
3. Dua merek antasida masing-masing 1 tablet
4. Air 50 mL

Alat

1. Mortar
2. Dua gelas
3. Pipet
4. Neraca

Prosedur

1. Hancurkan tiap tablet secara terpisah.
2. Campur massa yang sama dengan 25 mL air.
3. Siapkan cuka dan indikator dalam dua gelas.
4. Tambahkan suspensi antasida 1 mL demi 1 mL sambil mengaduk sampai warna mendekati netral.
5. Bandingkan volume yang diperlukan dan baca komposisi label.

Hasil yang diharapkan

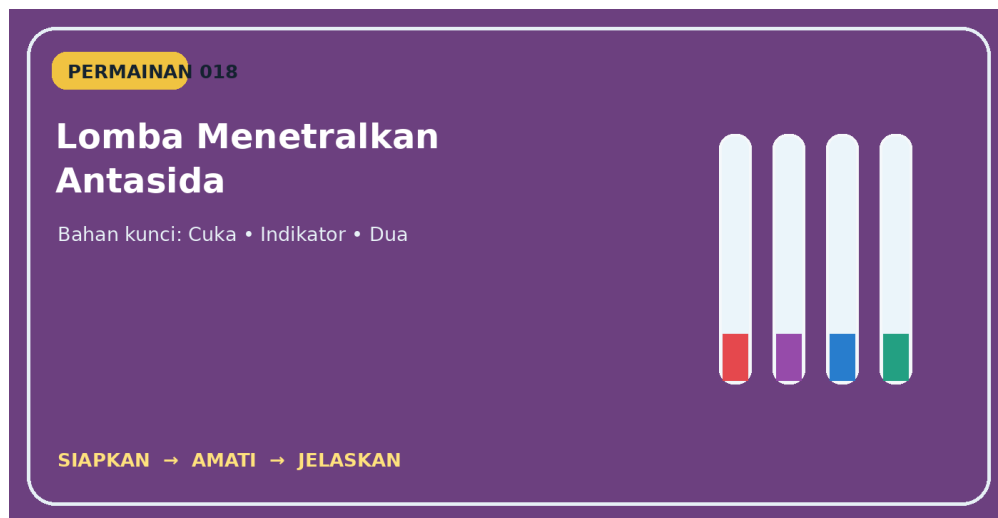
Produk dengan kapasitas netralisasi lebih besar memerlukan volume suspensi lebih sedikit untuk mencapai warna netral.

Konsep atau rahasia kimia

Basa seperti karbonat menetralkan asam. Kapasitas bergantung mol basa aktif, bukan sekadar ukuran tablet.

Pembuangan dan pemulihan

Buang sebagai limbah cair encer. Hasil bukan dasar mengganti obat atau dosis.



Gambar 18. Ilustrasi orisinal kegiatan Lomba Menetralkan Antasida

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

19. Cangkang Telur dan Hujan Asam

Tujuan	Memodelkan reaksi asam dengan kalsium karbonat.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Cangkang telur bersih 6 potong dengan massa serupa
2. Air, cuka 1%, dan cuka 5% masing-masing 50 mL

Alat

1. Tiga gelas
2. Neraca 0,01 g
3. Label
4. Saringan

Prosedur

1. Keringkan dan timbang potongan cangkang.
2. Rendam dua potong dalam tiap larutan selama 30 menit.

3. Catat gelembung dan perubahan permukaan.
4. Bilas, keringkan semalam, lalu timbang kembali.

Hasil yang diharapkan

Cuka lebih pekat memberi lebih banyak gelembung dan kehilangan massa lebih besar.

Konsep atau rahasia kimia

CaCO_3 bereaksi dengan asam menghasilkan ion kalsium, CO_2 , dan air. Konsentrasi asam memengaruhi laju pelarutan.

Pembuangan dan pemulihan

Encerkan larutan dan buang; cangkang ke sampah organik.



Gambar 19. Ilustrasi orisinal kegiatan Cangkang Telur dan Hujan Asam

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

20. Tulisan Hilang dengan Fenolftalein

Tujuan	Mendemonstrasikan perubahan warna indikator dalam basa lemah dan pengasaman oleh CO_2 udara.
Tingkat risiko	Sedang - demonstrasi pendidik; fenolftalein dan natrium karbonat tidak boleh tertelan

Bahan dan komposisi

1. Larutan fenolftalein 0,05% sebanyak 5 mL
2. Larutan natrium karbonat 0,5% sebanyak 10 mL
3. Kertas saring

Alat

1. Kuas
2. Botol semprot air
3. Kacamata

4. Baki

Prosedur

1. Pendidik membasahi kertas dengan fenolftalein dan mengeringkannya.
2. Tuliskan pola dengan natrium karbonat encer; warna merah muda muncul.
3. Biarkan terbuka dan amati pemudaran; percepat dengan mengembuskan udara melalui sedotan tanpa mengisap dan tanpa menyentuh larutan.
4. Semprot sedikit air bila kertas terlalu kering.

Hasil yang diharapkan

Tulisan muncul merah muda lalu perlahan menghilang.

Konsep atau rahasia kimia

Fenolftalein berwarna merah muda pada pH basa. CO_2 larut membentuk asam karbonat dan menurunkan pH sehingga warna memudar.

Pembuangan dan pemulihan

Keringkan kertas dan buang sebagai sampah laboratorium; larutan dikumpulkan sesuai aturan institusi.



Gambar 20. Ilustrasi orisinal kegiatan Tulisan Hilang dengan Fenolftalein

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

BAB 3 - TEGANGAN PERMUKAAN, KAPILARITAS, DAN BUSA

Permainan dalam bab ini menghubungkan gaya antarmolekul, surfaktan, pembasahan, kapilaritas, dan kestabilan film tipis.

21. Lada yang Menjauh

Tujuan	Memvisualisasikan gradien tegangan permukaan akibat surfaktan.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Air 200 mL
2. Lada bubuk 0,2 g
3. Sabun cuci piring 1 tetes

Alat

1. Piring datar
2. Cotton bud
3. Pipet

Prosedur

1. Isi piring dengan lapisan air tenang.
2. Taburkan lada tipis dan merata.
3. Sentuhkan cotton bud bersih di pusat sebagai kontrol.
4. Sentuhkan cotton bud bersabun di pusat dan amati gerak lada.

Hasil yang diharapkan

Lada bergerak cepat ke tepi setelah sabun menyentuh air.

Konsep atau rahasia kimia

Sabun menurunkan tegangan permukaan lokal. Perbedaan tegangan memicu aliran Marangoni yang membawa partikel menjauh.

Pembuangan dan pemulihan

Buang cairan dengan air mengalir dan bersihkan piring.



Gambar 21. Ilustrasi orisinal kegiatan Lada yang Menjauh

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

22. Klip Kertas Mengapung

Tujuan	Mendemonstrasikan film permukaan air yang mampu menopang benda kecil.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Air 200 mL
2. Klip kertas baja 2 buah
3. Tisu 2 × 2 cm
4. Sabun 1 tetes

Alat

1. Mangkuk bening
2. Pinset

Prosedur

1. Letakkan tisu di permukaan air.
2. Taruh klip di atas tisu; tunggu tisu tenggelam.
3. Amati klip yang tertahan pada permukaan.
4. Tambahkan sabun jauh dari klip dan amati perubahan.

Hasil yang diharapkan

Klip bertahan sebelum sabun ditambahkan, lalu biasanya tenggelam.

Konsep atau rahasia kimia

Kohesi antarmolekul membentuk permukaan berenergi. Sabun menurunkan tegangan permukaan sehingga dukungan melemah.

Pembuangan dan pemulihan

Ambil klip untuk digunakan kembali; buang air sabun.



Gambar 22. Ilustrasi orisinal kegiatan Klip Kertas Mengapung

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

23. Berapa Tetes di Atas Koin?

Tujuan	Mengukur pengaruh surfaktan terhadap tegangan permukaan secara kuantitatif.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Air 20 mL
2. Air sabun 0,2% 20 mL
3. Koin datar

Alat

1. Dua pipet
2. Tisu
3. Lembar data

Prosedur

1. Bersihkan dan keringkan koin.
2. Teteskan air dari tinggi tetap sambil menghitung sampai kubah pecah.
3. Ulangi tiga kali dan hitung rata-rata.
4. Lakukan prosedur yang sama dengan air sabun menggunakan pipet berbeda.

Hasil yang diharapkan

Air murni umumnya menahan lebih banyak tetes daripada air sabun.

Konsep atau rahasia kimia

Tegangan permukaan memungkinkan tetesan membentuk kubah. Surfaktan mengurangi kohesi sehingga kubah pecah dengan jumlah tetes lebih sedikit.

Pembuangan dan pemulihan

Lap permukaan dan buang cairan encer.



Gambar 23. Ilustrasi orisinal kegiatan Berapa Tetes di Atas Koin?

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

24. Perahu Sabun Melaju

Tujuan	Mengubah gradien tegangan permukaan menjadi gerak.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Air 1 L
2. Karton berlapis lilin 5×3 cm
3. Sabun cuci piring 1 tetes

Alat

1. Baki panjang
2. Gunting yang digunakan pendidik
3. Pipet

Prosedur

1. Pendidik memotong bentuk perahu dengan takik di bagian belakang.
2. Isi baki dengan air bersih dan diamkan.
3. Letakkan perahu di satu ujung.
4. Teteskan sabun pada takik dan ukur jarak tempuh.
5. Ganti air sebelum ulangan agar permukaan kembali bersih.

Hasil yang diharapkan

Perahu melaju menjauhi lokasi sabun.

Konsep atau rahasia kimia

Penurunan tegangan permukaan di belakang perahu menciptakan gaya bersih menuju daerah dengan tegangan lebih tinggi.

Pembuangan dan pemulihan

Buang air sabun; keringkan perahu untuk digunakan ulang.



Gambar 24. Ilustrasi orisinal kegiatan Perahu Sabun Melaju

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

25. Ledakan Warna Susu

Tujuan	Mengamati interaksi surfaktan, lemak, protein, dan aliran permukaan.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Susu penuh lemak 100 mL
2. Pewarna makanan 4 warna masing-masing 1 tetes
3. Sabun cuci piring 1 mL

Alat

1. Piring datar
2. Cotton bud
3. Pipet

Prosedur

1. Tuang susu hingga menutup dasar piring.
2. Teteskan warna terpisah di tengah.
3. Sentuhkan cotton bud bersabun pada pusat tanpa mengaduk.

- Amati pola 60 detik; ulangi dengan susu rendah lemak sebagai perbandingan.

Hasil yang diharapkan

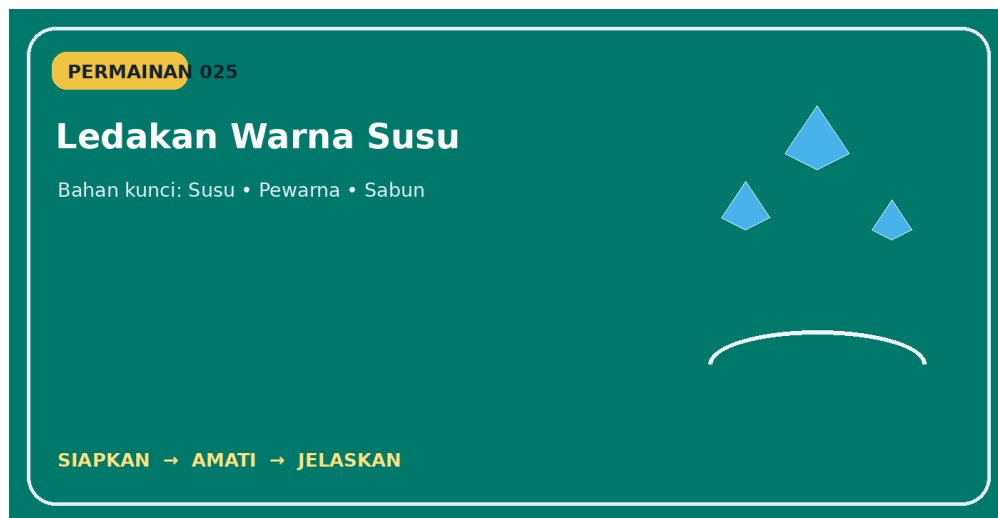
Warna berputar dan menjalar; pola dapat berbeda menurut kadar lemak.

Konsep atau rahasia kimia

Surfaktan berinteraksi dengan lemak dan menurunkan tegangan permukaan, menghasilkan aliran yang membawa pewarna.

Pembuangan dan pemulihan

Buang ke saluran dengan air; jangan diminum.



Gambar 25. Ilustrasi orisinal kegiatan Ledakan Warna Susu

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

26. Kubus Gelembung

Tujuan	Menyelidiki geometri film sabun dan minimisasi luas permukaan.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

- Air 400 mL
- Sabun cuci piring 40 mL
- Gliserin 10 mL

Alat

- Wadah
- Sedotan kertas 12 buah
- Kawat chenille atau benang
- Sarung tangan

Prosedur

1. Campur larutan perlahan tanpa membuat banyak busa.
2. Rangkai sedotan menjadi kerangka kubus.
3. Celupkan seluruh kerangka dan angkat perlahan.
4. Amati film yang bertemu di dalam kubus; sentuh satu film dengan sedotan basah.

Hasil yang diharapkan

Film datar dan bidang internal terbentuk, bukan gelembung berbentuk kubus penuh.

Konsep atau rahasia kimia

Film sabun menata diri menuju konfigurasi berenergi rendah dengan luas minimum; pertemuan film mengikuti keseimbangan gaya.

Pembuangan dan pemulihan

Simpan larutan tertutup untuk penggunaan ulang atau encerkan.



Gambar 26. Ilustrasi orisinal kegiatan Kubus Gelembung

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

27. Gelembung Raksasa

Tujuan	Menguji pengaruh gliserin terhadap ketahanan film sabun.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Air suling 500 mL
2. Sabun cuci piring 50 mL
3. Gliserin 15 mL

Alat

1. Wadah lebar
2. Dua tongkat
3. Tali katun berbentuk loop
4. Kacamata

Prosedur

1. Campur bahan perlahan dan diamkan 30 menit.
2. Basahi loop tali seluruhnya.
3. Buka loop di udara tenang dan tarik perlahan.
4. Bandingkan dengan larutan tanpa gliserin menggunakan ukuran loop sama.

Hasil yang diharapkan

Larutan gliserin menghasilkan gelembung lebih besar atau lebih awet.

Konsep atau rahasia kimia

Gliserin bersifat higroskopis dan memperlambat penguapan air dari film, sehingga film lebih lama bertahan.

Pembuangan dan pemulihan

Hindari lantai licin; encerkan sisa larutan.



Gambar 27. Ilustrasi orisinal kegiatan Gelembung Raksasa

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

28. Air Berjalan

Tujuan	Menunjukkan kapilaritas dan pencampuran warna.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Air 300 mL

2. Pewarna merah, kuning, dan biru
3. Tisu dapur 6 lembar

Alat

1. Tujuh gelas identik
2. Baki
3. Pipet

Prosedur

1. Susun tujuh gelas berjajar; isi gelas 1, 3, 5, dan 7 setengah penuh.
2. Beri warna merah, kuning, biru, merah secara berurutan.
3. Lipat tisu menjadi pita dan jembatani setiap pasangan gelas.
4. Amati tiap 15 menit selama 2 jam.

Hasil yang diharapkan

Gelas kosong terisi dan muncul warna sekunder.

Konsep atau rahasia kimia

Adhesi air pada serat dan kohesi antarair menarik cairan melalui pori tisu. Difusi dan aliran kemudian mencampur warna.

Pembuangan dan pemulihan

Buang air berwarna dan tisu sesuai sampah biasa.



Gambar 28. Ilustrasi orisinal kegiatan Air Berjalan

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

29. Balapan Kapiler Seledri

Tujuan	Membandingkan laju kapilaritas pada suhu berbeda.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Dua batang seledri serupa
2. Air dingin dan air suhu ruang masing-masing 100 mL
3. Pewarna makanan 3 tetes per gelas

Alat

1. Dua gelas
2. Penggaris
3. Pisau pendidik
4. Stopwatch

Prosedur

1. Pendidik memotong pangkal batang sama panjang.
2. Masukkan ke dua air berwarna dengan suhu berbeda.
3. Tandai tinggi warna pada batang tiap 20 menit.
4. Setelah 2 jam, buat irisan melintang oleh pendidik dan amati xilem.

Hasil yang diharapkan

Jalur berwarna tampak pada pembuluh; lajunya dapat berbeda antar kondisi.

Konsep atau rahasia kimia

Air naik dalam pembuluh sempit melalui kapilaritas dan transpirasi; suhu dapat memengaruhi viskositas dan laju transpirasi.

Pembuangan dan pemulihan

Komposkan seledri; buang air pewarna.



Gambar 29. Ilustrasi orisinal kegiatan Balapan Kapiler Seledri

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

30. Kubah Busa Bernapas

Tujuan	Membandingkan stabilitas busa pada penambahan gula.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Air 200 mL per formulasi
2. Sabun cuci piring 20 mL
3. Gula 10 g untuk formulasi B

Alat

1. Dua botol
2. Sedotan satu arah atau pompa tangan
3. Gelas ukur
4. Stopwatch

Prosedur

1. Buat larutan A tanpa gula dan B dengan gula; aduk hingga larut.
2. Gunakan pompa tangan untuk memasukkan volume udara sama.
3. Ukur tinggi busa awal dan setelah 1, 3, dan 5 menit.
4. Jangan meniup dengan mulut ke dalam larutan.

Hasil yang diharapkan

Salah satu formulasi mempertahankan tinggi busa lebih lama.

Konsep atau rahasia kimia

Viskositas fase cair dan laju drainase memengaruhi umur busa. Gula dapat memperlambat penipisan film pada komposisi tertentu.

Pembuangan dan pemulihan

Encerkan dan bilas botol.



Gambar 30. Ilustrasi orisinal kegiatan Kubah Busa Bernapas

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

BAB 4 - MASSA JENIS, DAYA APUNG, DAN KONVEKSI

Susunan cairan dan gerak benda dipakai untuk membangun pemahaman mengenai massa jenis, gaya apung, difusi, dan aliran konveksi.

31. Menara Massa Jenis

Tujuan	Menyusun cairan berdasarkan massa jenis dan kepolaran.
Tingkat risiko	Sedang - alkohol mudah terbakar; ventilasi baik dan tanpa nyala

Bahan dan komposisi

1. Madu 30 mL
2. Sirup gula 30 mL
3. Air berwarna 30 mL
4. Minyak goreng 30 mL
5. Alkohol isopropil 70% berwarna 20 mL

Alat

1. Silinder bening tinggi
2. Pipet panjang
3. Kacamata

Prosedur

1. Tuang madu perlahan.
2. Lapiskan sirup, air, minyak, lalu isopropil melalui dinding wadah.
3. Tunggu 5 menit dan catat batas lapisan.
4. Masukkan benda kecil seperti manik plastik dan baut untuk melihat posisi setimbang.

Hasil yang diharapkan

Terbentuk lapisan stabil dengan benda berhenti pada tingkat berbeda.

Konsep atau rahasia kimia

Cairan lebih rapat berada di bawah. Kepolaran dan ketidakcampuran membantu batas minyak-air bertahan.

Pembuangan dan pemulihan

Kumpulkan campuran berminyak/alkohol dalam wadah limbah; jauhkan dari api.



Gambar 31. Ilustrasi orisinal kegiatan Menara Massa Jenis

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

32. Lampu Lava Tanpa Panas

Tujuan	Menggabungkan ketidakcampuran, massa jenis, dan pembentukan gas.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Minyak goreng 150 mL
2. Air 50 mL
3. Pewarna makanan 3 tetes
4. Tablet efervesen 1/2 buah

Alat

1. Botol bening 300 mL tanpa ditutup saat bereaksi
2. Senter

Prosedur

1. Isi botol dengan minyak lalu tambahkan air berwarna.
2. Tunggu hingga dua lapisan jelas.
3. Masukkan potongan tablet dan biarkan mulut botol terbuka.
4. Sorot dari bawah dan amati gumpalan naik-turun.
5. Jangan menutup botol sampai gelembung berhenti total.

Hasil yang diharapkan

Tetes berwarna bergerak naik-turun seperti lava.

Konsep atau rahasia kimia

CO₂ terbentuk di fase air, menempel pada tetesan air dan membawanya naik melalui minyak. Setelah gas lepas, tetesan turun.

Pembuangan dan pemulihan

Pisahkan minyak untuk digunakan ulang; jangan tuang minyak ke saluran.



Gambar 32. Ilustrasi orisinal kegiatan Lampu Lava Tanpa Panas

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

33. Telur Mengapung Bertahap

Tujuan	Menentukan pengaruh konsentrasi garam terhadap daya apung.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Air 600 mL
2. Garam dapur 0, 30, dan 60 g
3. Telur mentah 3 buah

Alat

1. Tiga gelas 300 mL
2. Neraca
3. Sendok
4. Baki

Prosedur

1. Isi setiap gelas dengan 200 mL air.
2. Larutkan 0, 30, dan 60 g garam.
3. Masukkan telur perlahan menggunakan sendok.
4. Ukur bagian telur yang muncul di atas permukaan.

Hasil yang diharapkan

Telur tenggelam di air tawar dan naik lebih tinggi pada larutan lebih pekat.

Konsep atau rahasia kimia

Garam meningkatkan massa jenis larutan. Gaya apung sama dengan berat cairan yang dipindahkan; telur terapung ketika gaya itu menyamai berat telur.

Pembuangan dan pemulihan

Buang larutan garam dengan banyak air; jangan konsumsi telur.



Gambar 33. Ilustrasi orisinal kegiatan Telur Mengapung Bertahap

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

34. Pelangi Gula dalam Gelas

Tujuan	Membuat lapisan larutan sukrosa dengan massa jenis berbeda.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Air hangat 200 mL
2. Gula 0, 10, 20, 30, dan 40 g
3. Pewarna makanan lima warna

Alat

1. Lima gelas kecil
2. Gelas tinggi
3. Pipet
4. Neraca

Prosedur

1. Larutkan jumlah gula berbeda masing-masing dalam 40 mL air.
2. Warnai tiap larutan.
3. Masukkan larutan terpekak ke gelas tinggi.

4. Lapiskan larutan berikutnya dari pekat ke encer melalui dinding menggunakan pipet.
5. Amati sebelum difusi mengaburkan batas.

Hasil yang diharapkan

Warna tersusun dari larutan paling pekat di bawah ke paling encer di atas.

Konsep atau rahasia kimia

Lebih banyak sukrosa per volume meningkatkan massa jenis. Pelapisan perlahan mengurangi pencampuran konvektif.

Pembuangan dan pemulihan

Larutkan dengan air dan buang; jangan diminum.



Gambar 34. Ilustrasi orisinal kegiatan Pelangi Gula dalam Gelas

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

35. Jeruk Berjaket dan Telanjang

Tujuan	Menjelaskan peran kulit berpori terhadap massa jenis buah.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Dua jeruk serupa
2. Air 1 L

Alat

1. Baskom bening
2. Timbangan
3. Pisau pendidik

Prosedur

1. Masukkan jeruk berkulit dan catat posisinya.
2. Pendidik mengupas jeruk kedua sepenuhnya.
3. Masukkan jeruk kupas dan bandingkan.
4. Timbang keduanya dan diskusikan volume udara di kulit.

Hasil yang diharapkan

Jeruk berkulit mengapung, sedangkan jeruk kupas cenderung tenggelam.

Konsep atau rahasia kimia

Kulit jeruk mengandung kantong udara yang menurunkan massa jenis rata-rata. Mengupasnya mengurangi volume lebih besar relatif terhadap pengurangan massa.

Pembuangan dan pemulihan

Komposkan buah; jangan dimakan setelah disentuh banyak peserta.



Gambar 35. Ilustrasi orisinal kegiatan Jeruk Berjaket dan Telanjang

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

36. Hidrometer Sedotan

Tujuan	Membuat alat sederhana untuk membandingkan massa jenis larutan.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Sedotan lebar
2. Plastisin 3 g
3. Air
4. Larutan garam 10% dan 20% masing-masing 200 mL

Alat

1. Tiga silinder tinggi
2. Spidol permanen
3. Penggaris

Prosedur

1. Tutup satu ujung sedotan dengan plastisin hingga tegak saat mengapung.
2. Apungkan dalam air dan tandai garis permukaan.
3. Ulangi pada larutan garam 10% dan 20%.
4. Ukur jarak antartanda dan buat kurva sederhana.

Hasil yang diharapkan

Garis permukaan berada lebih rendah pada batang ketika konsentrasi garam meningkat.

Konsep atau rahasia kimia

Dalam cairan lebih rapat, volume yang perlu dipindahkan untuk menahan berat hidrometer lebih kecil sehingga alat mengapung lebih tinggi.

Pembuangan dan pemulihan

Gunakan ulang larutan atau buang dengan air.



Gambar 36. Ilustrasi orisinal kegiatan Hidrometer Sedotan

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

37. Arus Laut Panas dan Dingin

Tujuan	Memvisualisasikan konveksi akibat perbedaan suhu dan massa jenis.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Air panas 45-50 °C 150 mL

2. Air dingin dengan es 150 mL
3. Pewarna merah dan biru

Alat

1. Akuarium kecil berisi air suhu ruang
2. Dua botol kecil terbuka
3. Penjepit

Prosedur

1. Warnai air panas merah dan air dingin biru.
2. Letakkan dua botol terbuka di dasar akuarium pada sisi berlawanan.
3. Amati plume tanpa mengaduk.
4. Gambar arah aliran selama 3 menit.

Hasil yang diharapkan

Aliran merah naik dan menyebar di atas, sedangkan biru bertahan lebih rendah.

Konsep atau rahasia kimia

Pemanasan umumnya menurunkan massa jenis air sehingga air hangat naik; air dingin lebih rapat dan cenderung berada di bawah.

Pembuangan dan pemulihan

Setelah dingin, buang air; cegah tumpahan air hangat.



Gambar 37. Ilustrasi orisinal kegiatan Arus Laut Panas dan Dingin

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

38. Es Berwarna di Dua Lautan

Tujuan	Membandingkan pencairan es di air tawar dan air asin.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Dua es batu berwarna
2. Air tawar 200 mL
3. Larutan garam 10% 200 mL

Alat

1. Dua gelas bening
2. Stopwatch
3. Senter

Prosedur

1. Samakan suhu dan volume kedua cairan.
2. Letakkan satu es berwarna pada tiap gelas.
3. Amati jalur air lelehan selama 10 menit.
4. Foto setiap 2 menit dan jelaskan perbedaan pola.

Hasil yang diharapkan

Pita warna turun atau menyebar dengan pola berbeda pada kedua gelas.

Konsep atau rahasia kimia

Air lelehan dingin memiliki hubungan massa jenis berbeda terhadap air tawar dan larutan garam, sehingga aliran konveksinya berbeda.

Pembuangan dan pemulihan

Buang cairan ke saluran dengan air.



Gambar 38. Ilustrasi orisinal kegiatan Es Berwarna di Dua Lautan

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

39. Kapal Plastisin

Tujuan	Mengubah bentuk tanpa mengubah massa untuk memengaruhi daya apung.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Plastisin 40 g
2. Air 2 L
3. Koin kecil 20 buah

Alat

1. Baskom
2. Neraca
3. Penggaris

Prosedur

1. Bentuk plastisin menjadi bola dan uji di air.
2. Bentuk ulang menjadi perahu berdinding lebar.
3. Tambahkan koin satu per satu sampai tenggelam.
4. Rancang ulang untuk memaksimalkan muatan dengan massa plastisin tetap.

Hasil yang diharapkan

Bola tenggelam, sedangkan bentuk perahu dapat mengapung membawa beberapa koin.

Konsep atau rahasia kimia

Bentuk berongga memindahkan volume air lebih besar sehingga gaya apung meningkat tanpa menambah massa plastisin.

Pembuangan dan pemulihan

Keringkan dan gunakan ulang semua bahan.



Gambar 39. Ilustrasi orisinal kegiatan Kapal Plastisin

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

40. Penyelam Pipet

Tujuan	Membuat penyelam Cartesian yang dapat disetel.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Air 1,5 L
2. Pipet tetes plastik 1 buah
3. Mur kecil sebagai pemberat

Alat

1. Botol plastik bening bertutup
2. Gelas uji
3. Tang pendidik

Prosedur

1. Pasang mur pada ujung pipet dan isi sebagian dengan air.
2. Setel hingga pipet hampir tenggelam di gelas uji.
3. Masukkan ke botol penuh air dan tutup.
4. Tekan botol untuk menurunkan penyelam; lepaskan untuk menaikkan.

Hasil yang diharapkan

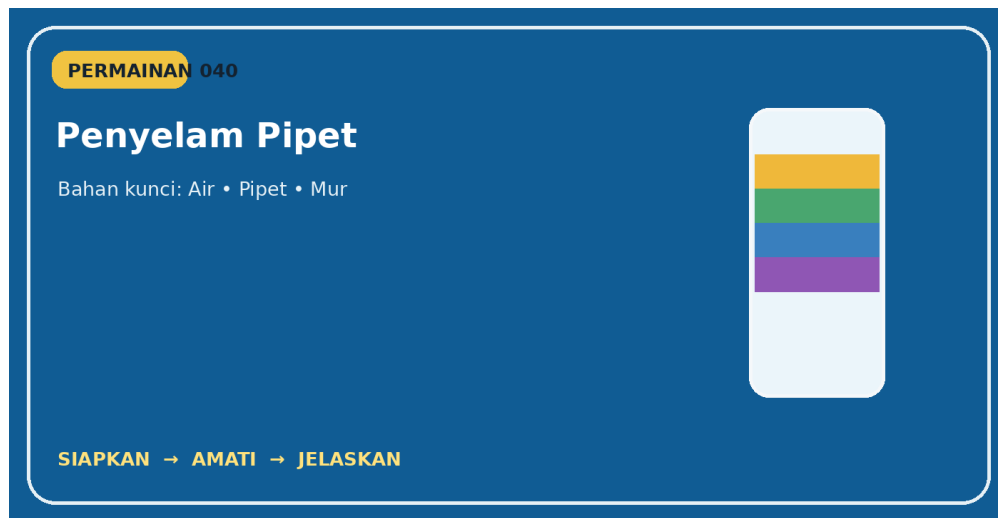
Penyelam merespons tekanan dan dapat berhenti pada kedalaman tertentu.

Konsep atau rahasia kimia

Tekanan memampatkan udara dalam pipet dan memasukkan lebih banyak air, sehingga massa jenis rata-rata penyelam naik.

Pembuangan dan pemulihan

Keringkan dan simpan alat.



Gambar 40. Ilustrasi orisinal kegiatan Penyelam Pipet

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

BAB 5 - POLIMER, GEL, DAN KOLOID

Bahan rumah tangga dan bahan pangan memperlihatkan pengikatan silang, viskoelastisitas, fluida non-Newton, gel, emulsi, dan bioplastik.

41. Slime Elastis Terkendali

Tujuan	Mempelajari pengaruh jumlah pengikat silang pada sifat polimer.
Tingkat risiko	Sedang - hindari pada kulit sensitif; gunakan sarung tangan dan aktivator berlabel

Bahan dan komposisi

1. Lem PVA putih 40 mL
2. Air 20 mL
3. Larutan aktivator lensa kontak yang mencantumkan boric acid/borate 8-12 mL
4. Soda kue 1 g
5. Pewarna 1 tetes

Alat

1. Mangkuk
2. Sendok
3. Gelas ukur
4. Sarung tangan

Prosedur

1. Campur lem, air, soda kue, dan pewarna.
2. Tambahkan aktivator 2 mL demi 2 mL sambil mengaduk.
3. Hentikan ketika massa dapat diangkat; uleni dengan sarung tangan.
4. Bandingkan regangan sampel dengan 8 dan 12 mL aktivator.

Hasil yang diharapkan

Slime berubah dari lengket menjadi viskoelastis; komposisi lebih aktif cenderung lebih kaku.

Konsep atau rahasia kimia

Ion borat membentuk ikatan silang sementara antar rantai PVA. Lebih banyak ikatan silang biasanya meningkatkan kekakuan dan mengurangi aliran.

Pembuangan dan pemulihan

Buang ke sampah padat, bukan saluran; cuci tangan. Jangan dimakan.



Gambar 41. Ilustrasi orisinal kegiatan Slime Elastis Terkendali

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

42. Oobleck yang Keras Saat Dipukul

Tujuan	Mengenal fluida non-Newton pengental geser.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Tepung maizena 150 g
2. Air 80-100 mL
3. Pewarna makanan 2 tetes

Alat

1. Baskom
2. Sendok
3. Neraca

Prosedur

1. Campur maizena dengan 80 mL air.
2. Tambahkan air sedikit sampai dapat mengalir lambat.
3. Tekan cepat lalu biarkan mengalir di telapak bersarung.
4. Jatuhkan bola kecil oobleck kembali ke wadah dan amati perubahan.

Hasil yang diharapkan

Campuran terasa padat saat dipukul tetapi mengalir ketika dibiarkan.

Konsep atau rahasia kimia

Pada tegangan cepat, partikel pati berdesakan dan membentuk struktur sementara yang menahan aliran; pada gaya lambat, suspensi mengalir.

Pembuangan dan pemulihan

Buang ke sampah, bukan saluran karena pati dapat menyumbat pipa.



Gambar 42. Ilustrasi orisinal kegiatan Oobleck yang Keras Saat Dipukul

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

43. Salju dari Popok

Tujuan	Mengamati daya serap superabsorben polimer.
Tingkat risiko	Sedang - pendidik menangani serbuk kering; hindari inhalasi dan kontak mata

Bahan dan komposisi

1. Isi penyerap dari 1 popok baru
2. Air 300-600 mL
3. Larutan garam 5% 100 mL

Alat

1. Baki
2. Gelas ukur
3. Saringan
4. Masker debu saat memisahkan serbuk

Prosedur

1. Pendidik membuka popok di baki dan memisahkan serat dari butiran polimer tanpa membuat debu.
2. Tambahkan air bertahap sambil mencatat volume terserap.
3. Ambil sebagian gel dan tambahkan larutan garam.
4. Amati pelepasan air.

Hasil yang diharapkan

Serbuk berubah menjadi gel; larutan garam membuat gel menyusut.

Konsep atau rahasia kimia

Poliakrilat bermuatan mengembang karena hidrasi dan tekanan osmotik. Ion dari garam menyaring muatan dan mengurangi pengembangan.

Pembuangan dan pemulihan

Masukkan seluruh gel ke kantong sampah; jangan ke saluran.



Gambar 43. Ilustrasi orisinal kegiatan Salju dari Popok

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

44. Plastik dari Susu

Tujuan	Membentuk bahan padat kasein melalui pengasaman.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Susu skim 250 mL
2. Cuka 5% 30 mL
3. Pewarna makanan opsional

Alat

1. Panci atau microwave oleh pendidik
2. Termometer
3. Saringan kain
4. Cetakan

Prosedur

1. Panaskan susu hingga 50-60 °C tanpa mendidih.
2. Tambahkan cuka sambil mengaduk pelan sampai gumpalan terbentuk.
3. Saring dan bilas gumpalan dengan sedikit air.
4. Tekan, campur pewarna, lalu cetak; keringkan 2-3 hari.

Hasil yang diharapkan

Terbentuk curd yang dapat dicetak dan mengeras setelah kering.

Konsep atau rahasia kimia

Penurunan pH mendekati titik isoelektrik kasein mengurangi tolakan muatan dan menyebabkan protein menggumpal menjadi jaringan padat.

Pembuangan dan pemulihan

Buang whey ke saluran dengan air; produk padat ke sampah. Jangan dimakan.



Gambar 44. Ilustrasi orisinal kegiatan Plastik dari Susu

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

45. Cacing Alginat

Tujuan	Membuat gel ionik melalui pengikatan silang kalsium.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Natrium alginat food grade 1% 50 mL
2. Kalsium laktat food grade 2% 100 mL
3. Pewarna makanan 1 tetes

Alat

1. Spuit tanpa jarum
2. Mangkuk
3. Saringan
4. Kacamata

Prosedur

1. Siapkan larutan alginat 1% dan diamkan hingga gelembung berkurang.
2. Siapkan kalsium laktat 2%.

3. Semprotkan alginat sebagai benang ke bak kalsium.
4. Diamkan 2 menit, angkat, dan bilas untuk mengamati gel.

Hasil yang diharapkan

Benang cair langsung membentuk selubung gel menyerupai cacing.

Konsep atau rahasia kimia

Ion Ca^{2+} menghubungkan gugus karboksilat pada rantai alginat membentuk jaringan gel model egg-box.

Pembuangan dan pemulihan

Buang gel ke sampah dan larutan encer ke saluran. Jangan dimakan.



Gambar 45. Ilustrasi orisinal kegiatan Cacing Alginat

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

46. Difusi dalam Agar

Tujuan	Membandingkan ukuran molekul secara kualitatif melalui laju difusi berwarna.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Agar tanpa rasa 2% 150 mL
2. Pewarna makanan merah dan biru
3. Larutan garam 5% 10 mL

Alat

1. Cawan transparan
2. Pelubang sedotan
3. Pipet
4. Penggaris

Prosedur

1. Tuang agar setebal 1 cm dan biarkan memadat.
2. Buat tiga sumur kecil.
3. Masukkan volume sama pewarna merah, biru, dan campuran pewarna-garam.
4. Ukur diameter zona warna tiap 15 menit selama 1 jam.

Hasil yang diharapkan

Cincin warna melebar seiring waktu dengan laju yang mungkin berbeda.

Konsep atau rahasia kimia

Difusi muncul dari gerak acak dan gradien konsentrasi. Interaksi zat terlarut dengan jaringan gel memengaruhi laju tampak.

Pembuangan dan pemulihan

Buang agar sebagai sampah padat.



Gambar 46. Ilustrasi orisinal kegiatan Difusi dalam Agar

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

47. Telur Karet

Tujuan	Melarutkan cangkang sambil mempertahankan membran protein.
Tingkat risiko	Sedang - sarung tangan dan sanitasi wajib; jangan konsumsi

Bahan dan komposisi

1. Telur mentah 1 buah
2. Cuka 5% 300 mL

Alat

1. Gelas bertutup longgar
2. Sendok
3. Baki

4. Sarung tangan

Prosedur

1. Rendam telur sepenuhnya dalam cuka; tutup longgar agar gas keluar.
2. Amati gelembung dan ganti cuka setelah 24 jam bila perlu.
3. Setelah 48 jam, bilas lembut.
4. Tekan sangat perlahan di atas baki; jangan menjatuhkan dari ketinggian.

Hasil yang diharapkan

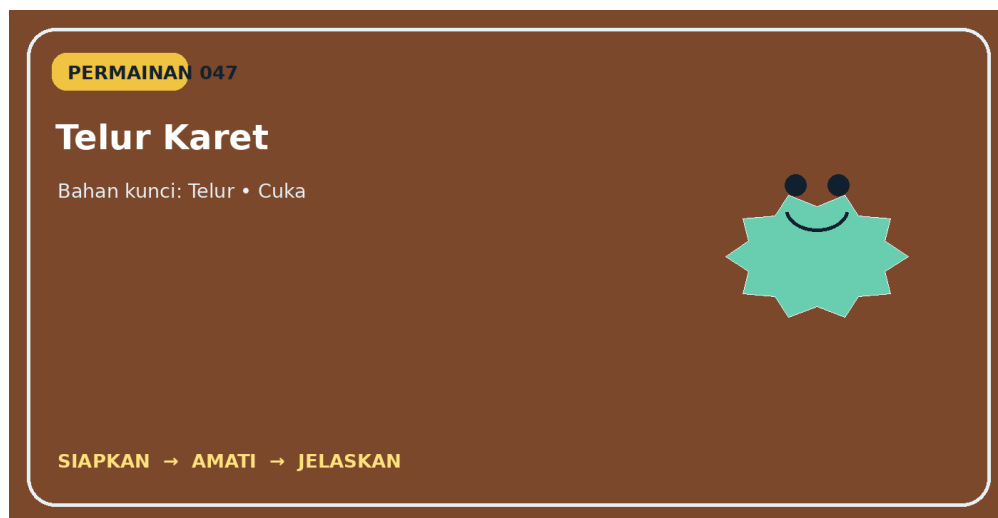
Telur menjadi lentur dan sedikit membesar.

Konsep atau rahasia kimia

Asam melarutkan CaCO_3 cangkang, sedangkan membran semipermeabel tetap. Air juga dapat bergerak melalui membran secara osmosis.

Pembuangan dan pemulihan

Masukkan telur ke kantong sampah; bersihkan permukaan karena telur mentah berisiko mikrobiologis.



Gambar 47. Ilustrasi orisinal kegiatan Telur Karet

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

48. Pelangi Gel Superabsorben

Tujuan	Mengamati penyerapan dan pelepasan air pada hidrogel komersial.
Tingkat risiko	Sedang - bahaya tertelan dan penyumbatan; jauhkan dari anak kecil/hewan

Bahan dan komposisi

1. Butiran hidrogel tanaman baru 2 g
2. Air 500 mL
3. Pewarna makanan 3 warna

4. Larutan garam 5% 50 mL

Alat

1. Tiga gelas
2. Saringan
3. Neraca

Prosedur

1. Bagi butiran kering ke tiga gelas dan timbang.
2. Tambahkan air berwarna berbeda, diamkan sesuai label produk.
3. Saring dan timbang massa gel.
4. Campurkan lapisan warna, lalu tambahkan garam pada sampel kecil.

Hasil yang diharapkan

Butiran membesar puluhan kali dan menjadi transparan berwarna.

Konsep atau rahasia kimia

Jaringan polimer hidrofilik menyerap air; garam menurunkan perbedaan osmotik sehingga gel mengerut.

Pembuangan dan pemulihan

Buang semua hidrogel ke sampah; sangat dilarang ke saluran atau tertelan.



Gambar 48. Ilustrasi orisinal kegiatan Pelangi Gel Superabsorben

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

49. Bioplastik Pati

Tujuan	Membuat film pati berplastisiser dan menilai fleksibilitasnya.
Tingkat risiko	Sedang - pemanasan hanya oleh pendidik

Bahan dan komposisi

1. Tepung maizena 10 g
2. Air 60 mL
3. Gliserin 5 mL
4. Cuka 5% 5 mL

Alat

1. Panci kecil
2. Pemanas yang dioperasikan pendidik
3. Spatula
4. Lembaran silikon

Prosedur

1. Campur semua bahan sampai rata.
2. Pendidik memanaskan sambil mengaduk sampai bening dan kental.
3. Tuang tipis di atas silikon.
4. Keringkan 24-48 jam dan bandingkan bagian tebal-tipis.

Hasil yang diharapkan

Terbentuk film fleksibel setelah air menguap.

Konsep atau rahasia kimia

Pemanasan menggelatinisasi pati; gliserin menyisip di antara rantai sebagai plastisiser sehingga film tidak terlalu rapuh.

Pembuangan dan pemulihan

Komposkan bila bersih; jangan makan. Waspada! permukaan panas.



Gambar 49. Ilustrasi orisinal kegiatan Bioplastik Pati

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

50. Emulsi yang Menolak Berpisah

Tujuan	Menguji peran emulsifier terhadap kestabilan minyak-air.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Air 50 mL per botol
2. Minyak goreng 20 mL per botol
3. Sabun cair 1 mL untuk B
4. Lesitin kedelai 1 g untuk C

Alat

1. Tiga botol transparan bertutup
2. Gelas ukur
3. Stopwatch

Prosedur

1. Siapkan A: air-minyak; B: tambah sabun; C: tambah lesitin.
2. Tutup dan kocok masing-masing tepat 10 detik.
3. Catat tinggi lapisan terpisah setelah 1, 5, dan 15 menit.
4. Bandingkan ukuran tetesan secara visual.

Hasil yang diharapkan

Kontrol cepat memisah; campuran beremulsifier lebih lama keruh dan homogen.

Konsep atau rahasia kimia

Emulsifier memiliki bagian hidrofilik dan hidrofobik yang menurunkan tegangan antarmuka dan membantu mencegah tetesan bergabung.

Pembuangan dan pemulihan

Kumpulkan campuran berminyak dalam wadah; jangan ke saluran.



Gambar 50. Ilustrasi orisinal kegiatan Emulsi yang Menolak Berpisah

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

BAB 6 - KRISTAL, ENDAPAN, DAN TAMAN KIMIA

Kristalisasi serta pengendapan dibuat dalam skala kecil. Aktivitas yang memakai garam logam dibatasi sebagai demonstrasi pendidik dan limbahnya tidak dibuang ke saluran air.

51. Taman Kimia Mikroskala

Tujuan	Mengamati pertumbuhan tabung endapan akibat osmosis dan pengendapan.
Tingkat risiko	Tinggi - demonstrasi pendidik terlatih; garam logam berbahaya dan silikat bersifat basa

Bahan dan komposisi

1. Larutan natrium silikat komersial yang diencerkan 1 bagian + 3 bagian air, total 100 mL
2. Kristal $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ masing-masing maksimum 0,05 g, ukuran 1-2 mm

Alat

1. Silinder kaca 150 mL
2. Pinset
3. Kacamata
4. Sarung tangan nitril
5. Baki sekunder

Prosedur

1. Pendidik menyiapkan silikat encer dalam silinder di atas baki.
2. Dengan pinset, jatuhkan satu kristal kecil tiap garam berjauhan.
3. Jangan menggoyang; dokumentasikan pertumbuhan tiap 2 menit selama 20 menit.
4. Tutup area setelah observasi dan beri label limbah logam berat.

Hasil yang diharapkan

Struktur berwarna menyerupai batang atau taman tumbuh dari kristal.

Konsep atau rahasia kimia

Ion logam bereaksi dengan silikat membentuk membran endapan semipermeabel. Air masuk secara osmosis, membran pecah, dan larutan terdorong keluar sambil membentuk tabung baru.

Pembuangan dan pemulihan

Seluruh cairan, padatan, sarung tangan, dan bilasan pertama dikumpulkan sebagai limbah logam; tidak ke saluran.



Gambar 51. Ilustrasi orisinal kegiatan Taman Kimia Mikroskala

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

52. Kebun Kristal Garam

Tujuan	Menumbuhkan kristal NaCl melalui penguapan pada permukaan berpori.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Garam dapur 60 g
2. Air panas 150 mL
3. Karton berpori
4. Pewarna makanan 2 tetes

Alat

1. Cawan dangkal
2. Sendok
3. Gunting pendidik

Prosedur

1. Larutkan garam sebanyak mungkin dalam air panas.
2. Bentuk karton seperti pohon dan tegakkan dalam cawan.
3. Tuang larutan setinggi 1 cm dan tambahkan warna di pangkal.
4. Biarkan 2-4 hari di tempat aman dan catat pertumbuhan.

Hasil yang diharapkan

Kristal putih/berwarna tumbuh pada tepi karton.

Konsep atau rahasia kimia

Larutan naik melalui kapilaritas. Ketika air menguap, larutan menjadi lewat jenuh dan NaCl mengkristal.

Pembuangan dan pemulihan

Larutkan kembali sisa garam atau buang sedikit demi sedikit dengan air.



Gambar 52. Ilustrasi orisinal kegiatan Kebun Kristal Garam

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

53. Kristal Tawas Berbentuk Permata

Tujuan	Menumbuhkan kristal tunggal dari larutan lewat jenuh.
Tingkat risiko	Sedang - air panas dan tawas dapat mengiritasi; pendampingan pendidik

Bahan dan komposisi

1. Tawas kalium/alum 40-60 g
2. Air panas 100 mL
3. Benang nilon

Alat

1. Gelas tahan panas
2. Pensil
3. Saringan kopi
4. Sarung tangan

Prosedur

1. Pendidik melarutkan tawas bertahap dalam air panas hingga hampir jenuh.
2. Saring dan biarkan tertutup kertas sampai kristal bibit muncul.
3. Ikat kristal bibit pada benang dan gantung dalam larutan jernih.
4. Biarkan 3-7 hari tanpa diganggu.

Hasil yang diharapkan

Kristal bening bersegi membesar pada benang.

Konsep atau rahasia kimia

Kelarutan tawas menurun saat suhu turun. Pertumbuhan lambat pada bibit memungkinkan kisi kristal teratur.

Pembuangan dan pemulihan

Simpan larutan berlabel untuk digunakan ulang; jangan dimakan.



Gambar 53. Ilustrasi orisinal kegiatan Kristal Tawas Berbentuk Permata

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

54. Lukisan Embun Kristal Epsom

Tujuan	Membuat pola kristal cepat dari penguapan larutan magnesium sulfat.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Garam Epsom 50 g
2. Air panas 50 mL
3. Kertas hitam tebal

Alat

1. Gelas tahan panas
2. Kuas
3. Baki
4. Kaca pembesar

Prosedur

1. Larutkan Epsom dalam air panas.
2. Kuas tipis di atas kertas hitam membentuk pola.
3. Biarkan mengering tanpa disentuh.
4. Amati bentuk kristal dengan kaca pembesar.

Hasil yang diharapkan

Pola putih berkilau muncul mengikuti sapuan kuas.

Konsep atau rahasia kimia

Penguapan meningkatkan konsentrasi hingga lewat jenuh; MgSO_4 terhidrasi kemudian membentuk kristal bercabang.

Pembuangan dan pemulihan

Kertas kering ke sampah; larutan dapat digunakan ulang.



Gambar 54. Ilustrasi orisinal kegiatan Lukisan Embun Kristal Epsom

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

55. Kristal Gula Batu Model

Tujuan	Mempelajari nukleasi dan pertumbuhan kristal sukrosa tanpa konsumsi.
Tingkat risiko	Sedang - larutan gula panas dapat menyebabkan luka bakar; hanya pendidik memanaskan

Bahan dan komposisi

1. Gula 250 g
2. Air 100 mL
3. Tusuk kayu
4. Pewarna makanan opsional

Alat

1. Panci oleh pendidik
2. Gelas tahan panas
3. Penjepit
4. Penutup kertas

Prosedur

1. Pendidik memanaskan air dan melarutkan gula bertahap sampai jenuh.
2. Dinginkan 10 menit lalu tuang ke gelas.
3. Basahi tusuk, lapisi gula, keringkan, lalu gantung tanpa menyentuh dinding.
4. Tutup dengan kertas dan amati 3-7 hari.

Hasil yang diharapkan

Kristal sukrosa tumbuh pada tusuk.

Konsep atau rahasia kimia

Pendinginan dan penguapan menghasilkan larutan lewat jenuh; kristal bibit menurunkan hambatan nukleasi.

Pembuangan dan pemulihan

Jangan dimakan karena dibuat sebagai praktikum terbuka; larutkan sisa dengan air.



Gambar 55. Ilustrasi orisinal kegiatan Kristal Gula Batu Model

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

56. Geode Cangkang Telur

Tujuan	Menggunakan permukaan kasar sebagai pusat nukleasi kristal.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Setengah cangkang telur bersih
2. Tawas 40 g
3. Air panas 100 mL
4. Pewarna 2 tetes

Alat

1. Gelas tahan panas
2. Sendok
3. Pinset
4. Sarung tangan

Prosedur

1. Bersihkan membran cangkang dan keringkan.
2. Pendidik membuat larutan tawas jenuh hangat dan menambahkan pewarna.
3. Rendam cangkang dengan sisi cekung ke atas.
4. Diamkan 12-24 jam, angkat, dan keringkan.

Hasil yang diharapkan

Bagian dalam cangkang tertutup kristal menyerupai geode.

Konsep atau rahasia kimia

Permukaan cangkang menyediakan banyak lokasi nukleasi; ion tersusun menjadi kristal saat larutan mendingin dan menguap.

Pembuangan dan pemulihan

Gunakan ulang larutan atau simpan berlabel; jangan dimakan.



Gambar 56. Ilustrasi orisinal kegiatan Geode Cangkang Telur

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

57. Es Panas Natrium Asetat

Tujuan	Menunjukkan kristalisasi eksoterm dari larutan superdingin/supersaturasi.
Tingkat risiko	Sedang - pemanasan dan cairan panas hanya oleh pendidik

Bahan dan komposisi

1. Natrium asetat trihidrat komersial 100 g
2. Air 10-15 mL

Alat

1. Gelas tahan panas
2. Penangas air oleh pendidik
3. Termometer
4. Kristal bibit

Prosedur

1. Pendidik memanaskan natrium asetat dalam penangas sampai seluruhnya cair; tambah sedikit air bila perlu.
2. Tuang jernih ke wadah bersih, tutup, lalu dinginkan tanpa gangguan.
3. Sentuhkan kristal bibit pada permukaan.
4. Amati front kristal dan ukur kenaikan suhu.

Hasil yang diharapkan

Kristal menyebar cepat dan suhu naik beberapa derajat.

Konsep atau rahasia kimia

Larutan metastabil mengkristal ketika diberi pusat nukleasi. Pembentukan kisi melepaskan kalor laten sehingga kristal terasa hangat.

Pembuangan dan pemulihan

Lelehkan untuk digunakan ulang; jangan dibuang panas.



Gambar 57. Ilustrasi orisinal kegiatan Es Panas Natrium Asetat

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

58. Awan Kapur dalam Gelas

Tujuan	Membentuk endapan kalsium karbonat melalui pertukaran ion.
Tingkat risiko	Rendah-sedang - larutan dapat mengiritasi mata; kacamata wajib

Bahan dan komposisi

1. Larutan CaCl_2 1% 20 mL
2. Larutan natrium karbonat 1% 20 mL
3. Air 50 mL

Alat

1. Gelas bening
2. Pipet
3. Saringan kopi
4. Kacamata

Prosedur

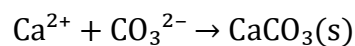
1. Masukkan CaCl_2 ke gelas dan encerkan dengan air.
2. Tambahkan natrium karbonat sedikit demi sedikit sambil mengaduk.
3. Amati kekeruhan; saring endapan.
4. Teteskan cuka pada sebagian endapan dan amati gelembung.

Hasil yang diharapkan

Awan putih terbentuk lalu tertahan sebagai padatan pada saringan.

Konsep atau rahasia kimia

$\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{s})$. Cuka melarutkan karbonat sambil membentuk CO_2 .



Pembuangan dan pemulihan

Untuk jumlah kecil dan sesuai aturan lokal, netralkan lalu buang dengan banyak air; padatan ke sampah.



Gambar 58. Ilustrasi orisinal kegiatan Awan Kapur dalam Gelas

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

59. Stalaktit Garam

Tujuan	Memodelkan pengendapan mineral dari tetesan dan penguapan.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Garam Epsom 100 g
2. Air hangat 200 mL
3. Benang katun 40 cm

Alat

1. Dua gelas
2. Piring kecil
3. Klip kertas

Prosedur

1. Buat larutan pekat dan bagi ke dua gelas.
2. Letakkan gelas berjarak 20 cm dengan piring di tengah.
3. Hubungkan gelas dengan benang; bagian tengah menggantung di atas piring.
4. Biarkan 3-7 hari dan ukur panjang endapan.

Hasil yang diharapkan

Kristal tumbuh pada benang dan dapat membentuk tonjolan ke bawah.

Konsep atau rahasia kimia

Larutan bergerak sepanjang serat secara kapiler. Penguapan dan tetesan meningkatkan kejenuhan sehingga kristal mengendap.

Pembuangan dan pemulihan

Gunakan ulang larutan; bersihkan kristal dengan air.



Gambar 59. Ilustrasi orisinal kegiatan Stalaktit Garam

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

60. Kristal Kompetisi Suhu

Tujuan	Membandingkan laju nukleasi pada pendinginan cepat dan lambat.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Larutan tawas jenuh hangat 100 mL

Alat

1. Dua gelas kecil
2. Penangas es
3. Kotak isolasi
4. Kaca pembesar

Prosedur

1. Bagi larutan jenuh hangat sama banyak.
2. Dinginkan gelas A cepat dalam penangas es; gelas B perlahan dalam kotak isolasi.
3. Setelah 1 jam, bandingkan jumlah dan ukuran kristal.
4. Ulangi dengan volume dan konsentrasi sama.

Hasil yang diharapkan

Sampel cepat: banyak kristal kecil; sampel lambat: kristal lebih besar.

Konsep atau rahasia kimia

Pendinginan cepat menimbulkan banyak pusat nukleasi dan kristal kecil; pendinginan lambat cenderung memberi lebih sedikit kristal yang lebih besar.

Pembuangan dan pemulihan

Kembalikan ke wadah tawas berlabel untuk penggunaan ulang.



Gambar 60. Ilustrasi orisinal kegiatan Kristal Kompetisi Suhu

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

BAB 7 - REDOKS, KOROSI, DAN ELEKTROKIMIA

Perpindahan elektron ditampilkan melalui sel sederhana, korosi, perubahan warna redoks, dan pelapisan mikroskala.

61. Baterai Lemon

Tujuan	Mengubah energi reaksi redoks menjadi beda potensial.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Lemon 2 buah
2. Paku galvanis seng 2
3. Lempeng/koin tembaga 2
4. Kabel buaya

Alat

1. Multimeter
2. Pisau pendidik
3. Amplas

Prosedur

1. Bersihkan logam dan gulirkan lemon tanpa memecahkan kulit.
2. Pendidik membuat dua celah; masukkan Zn dan Cu tanpa bersentuhan.
3. Ukur tegangan satu sel.
4. Hubungkan dua lemon seri dan bandingkan tegangan.

Hasil yang diharapkan

Multimeter menunjukkan tegangan; dua sel seri memberi tegangan lebih besar.

Konsep atau rahasia kimia

Seng teroksidasi melepaskan elektron; reaksi reduksi berlangsung pada elektroda tembaga. Elektrolit asam memungkinkan perpindahan ion.

Pembuangan dan pemulihan

Cabut logam dan cuci; komposkan lemon. Jangan dimakan.



Gambar 61. Ilustrasi orisinal kegiatan Baterai Lemon

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

62. Baterai Kentang

Tujuan	Membandingkan elektrolit biologis dengan baterai lemon.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Kentang 2 buah
2. Paku galvanis 2
3. Tembaga 2
4. Kabel

Alat

1. Multimeter
2. Pisau pendidik
3. Amplas

Prosedur

1. Pasang pasangan Zn-Cu pada kentang tanpa bersentuhan.
2. Ukur tegangan dan arus hubung melalui resistor 1 k Ω , bukan hubung singkat.
3. Sambungkan dua sel seri.
4. Bandingkan data dengan lemon pada luas elektroda sama.

Hasil yang diharapkan

Tegangan terukur tetapi arus kecil.

Konsep atau rahasia kimia

Kentang berfungsi sebagai elektrolit, bukan sumber utama elektron. Energi berasal terutama dari reaksi logam yang berbeda potensial.

Pembuangan dan pemulihan

Cuci logam; buang kentang. Jangan dimakan.



Gambar 62. Ilustrasi orisinal kegiatan Baterai Kentang

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

63. Baterai Air Garam

Tujuan	Membuat sel sederhana dan menguji konsentrasi elektrolit.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Air 100 mL
2. Garam 0, 2, dan 5 g
3. Lempeng aluminium dan tembaga

Alat

1. Tiga gelas
2. Multimeter
3. Kabel
4. Resistor 1 k Ω

Prosedur

1. Siapkan tiga konsentrasi garam.
2. Celupkan elektroda dengan jarak dan luas sama tanpa bersentuhan.
3. Ukur tegangan terbuka dan tegangan pada resistor.
4. Bilas elektroda antar uji dan catat perubahan permukaan.

Hasil yang diharapkan

Larutan bergaram menghantarkan lebih baik daripada air murni, tetapi hasil tidak selalu linier.

Konsep atau rahasia kimia

Elektrolit meningkatkan konduktivitas ionik. Potensial dan arus juga dipengaruhi reaksi permukaan serta lapisan oksida aluminium.

Pembuangan dan pemulihan

Buang larutan garam dengan air; keringkan logam.



Gambar 63. Ilustrasi orisinal kegiatan Baterai Air Garam

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

64. Membersihkan Perak dengan Sel Galvanik

Tujuan	Menunjukkan pemindahan sulfur melalui proses elektrokimia sederhana.
Tingkat risiko	Sedang - air panas dan kemungkinan bau sulfur; ventilasi dan pendampingan

Bahan dan komposisi

1. Benda perak kusam kecil
2. Aluminium foil 20×20 cm
3. Air panas 500 mL
4. Soda kue 10 g
5. Garam 5 g

Alat

1. Mangkuk tahan panas
2. Penjepit
3. Kacamata

Prosedur

1. Lapisi mangkuk dengan aluminium.
2. Pendidik menuang air panas dan melarutkan soda kue serta garam.
3. Letakkan perak menyentuh aluminium selama 2-5 menit.

4. Angkat, bilas, keringkan, dan bandingkan dengan bagian yang tidak direndam.

Hasil yang diharapkan

Kusam berkurang dan aluminium dapat berubah permukaan.

Konsep atau rahasia kimia

Kontak dua logam dalam elektrolit membentuk sel; lapisan Ag_2S direduksi kembali, sementara aluminium teroksidasi.

Pembuangan dan pemulihan

Dinginkan larutan, saring residu, dan ikuti aturan lokal; gunakan volume minimum.



Gambar 64. Ilustrasi orisinal kegiatan Membersihkan Perak dengan Sel Galvanik

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

65. Pelapisan Tembaga pada Paku

Tujuan	Mengamati elektrodposisi dalam skala mikrolaboratorium.
Tingkat risiko	Tinggi - hanya pendidik; garam tembaga berbahaya bagi lingkungan dan sumber listrik harus tegangan rendah

Bahan dan komposisi

1. Larutan CuSO_4 0,05 M 50 mL
2. Lempeng tembaga
3. Paku besi bersih
4. Sumber DC 3 V dengan pembatas arus

Alat

1. Gelas 100 mL
2. Kabel buaya

3. Amplas
4. Kacamata dan sarung tangan

Prosedur

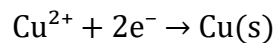
1. Pendidik mengampelas dan membilas paku.
2. Hubungkan tembaga ke kutub positif dan paku ke negatif.
3. Celupkan tanpa bersentuhan dan alirkan arus 2-5 menit.
4. Matikan sumber sebelum mengangkat; bilas di atas wadah limbah.

Hasil yang diharapkan

Lapisan tembaga kemerahan menempel pada paku.

Konsep atau rahasia kimia

Cu^{2+} menerima elektron di katode: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu(s)}$. Anode tembaga memasok kembali ion melalui oksidasi.



Pembuangan dan pemulihan

Semua larutan dan bilasan pertama dikumpulkan sebagai limbah tembaga; tidak ke saluran.



Gambar 65. Ilustrasi orisinal kegiatan Pelapisan Tembaga pada Paku

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

66. Balapan Karat

Tujuan	Menguji peran air, oksigen, garam, dan pelapis terhadap korosi.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Empat paku besi bersih

2. Air 50 mL
3. Larutan garam 3% 50 mL
4. Minyak goreng 10 mL
5. Cat kuku bening

Alat

1. Empat tabung
2. Label
3. Amplas
4. Sarung tangan

Prosedur

1. Bersihkan paku.
2. A: paku kering; B: air; C: air garam; D: paku berlapis cat dalam air garam.
3. Tambahkan lapisan minyak tipis pada tabung B opsional untuk membatasi oksigen.
4. Amati 3-5 hari dan beri skor karat 0-5.

Hasil yang diharapkan

Air garam biasanya berkarat paling cepat; paku berlapis paling lambat.

Konsep atau rahasia kimia

Korosi besi adalah proses redoks elektrokimia yang memerlukan jalur ion dan oksidator. Garam mempercepat konduksi; pelapis menghambat kontak.

Pembuangan dan pemulihan

Keringkan paku dan buang sebagai logam; larutan kecil diencerkan sesuai aturan lokal.



Gambar 66. Ilustrasi orisinal kegiatan Balapan Karat

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

67. Oksigen Menghilang oleh Wol Baja

Tujuan	Mengukur konsumsi oksigen selama korosi.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Wol baja tanpa sabun 2 g
2. Cuka 5% 10 mL
3. Air berwarna 200 mL

Alat

1. Gelas tinggi
2. Piring
3. Penggaris
4. Sarung tangan

Prosedur

1. Rendam cepat wol baja dalam cuka untuk membersihkan oksida, peras dengan sarung tangan.
2. Pasang wol di dasar bagian dalam gelas agar tidak jatuh.
3. Balik gelas di piring berisi air berwarna.
4. Tandai tinggi air awal dan setelah 1-24 jam.

Hasil yang diharapkan

Permukaan air di dalam gelas naik perlahan dan wol menjadi cokelat.

Konsep atau rahasia kimia

Besi teroksidasi dan mengonsumsi O_2 dalam volume udara tertutup; tekanan turun dan air naik. Nilai ideal tidak selalu tepat karena suhu dan kebocoran.

Pembuangan dan pemulihan

Keringkan wol dan buang sebagai logam; buang cuka encer.



Gambar 67. Ilustrasi orisinal kegiatan Oksigen Menghilang oleh Wol Baja

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

68. Apel Melawan Oksidasi

Tujuan	Membandingkan perlindungan terhadap pencokelatan enzimatik.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Irisan apel 5
2. Air
3. Air jeruk 5%
4. Larutan garam 1%
5. Larutan vitamin C 1% masing-masing 20 mL

Alat

1. Lima cawan
2. Pisau pendidik
3. Kamera
4. Kartu warna

Prosedur

1. Pendidik membuat irisan dengan ukuran sama.
2. Rendam masing-masing 2 menit; sisakan satu tanpa perlakuan.
3. Tiriskan dan foto tiap 5 menit selama 30 menit.
4. Skor warna secara buta 0-5.

Hasil yang diharapkan

Vitamin C atau air jeruk biasanya mempertahankan warna lebih lama.

Konsep atau rahasia kimia

Polifenol oksidase menghasilkan pigmen coklat dengan bantuan O_2 . Asam, antioksidan, dan pembatasan oksigen dapat memperlambatnya.

Pembuangan dan pemulihan

Komposkan; jangan dikonsumsi setelah praktikum.



Gambar 68. Ilustrasi orisinal kegiatan Apel Melawan Oksidasi

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

69. Jam Iodin Vitamin C

Tujuan	Mengamati reaksi redoks tertunda menggunakan bahan encer.
Tingkat risiko	Sedang - tidak boleh tertelan; povidone-iodine menodai dan H_2O_2 mengiritasi mata

Bahan dan komposisi

1. Larutan A: vitamin C 0,5 g + air 50 mL + povidone-iodine 1 mL
2. Larutan B: H_2O_2 3% 10 mL + pati cair 5 mL + air 35 mL

Alat

1. Dua gelas
2. Gelas ukur
3. Stopwatch
4. Kacamata dan sarung tangan

Prosedur

1. Siapkan A hingga warna iodin memudar.
2. Siapkan B terpisah.
3. Campur volume sama A dan B lalu mulai stopwatch.
4. Catat waktu hingga warna biru tua muncul; ulangi dengan A diencerkan dua kali.

Hasil yang diharapkan

Campuran tetap pucat lalu berubah biru tua secara mendadak.

Konsep atau rahasia kimia

Vitamin C mereduksi iodin menjadi iodida. Setelah vitamin C habis, H_2O_2 mengoksidasi iodida menjadi iodin yang membentuk kompleks biru dengan pati.

Pembuangan dan pemulihan

Reduksi sisa iodin dengan vitamin C sampai tak berwarna, encerkan, dan ikuti aturan lokal.



Gambar 69. Ilustrasi orisinal kegiatan Jam Iodin Vitamin C

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

70. Botol Biru Berulang

Tujuan	Mendemonstrasikan siklus oksidasi-reduksi indikator.
Tingkat risiko	Tinggi - demonstrasi pendidik; NaOH korosif walau encer dan metilena biru menodai

Bahan dan komposisi

1. Air 100 mL
2. Glukosa 2 g
3. NaOH 0,10 M 100 mL (dibuat pendidik; setara 0,40 g/100 mL)
4. Metilena biru 0,1% 1 tetes

Alat

1. Botol 250 mL bertutup rapat setelah semua bahan masuk
2. Gelas ukur
3. Kacamata dan sarung tangan

Prosedur

1. Pendidik memasukkan larutan basa, glukosa, dan satu tetes indikator ke botol.
2. Tutup, kocok singkat sampai biru, lalu diamkan.
3. Ketika warna memudar, kocok kembali dan hitung jumlah siklus.
4. Jangan membuka botol selama demonstrasi; buka hanya oleh pendidik saat pembuangan.

Hasil yang diharapkan

Larutan berganti biru-pucat berulang kali.

Konsep atau rahasia kimia

Glukosa dalam basa mereduksi metilena biru menjadi bentuk leuko pucat; O_2 yang larut saat dikocok mengoksidasinya kembali.

Pembuangan dan pemulihan

Pendidik menetralkan perlahan sampai pH 6-8 dan membuang sesuai aturan institusi.



Gambar 70. Ilustrasi orisinal kegiatan Botol Biru Berulang

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

BAB 8 - PANAS, DINGIN, CAHAYA, DAN LAJU REAKSI

Energi kimia, perubahan suhu, fluoresensi, fotokimia, dan pengaruh suhu terhadap laju proses dipelajari tanpa api terbuka oleh peserta.

71. Kantong Dingin Sitrat

Tujuan	Mengukur perubahan suhu reaksi asam sitrat-bikarbonat.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Asam sitrat makanan 10 g
2. Soda kue 12 g
3. Air 50 mL
4. Kantong zip 500 mL

Alat

1. Termometer
2. Gelas ukur
3. Baki

Prosedur

1. Masukkan air dan asam sitrat ke kantong; larutkan.
2. Catat suhu awal.
3. Tambahkan soda kue, biarkan zip sedikit terbuka agar gas keluar, lalu pijat perlahan.
4. Catat suhu terendah dan waktu mencapainya.

Hasil yang diharapkan

Kantong terasa dingin dan menggelembung ringan.

Konsep atau rahasia kimia

Pelarutan dan reaksi menyerap energi dari lingkungan pada kondisi ini, sehingga suhu campuran turun; CO_2 juga terbentuk.

Pembuangan dan pemulihan

Setelah gas berhenti, encerkan cairan. Jangan menutup rapat saat reaksi.



Gambar 71. Ilustrasi orisinal kegiatan Kantong Dingin Sitrat

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

72. Penghangat Tangan Wol Baja

Tujuan	Mengamati kalor dari oksidasi besi yang dipercepat.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Wol baja tanpa sabun 5 g
2. Cuka 5% 10 mL
3. Garam 1 g
4. Tisu

Alat

1. Gelas terbuka
2. Termometer
3. Sarung tangan
4. Baki

Prosedur

1. Rendam wol baja 30 detik dalam cuka, peras dengan sarung tangan.
2. Taburi sedikit garam dan bungkus longgar dengan tisu agar tetap mendapat udara.
3. Letakkan di gelas terbuka.
4. Catat suhu tiap menit selama 15 menit.

Hasil yang diharapkan

Suhu naik dan wol berubah cokelat.

Konsep atau rahasia kimia

Oksidasi besi eksoterm. Asam menghilangkan lapisan oksida dan ion garam mempercepat proses elektrokimia.

Pembuangan dan pemulihan

Biarkan dingin dan kering sebelum dibuang sebagai logam; jangan menutup rapat.



Gambar 72. Ilustrasi orisinal kegiatan Pengahangat Tangan Wol Baja

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

73. Panas Pelarutan Kalsium Klorida

Tujuan	Membandingkan pelarutan eksoterm dan endoterm.
Tingkat risiko	Sedang - CaCl_2 mengiritasi dan larutan dapat menjadi panas

Bahan dan komposisi

1. CaCl_2 anhidrat 5 g
2. Garam dapur 5 g
3. Air 50 mL per gelas

Alat

1. Dua gelas polistirena
2. Termometer
3. Neraca
4. Kacamata

Prosedur

1. Catat suhu air awal.
2. Tambahkan CaCl_2 ke gelas A dan NaCl ke B.
3. Aduk dengan laju sama dan catat suhu maksimum/minimum.
4. Hitung $\Delta T = \text{suhu akhir} - \text{suhu awal}$.

Hasil yang diharapkan

Gelas CaCl_2 menghangat nyata; NaCl berubah lebih kecil atau sedikit mendingin.

Konsep atau rahasia kimia

Pelarutan mencakup pemutusan kisi dan hidrasi ion. Untuk CaCl_2 , energi hidrasi lebih dominan sehingga kalor dilepas.

Pembuangan dan pemulihan

Encerkan dan buang sesuai aturan lokal; hindari kontak mata.



Gambar 73. Ilustrasi orisinal kegiatan Panas Pelarutan Kalsium Klorida

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

74. Termometer Warna

Tujuan	Menggunakan pigmen termokromik untuk memetakan suhu.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Lembar/pigmen termokromik berenkapsulasi
2. Air dingin, suhu ruang, dan hangat $40\text{ }^{\circ}\text{C}$

Alat

1. Tiga gelas
2. Termometer
3. Sendok logam

Prosedur

1. Ukur suhu tiga air.
2. Tempelkan strip termokromik di luar gelas atau celupkan sendok lalu sentuhkan ke lembar.
3. Catat warna pada tiap suhu.

4. Biarkan kembali ke suhu ruang dan uji reversibilitas.

Hasil yang diharapkan

Warna berubah pada pemanasan dan kembali saat mendingin bila pigmen reversibel.

Konsep atau rahasia kimia

Pigmen termokromik mengalami perubahan struktur atau fase yang mengubah spektrum pantulan pada suhu ambang.

Pembuangan dan pemulihan

Keringkan dan simpan bahan; jangan membuka kapsul pigmen.



Gambar 74. Ilustrasi orisinal kegiatan Termometer Warna

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

75. Tonic Menyala di UV

Tujuan	Membedakan fluoresensi dari pemantulan biasa.
Tingkat risiko	Sedang - UV-A tidak boleh diarahkan ke mata/kulit; gunakan pelindung

Bahan dan komposisi

1. Air tonik 100 mL
2. Air biasa 100 mL

Alat

1. Dua gelas bening
2. Lampu UV-A 365-395 nm
3. Kotak gelap
4. Kacamata pelindung UV

Prosedur

1. Letakkan dua gelas dalam kotak gelap.
2. Sorot singkat dengan UV-A dari samping, jangan ke mata.
3. Matikan lampu dan amati apakah cahaya langsung berhenti.
4. Encerkan tonik dan bandingkan intensitas.

Hasil yang diharapkan

Air tonik bersinar biru selama disinari; air biasa tidak.

Konsep atau rahasia kimia

Kuinina menyerap foton UV dan memancarkan kembali energi sebagai cahaya biru dengan panjang gelombang lebih besar.

Pembuangan dan pemulihan

Buang cairan; jangan diminum setelah praktikum.



Gambar 75. Ilustrasi orisinal kegiatan Tonic Menyala di UV

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

76. Tinta Stabilo Fluoresen

Tujuan	Menguji pengaruh pengenceran dan warna stabilo terhadap fluoresensi.
Tingkat risiko	Sedang - UV-A dan tinta; pelindung mata serta sarung tangan

Bahan dan komposisi

1. Isi stabilo kuning dan merah muda
2. Air masing-masing 100 mL

Alat

1. Dua gelas
2. Pinset
3. Lampu UV-A

4. Kacamata UV

Prosedur

1. Pendidik mengambil reservoir tinta dan merendamnya 2 menit dalam air.
2. Buat seri pengenceran 1:1 dan 1:3.
3. Sorot dengan UV-A dari samping.
4. Bandingkan warna dan intensitas secara kualitatif.

Hasil yang diharapkan

Larutan memancarkan warna cerah, dengan intensitas berbeda antar pengenceran.

Konsep atau rahasia kimia

Zat warna fluoresen memiliki sistem elektron yang menyerap UV dan memancarkan cahaya tampak; konsentrasi terlalu tinggi dapat menyebabkan pemadaman diri.

Pembuangan dan pemulihan

Kumpulkan larutan tinta sebagai limbah cair berwarna; jangan ke sumber air alami.



Gambar 76. Ilustrasi orisinal kegiatan Tinta Stabilo Fluoresen

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

77. Tongkat Cahaya: Hangat vs Dingin

Tujuan	Menghubungkan suhu dengan laju kemiluminesensi.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Dua glow stick identik
2. Air es 300 mL
3. Air hangat 40 °C 300 mL

Alat

1. Dua gelas
2. Termometer
3. Kotak gelap
4. Kamera dengan pengaturan tetap

Prosedur

1. Aktifkan dua glow stick bersamaan tanpa memotongnya.
2. Masukkan satu ke air dingin dan satu ke air hangat.
3. Foto pada waktu 0, 5, 10, dan 20 menit dengan pengaturan sama.
4. Tukar suhu dan amati perubahan kecerahan.

Hasil yang diharapkan

Glow stick hangat lebih terang sementara yang dingin lebih redup namun bertahan lama.

Konsep atau rahasia kimia

Suhu lebih tinggi mempercepat reaksi kemiluminesen sehingga cahaya lebih terang tetapi bahan reaksi lebih cepat habis.

Pembuangan dan pemulihan

Buang glow stick utuh sesuai petunjuk produsen; jangan dibuka.



Gambar 77. Ilustrasi orisinal kegiatan Tongkat Cahaya: Hangat vs Dingin

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

78. Napas Api Lilin

Tujuan	Menentukan syarat oksigen dan pengaruh volume udara terhadap lama nyala.
Tingkat risiko	Sedang - api hanya oleh pendidik di atas permukaan tahan panas

Bahan dan komposisi

1. Lilin teh 3 buah
2. Air berwarna 300 mL

Alat

1. Piring tahan panas
2. Gelas 250, 500, dan 1000 mL
3. Pemantik pendidik
4. Stopwatch

Prosedur

1. Pendidik menyalakan satu lilin pada piring dengan lapisan air tipis.
2. Tutup dengan gelas 250 mL dan catat waktu padam.
3. Ventilasikan dan ulangi dengan gelas lebih besar serta lilin baru yang sama.
4. Amati sedikit kenaikan air setelah nyala padam.

Hasil yang diharapkan

Gelas lebih besar umumnya memungkinkan nyala lebih lama.

Konsep atau rahasia kimia

Pembakaran mengonsumsi oksigen dan memanaskan gas. Setelah padam, pendinginan dan perubahan komposisi gas menurunkan tekanan sehingga air dapat naik.

Pembuangan dan pemulihan

Padamkan dan dinginkan lilin; buang air.



Gambar 78. Ilustrasi orisinal kegiatan Napas Api Lilin

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

79. Tinta Lemon Tanpa Nyala

Tujuan	Menampakkan bahan organik teroksidasi melalui pemanasan terkendali.
Tingkat risiko	Sedang - pemanasan hanya oleh pendidik; awasi kertas terus-menerus

Bahan dan komposisi

1. Air jeruk 10 mL
2. Air 10 mL
3. Kertas putih

Alat

1. Kuas
2. Setrika suhu rendah atau pelat hangat oleh pendidik
3. Baking paper

Prosedur

1. Campur air jeruk dan air 1:1.
2. Tulis tipis dan biarkan benar-benar kering.
3. Pendidik menutup kertas dengan baking paper dan memanaskan bertahap.
4. Hentikan saat tulisan cokelat muda muncul; jangan gunakan api terbuka.

Hasil yang diharapkan

Pesan tak terlihat berubah cokelat saat dipanaskan.

Konsep atau rahasia kimia

Komponen organik pada bekas tulisan mengalami pencokelatan/oksidasi termal lebih cepat daripada kertas sekitarnya.

Pembuangan dan pemulihan

Dinginkan alat; kertas dapat didaur ulang bila bersih.



Gambar 79. Ilustrasi orisinal kegiatan Tinta Lemon Tanpa Nyala

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

80. Manik UV Penjaga Surya

Tujuan	Menguji perlindungan bahan terhadap radiasi ultraviolet.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Manik fotokromik UV 20
2. Tabir surya
3. Plastik bening, kain, dan kertas

Alat

1. Empat kantong kecil
2. Stopwatch
3. Kamera

Prosedur

1. Bagi manik sama banyak dalam empat kantong.
2. Tutup masing-masing dengan plastik polos, plastik berlapis tabir surya, kain, dan kertas.
3. Paparkan sinar matahari 60 detik tanpa menatap Matahari.
4. Bandingkan warna dan kembalikan ke teduh.

Hasil yang diharapkan

Manik tanpa perlindungan berubah paling kuat; penghalang efektif mengurangi warna.

Konsep atau rahasia kimia

Molekul fotokromik berubah struktur ketika menyerap UV dan kembali saat UV berkurang. Penghalang berbeda meneruskan UV dalam jumlah berbeda.

Pembuangan dan pemulihan

Bersihkan tabir surya dan simpan manik. Hindari paparan Matahari berlebihan.



Gambar 80. Ilustrasi orisinal kegiatan Manik UV Penjaga Surya

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

BAB 9 - KIMIA PANGAN YANG TIDAK UNTUK DIMAKAN

Bahan pangan digunakan sebagai spesimen laboratorium untuk mempelajari protein, emulsi, fermentasi, osmosis, dan perubahan titik beku. Semua hasil diperlakukan sebagai bahan praktikum, bukan makanan.

81. Mentega dalam Botol

Tujuan	Membalik emulsi krim menjadi fase kaya lemak dan buttermilk.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Krim kental dingin 100 mL

Alat

1. Botol bertutup 300 mL
2. Saringan
3. Stopwatch

Prosedur

1. Masukkan krim, tutup, dan kocok ritmis.
2. Catat perubahan dari cair ke busa, lalu gumpalan.
3. Hentikan setelah fase cair dan padat terpisah.
4. Saring dan amati tekstur tanpa mencicipi.

Hasil yang diharapkan

Krim menebal, lalu terbentuk gumpalan kuning dan cairan putih.

Konsep atau rahasia kimia

Pengocokan merusak membran globula lemak sehingga globula bergabung. Emulsi minyak-dalam-air berubah menuju massa lemak yang memisah.

Pembuangan dan pemulihan

Buang sebagai sampah organik/cairan sesuai fasilitas; jangan dimakan.



Gambar 81. Ilustrasi orisinal kegiatan Mentega dalam Botol

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

82. Busa Protein Putih Telur

Tujuan	Membandingkan pembentukan busa dengan dan tanpa asam.
Tingkat risiko	Sedang - risiko mikrobiologis; gunakan telur pasteurisasi dan alat khusus

Bahan dan komposisi

1. Putih telur pasteurisasi 60 mL
2. Air jeruk 2 mL

Alat

1. Dua mangkuk
2. Pengocok terpisah
3. Stopwatch
4. Sarung tangan

Prosedur

1. Bagi putih telur sama banyak.
2. Tambahkan air jeruk ke sampel B.
3. Kocok keduanya dengan durasi dan gaya sama.
4. Ukur tinggi busa awal dan setelah 10 menit.

Hasil yang diharapkan

Volume dan ketahanan busa berbeda antara kontrol dan sampel asam.

Konsep atau rahasia kimia

Pengocokan membuka struktur protein dan membentuk film di sekitar udara. pH memengaruhi muatan protein dan kestabilan busa.

Pembuangan dan pemulihan

Buang segera dan sanitasi alat; jangan konsumsi.



Gambar 82. Ilustrasi orisinal kegiatan Busa Protein Putih Telur

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

83. Es Krim dalam Kantong

Tujuan	Menunjukkan penurunan titik beku oleh garam.
Tingkat risiko	Sedang - risiko dingin dan kontaminasi; sarung tangan wajib

Bahan dan komposisi

1. Campuran model: susu 100 mL + gula 15 g dalam kantong tertutup
2. Es 500 g
3. Garam 150 g

Alat

1. Dua kantong zip berlapis
2. Termometer
3. Sarung tangan termal

Prosedur

1. Segel campuran model dalam kantong kecil dan periksa kebocoran.
2. Campur es-garam dalam kantong besar dan catat suhu.
3. Masukkan kantong kecil, tutup, dan guncang perlahan 8-10 menit dengan sarung tangan.
4. Amati perubahan fase; jangan mencicipi.

Hasil yang diharapkan

Campuran susu membeku sebagian; suhu es-garam turun di bawah 0 °C.

Konsep atau rahasia kimia

Garam menurunkan titik beku air sehingga campuran es-garam dapat berada di bawah 0 °C dan menyerap kalor dari sampel.

Pembuangan dan pemulihan

Buang makanan uji; cairkan es-garam dan buang dengan banyak air.



Gambar 83. Ilustrasi orisinal kegiatan Es Krim dalam Kantong

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

84. Susu Pecah oleh Asam

Tujuan	Mengamati koagulasi protein pada pH rendah.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Susu 150 mL
2. Cuka 5% 15 mL

Alat

1. Gelas
2. Sendok
3. Saringan

Prosedur

1. Bagi susu menjadi kontrol dan sampel.
2. Tambahkan cuka bertahap ke sampel sambil mengaduk.
3. Diamkan 5 menit.
4. Saring dan bandingkan cairan serta padatan.

Hasil yang diharapkan

Muncul gumpalan putih dan whey lebih jernih.

Konsep atau rahasia kimia

Ketika pH mendekati titik isoelektrik kasein, tolakan elektrostatik menurun dan misel menggumpal.

Pembuangan dan pemulihan

Buang segera dan cuci alat; jangan konsumsi.



Gambar 84. Ilustrasi orisinal kegiatan Susu Pecah oleh Asam

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

85. Nanas Melawan Gelatin

Tujuan	Menguji aktivitas enzim protease pada nanas segar dan panas.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Larutan gelatin 6% 150 mL
2. Nanas segar 20 g
3. Nanas kaleng atau nanas yang dipanaskan 20 g

Alat

1. Tiga gelas
2. Kulkas
3. Pisau pendidik

Prosedur

1. Bagi gelatin hangat ke tiga gelas.
2. Tambahkan nanas segar ke A, nanas panas/kaleng ke B, dan tanpa nanas ke C.
3. Dinginkan 3 jam.
4. Miringkan gelas dan beri skor kekokohan gel.

Hasil yang diharapkan

Sampel nanas segar tetap lebih cair; kontrol dan nanas panas membentuk gel.

Konsep atau rahasia kimia

Bromelain pada nanas segar memotong rantai protein gelatin sehingga jaringan gel tidak terbentuk. Pemanasan menonaktifkan enzim.

Pembuangan dan pemulihan

Buang semua sampel; jangan dikonsumsi.



Gambar 85. Ilustrasi orisinal kegiatan Nanas Melawan Gelatin

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

86. Beruang Gummy Osmosis

Tujuan	Mengukur perpindahan air ke gel permen pada larutan berbeda.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Gummy bear 9 buah
2. Air, larutan garam 10%, dan larutan gula 30% masing-masing 100 mL

Alat

1. Tiga gelas
2. Neraca
3. Penggaris
4. Tisu

Prosedur

1. Timbang dan ukur tiap gummy.
2. Rendam tiga buah pada setiap larutan selama 12-24 jam.
3. Angkat, tepuk kering, timbang, dan ukur kembali.

4. Hitung persen perubahan massa.

Hasil yang diharapkan

Gummy dalam air biasanya membesar lebih banyak daripada dalam larutan pekat.

Konsep atau rahasia kimia

Air bergerak menurut perbedaan potensial kimia melalui jaringan gelatin. Konsentrasi zat terlarut luar memengaruhi arah dan besarnya perubahan.

Pembuangan dan pemulihan

Buang; jangan dimakan setelah praktikum.



Gambar 86. Ilustrasi orisinal kegiatan Beruang Gummy Osmosis

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

87. Ragi Memilih Gula

Tujuan	Membandingkan laju fermentasi beberapa karbohidrat.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Ragi 1 g per botol
2. Air hangat 50 mL per botol
3. Glukosa, sukrosa, pati masing-masing 5 g
4. Kontrol tanpa gula

Alat

1. Empat botol
2. Empat balon
3. Termometer
4. Pita ukur

Prosedur

1. Siapkan empat botol pada suhu sama.
2. Tambahkan substrat berbeda dan ragi.
3. Pasang balon lalu inkubasi 30 menit.
4. Ukur keliling balon dan bandingkan.

Hasil yang diharapkan

Glukosa/sukrosa biasanya menghasilkan gas lebih cepat daripada pati dan kontrol.

Konsep atau rahasia kimia

Ragi menggunakan gula yang dapat masuk ke jalur fermentasi; pati perlu dipecah terlebih dahulu sehingga responsnya lebih kecil tanpa enzim tambahan.

Pembuangan dan pemulihan

Buang ke saluran dengan air; jangan diminum.



Gambar 87. Ilustrasi orisinal kegiatan Ragi Memilih Gula

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

88. Roti Berongga oleh Ragi

Tujuan	Menghubungkan produksi CO ₂ dengan struktur pori adonan model.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Tepung 100 g
2. Air hangat 70 mL
3. Ragi 2 g
4. Gula 5 g
5. Kontrol tanpa ragi

Alat

1. Dua gelas ukur besar
2. Sendok
3. Spidol
4. Penutup longgar

Prosedur

1. Buat dua adonan identik; hilangkan ragi pada kontrol.
2. Tempatkan dalam gelas dan tandai tinggi awal.
3. Tutup longgar dan simpan hangat 30-60 menit.
4. Catat volume dan amati pori tanpa memanggang.

Hasil yang diharapkan

Adonan beragi naik dan berpori; kontrol berubah sedikit.

Konsep atau rahasia kimia

CO₂ fermentasi terperangkap dalam jaringan protein/pati adonan sehingga volume meningkat.

Pembuangan dan pemulihan

Buang adonan; jangan dimakan karena praktikum terbuka.



Gambar 88. Ilustrasi orisinal kegiatan Roti Berongga oleh Ragi

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

89. Pencokelatan Gula Terkendali

Tujuan	Membedakan pelarutan, karamelisasi, dan hangus melalui suhu.
Tingkat risiko	Tinggi - hanya demonstrasi pendidik; gula cair menyebabkan luka bakar serius dan harus dihentikan sebelum berasap

Bahan dan komposisi

1. Gula 5 g per sampel
2. Air 2 mL per sampel

Alat

1. Tiga cawan tahan panas
2. Hot plate oleh pendidik
3. Termometer inframerah
4. Pelindung panas

Prosedur

1. Pendidik menyiapkan kontrol gula tidak dipanaskan.
2. Panaskan sampel kedua perlahan sampai meleleh dan kuning muda; hentikan.
3. Panaskan sampel ketiga lebih lama sampai coklat, tanpa membiarkan berasap.
4. Dinginkan dan bandingkan warna serta kelarutan dalam air.

Hasil yang diharapkan

Warna berubah dari bening-kuning-cokelat dan aroma berkembang sebelum tahap gosong.

Konsep atau rahasia kimia

Karamelisasi adalah rangkaian dehidrasi dan fragmentasi termal gula yang membentuk molekul aroma dan pigmen; pemanasan berlebih menghasilkan degradasi dan karbonisasi.

Pembuangan dan pemulihan

Dinginkan sepenuhnya; larutkan residu dengan air. Jangan dicicipi.



Gambar 89. Ilustrasi orisinal kegiatan Pencokelatan Gula Terkendali

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

90. Mayones Model Emulsi

Tujuan	Membandingkan emulsi dengan dan tanpa lesitin.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Minyak 30 mL per sampel
2. Air 10 mL per sampel
3. Lesitin kedelai 1 g untuk sampel B
4. Pewarna air 1 tetes

Alat

1. Dua botol kecil
2. Pipet
3. Stopwatch

Prosedur

1. Campur air berwarna dan minyak dalam dua botol.
2. Tambahkan lesitin hanya ke B.
3. Kocok 20 detik dengan gaya sama.
4. Catat waktu pemisahan dan ukuran tetesan secara visual.

Hasil yang diharapkan

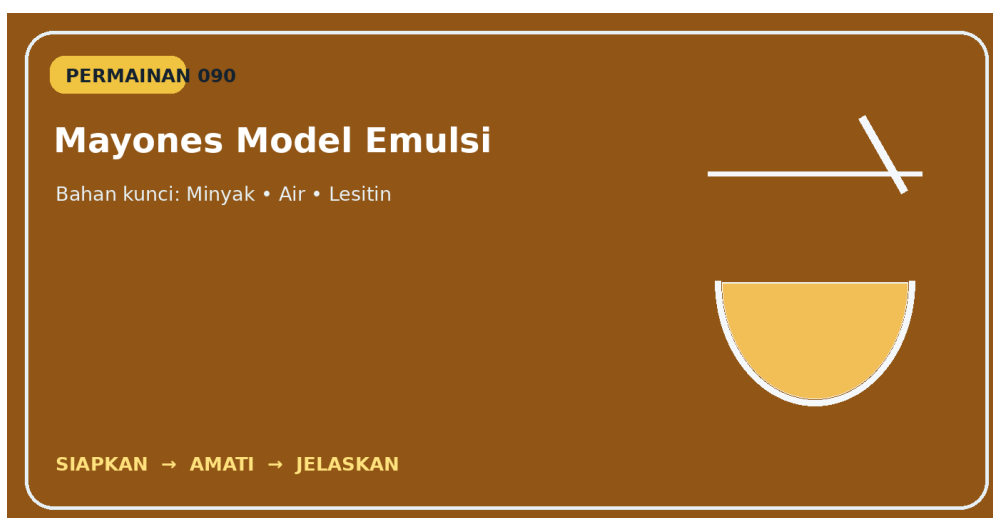
Sampel berlesitin lebih lama keruh dan homogen.

Konsep atau rahasia kimia

Lesitin adalah molekul amfifilik yang berada di antarmuka minyak-air dan menstabilkan tetesan.

Pembuangan dan pemulihan

Kumpulkan campuran minyak; jangan ke saluran atau dimakan.



Gambar 90. Ilustrasi orisinal kegiatan Mayones Model Emulsi

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

BAB 10 - KIMIA LINGKUNGAN, SENI, DAN FORENSIK

Pemisahan, adsorpsi, kualitas air, pencemaran, sidik jari model, dan seni difusi dirangkai menjadi kegiatan penyelidikan kontekstual.

91. Kromatografi Spidol

Tujuan	Memisahkan campuran zat warna berdasarkan kelarutan dan afinitas kertas.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Kertas kromatografi atau saring
2. Spidol larut air hitam dan warna
3. Air 20 mL

Alat

1. Gelas
2. Pensil
3. Penggaris
4. Klip

Prosedur

1. Potong pita kertas dan buat garis pensil 2 cm dari bawah.
2. Beri titik tinta kecil pada garis dan keringkan; ulangi dua kali.
3. Gantung sehingga ujung menyentuh air tetapi noda tidak terendam.
4. Hentikan sebelum pelarut mencapai atas dan tandai front pelarut.

Hasil yang diharapkan

Tinta hitam terpisah menjadi beberapa pita warna.

Konsep atau rahasia kimia

Komponen bergerak berbeda karena pembagian antara fase bergerak air dan fase diam selulosa. Nilai $R_f = \text{jarak noda} / \text{jarak front pelarut}$.

Pembuangan dan pemulihan

Keringkan kertas; buang sedikit air berwarna sesuai aturan lokal.



Gambar 91. Ilustrasi orisinal kegiatan Kromatografi Spidol

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

92. Sidik Pigmen Daun

Tujuan	Memisahkan klorofil dan karotenoid dari daun.
Tingkat risiko	Sedang - alkohol mudah terbakar dan uap mengiritasi; demonstrasi terawasi

Bahan dan komposisi

1. Daun bayam 5 g
2. Alkohol isopropil 70% 20 mL
3. Kertas kromatografi

Alat

1. Mortar
2. Gelas bertutup
3. Pensil
4. Kacamata

Prosedur

1. Pendidik menumbuk daun dengan alkohol di area berventilasi dan menutup ekstrak.
2. Beri titik ekstrak berulang pada garis awal kertas.
3. Kembangkan dengan sedikit alkohol dalam gelas tertutup.
4. Angkat, tandai front, dan amati pita.

Hasil yang diharapkan

Muncul pita hijau kebiruan, hijau kekuningan, dan kuning-oranye.

Konsep atau rahasia kimia

Pigmen berbeda kepolaran dan interaksi dengan selulosa sehingga bergerak dengan laju berbeda.

Pembuangan dan pemulihan

Kumpulkan alkohol sebagai limbah mudah terbakar; tanpa nyala.



Gambar 92. Ilustrasi orisinal kegiatan Sidik Pigmen Daun

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

93. Filter Air Keruh Model

Tujuan	Menguji pemisahan fisik tanpa mengklaim air menjadi layak minum.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Air model: 500 mL air + 5 g tanah + potongan daun
2. Kerikil, pasir bersih, kapas, karbon aktif akuarium

Alat

1. Botol potong oleh pendidik
2. Empat gelas
3. Kertas kekeruhan
4. Sarung tangan

Prosedur

1. Pendidik menyiapkan kolom botol terbalik.
2. Susun kapas, karbon, pasir, dan kerikil dari bawah ke atas.
3. Tuang air model perlahan dan tampung filtrat.
4. Bandingkan kejernihan, bau, dan pH; beri label tegas 'tidak untuk diminum'.

Hasil yang diharapkan

Filtrat lebih jernih tetapi tetap bukan air minum.

Konsep atau rahasia kimia

Pori menyaring partikel; karbon mengadsorpsi sebagian molekul. Filtrasi sederhana tidak menjamin penghilangan mikroba atau zat terlarut.

Pembuangan dan pemulihan

Buang media kotor ke sampah dan air ke tanah/aturan lokal; sanitasi alat.



Gambar 93. Ilustrasi orisinal kegiatan Filter Air Keruh Model

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

94. Tim Penyelamat Tumpahan Minyak

Tujuan	Membandingkan adsorben dan metode pemulihan minyak.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Air 500 mL
2. Minyak goreng 20 mL
3. Bubuk kakao 0,2 g sebagai penanda
4. Kapas, serbuk gergaji, spons, sendok

Alat

1. Baki
2. Timbangan
3. Wadah limbah minyak
4. Sarung tangan

Prosedur

1. Buat lapisan minyak di atas air dan beri sedikit kakao.

2. Uji setiap adsorben pada area terpisah dengan massa sama.
3. Angkat dan timbang massa basah.
4. Hitung perbandingan minyak/air yang terambil secara kualitatif.

Hasil yang diharapkan

Sebagian bahan mengangkat minyak lebih banyak dan air lebih sedikit.

Konsep atau rahasia kimia

Minyak nonpolar tidak bercampur dengan air. Bahan berpori menyerap/menjerap cairan dengan selektivitas berbeda.

Pembuangan dan pemulihan

Masukkan seluruh minyak dan adsorben ke sampah tertutup; jangan ke saluran.



Gambar 94. Ilustrasi orisinal kegiatan Tim Penyelamat Tumpahan Minyak

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

95. Uji Kesadahan dengan Busa

Tujuan	Membandingkan pembentukan busa pada kadar ion Ca^{2+} berbeda.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Air suling 100 mL
2. Air keran 100 mL
3. Larutan CaCl_2 0,1% 100 mL
4. Larutan sabun 1%

Alat

1. Tiga botol identik
2. Pipet
3. Penggaris

Prosedur

1. Masukkan volume air sama ke botol.
2. Tambahkan 2 mL larutan sabun.
3. Kocok masing-masing 10 kali.
4. Ukur tinggi busa segera dan setelah 1 menit.

Hasil yang diharapkan

Air dengan Ca^{2+} tinggi menghasilkan busa lebih sedikit dan dapat membentuk kerak.

Konsep atau rahasia kimia

Ca^{2+} membentuk garam tak larut dengan sebagian surfaktan sabun sehingga jumlah yang tersedia untuk membentuk busa berkurang.

Pembuangan dan pemulihan

Encerkan dan buang dengan air; jangan gunakan deterjen pekat.



Gambar 95. Ilustrasi orisinal kegiatan Uji Kesadahan dengan Busa

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

96. Kacang Kemasan yang Menghilang

Tujuan	Membedakan bahan kemasan berbasis pati dari polistirena.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Packing peanut berbasis pati dan polistirena masing-masing 2
2. Air 200 mL

Alat

1. Dua gelas
2. Sendok

3. Label

Prosedur

1. Pastikan sampel berasal dari kemasan bersih.
2. Masukkan tiap jenis ke air terpisah.
3. Aduk 1 menit.
4. Amati perubahan dan uji sedikit campuran pati dengan larutan iodin hanya oleh pendidik bila tersedia.

Hasil yang diharapkan

Bahan pati melunak atau terdispersi, polistirena tetap utuh.

Konsep atau rahasia kimia

Pati memiliki banyak gugus hidroksil dan mudah terhidrasi/terdispersi; polistirena nonpolar tidak larut dalam air.

Pembuangan dan pemulihan

Buang polistirena ke sampah; campuran pati ke sampah/cair sesuai aturan lokal.



Gambar 96. Ilustrasi orisinal kegiatan Kacang Kemasan yang Menghilang

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

97. Sidik Jari Bubuk Kakao

Tujuan	Menampakkan residu minyak pada sidik jari model secara aman.
Tingkat risiko	Rendah-sedang - hindari inhalasi serbuk; bukan prosedur forensik nyata

Bahan dan komposisi

1. Bubuk kakao sangat halus 1 g
2. Kaca atau keramik mengilap
3. Selotip bening

Alat

1. Kuas sangat lembut
2. Kertas putih
3. Masker debu
4. Sarung tangan

Prosedur

1. Sentuhkan jari bersih pada kaca.
2. Pendidik mengambil sangat sedikit kakao dengan kuas dan mengusap ringan.
3. Singkirkan kelebihan tanpa meniup.
4. Angkat pola dengan selotip dan tempel pada kertas.

Hasil yang diharapkan

Pola garis papiler menjadi terlihat dan dapat dipindahkan.

Konsep atau rahasia kimia

Partikel menempel lebih kuat pada residu minyak dan kelembapan di tonjolan sidik jari daripada pada permukaan bersih.

Pembuangan dan pemulihan

Lap bubuk dengan tisu lembap; jangan menyebarkan debu.



Gambar 97. Ilustrasi orisinal kegiatan Sidik Jari Bubuk Kakao

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

98. Detektif Bubuk Misterius

Tujuan	Mengidentifikasi bahan putih aman melalui beberapa sifat, bukan satu uji.
Tingkat risiko	Sedang - iodine menodai dan tidak boleh tertelan

Bahan dan komposisi

1. Sampel berkode: garam, gula, soda kue, maizena masing-masing 2 g
2. Air
3. Cuka 5%
4. Larutan iodin sangat encer/povidone-iodine 1:10

Alat

1. Pelat tetes
2. Pipet terpisah
3. Kaca pembesar
4. Kacamata

Prosedur

1. Amati bentuk butir tanpa mencicipi.
2. Uji kelarutan sedikit sampel dalam air.
3. Tambahkan cuka pada bagian baru untuk mendeteksi bikarbonat.
4. Pendidik menambahkan iodin encer pada bagian baru untuk mendeteksi pati.
5. Susun pohon keputusan dan cocokkan kode.

Hasil yang diharapkan

Soda kue berbuih dengan cuka; maizena menggelap dengan iodin; garam dan gula dibedakan lewat bentuk/kelarutan tambahan.

Konsep atau rahasia kimia

Identifikasi memerlukan pola bukti: kelarutan, pembentukan CO_2 oleh bikarbonat, dan kompleks biru-gelap amilosa-iodin.

Pembuangan dan pemulihan

Reduksi sisa iodin dengan vitamin C, encerkan, dan buang; tidak ada sampel yang dicicipi.



Gambar 98. Ilustrasi orisinal kegiatan Detektif Bubuk Misterius

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

99. Pesan Soda Kue dan Anggur

Tujuan	Menampakkan pesan basa dengan pigmen antosianin.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Larutan soda kue 5% 10 mL
2. Jus anggur ungu 30 mL
3. Kertas putih

Alat

1. Kuas
2. Cawan
3. Baki

Prosedur

1. Tulis pada kertas dengan larutan soda kue dan keringkan.
2. Sapukan jus anggur tipis di seluruh kertas.
3. Amati warna pesan dibanding latar.
4. Uji setetes cuka pada sebagian huruf untuk melihat perubahan balik.

Hasil yang diharapkan

Tulisan muncul dengan warna berbeda dari latar ungu.

Konsep atau rahasia kimia

Antosianin jus anggur berubah warna pada daerah basa yang mengandung bikarbonat.

Pembuangan dan pemulihan

Keringkan kertas; cairan dapat dibuang. Jangan diminum.



Gambar 99. Ilustrasi orisinal kegiatan Pesan Soda Kue dan Anggur

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

100. Hujan Warna dari Krim

Tujuan	Memodelkan difusi dan ketidakstabilan lapisan cairan.
Tingkat risiko	Rendah - pendampingan orang dewasa

Bahan dan komposisi

1. Air 250 mL
2. Krim cukur 50 mL
3. Pewarna makanan 10 tetes dalam 10 mL air

Alat

1. Gelas tinggi
2. Pipet
3. Baki

Prosedur

1. Isi gelas tiga perempat dengan air.
2. Buat lapisan krim cukur di atas.
3. Teteskan larutan warna pada puncak krim.
4. Amati hingga warna menembus dan membentuk jejak ke bawah.

Hasil yang diharapkan

Pita warna turun seperti hujan di bawah awan putih.

Konsep atau rahasia kimia

Pewarna larut dalam fase air. Ketika cairan berwarna terkumpul cukup banyak, gravitasi dan perbedaan massa jenis membawanya melalui busa, lalu difusi menyebarkaninya.

Pembuangan dan pemulihan

Buang dengan banyak air dan bersihkan permukaan licin.



Gambar 100. Ilustrasi orisinal kegiatan Hujan Warna dari Krim

Pertanyaan pemantik: variabel apa yang paling menentukan hasil, kontrol apa yang diperlukan, dan bukti apa yang mendukung penjelasan partikel?

LATIHAN DAN PEMBAHASAN

Dua puluh soal berikut menguji keterkaitan bukti, konsep partikel, keselamatan, dan rancangan eksperimen. Jawaban diletakkan langsung setelah soal agar dapat dipakai untuk belajar mandiri.

Soal 1

Mengapa balon pada reaksi cuka-soda kue dapat berhenti membesar walaupun masih ada bubuk di dasar?

Pembahasan

Salah satu pereaksi sudah menjadi pembatas. Jika asam telah habis, HCO_3^- yang tersisa tidak memperoleh cukup H^+ untuk menghasilkan CO_2 tambahan.

Soal 2

Mengapa wadah kaku tidak boleh ditutup saat gas sedang terbentuk?

Pembahasan

Jumlah molekul gas dan tekanan dapat naik. Wadah kaku tidak memberi ruang pengembangan sehingga dapat pecah dan menjadi proyektil.

Soal 3

Apa fungsi sabun pada gunung busa?

Pembahasan

Sabun bukan pembentuk utama CO_2 ; surfaktan menstabilkan film cair sehingga gas terperangkap sebagai busa.

Soal 4

Mengapa indikator kol ungu tidak dapat dianggap sebagai pH meter presisi?

Pembahasan

Warna memberi rentang kualitatif dan dipengaruhi konsentrasi indikator, warna sampel, pencahayaan, serta matriks cairan.

Soal 5

Mengapa klip kertas tenggelam setelah sabun ditambahkan?

Pembahasan

Sabun menurunkan tegangan permukaan sehingga film air tidak lagi cukup menopang klip.

Soal 6

Apa beda adhesi dan kohesi dalam air berjalan?

Pembahasan

Adhesi adalah tarikan air-serat tissu; kohesi adalah tarikan antarmolekul air yang membantu kolom cairan tetap tersambung.

Soal 7

Mengapa telur lebih mudah terapung di air asin?

Pembahasan

Garam meningkatkan massa jenis air sehingga volume cairan yang dipindahkan memberikan gaya apung lebih besar.

Soal 8

Mengapa larutan gula harus dilapiskan perlahan?

Pembahasan

Penuangan cepat memicu pencampuran dan konveksi yang merusak gradien massa jenis.

Soal 9

Apa yang membuat slime elastis sekaligus dapat mengalir?

Pembahasan

Ikatan silang sementara menghubungkan rantai PVA, tetapi jaringan masih dapat mengatur ulang pada skala waktu tertentu; sifatnya viskoelastis.

Soal 10

Mengapa oobleck mengeras saat diberi gaya cepat?

Pembahasan

Partikel pati berdesakan dan membentuk struktur sementara pada laju geser tinggi sehingga hambatan alir meningkat.

Soal 11

Mengapa garam membuat hidrogel menyusut?

Pembahasan

Ion garam menyaring muatan polimer dan menurunkan perbedaan tekanan osmotik, sehingga air keluar dari jaringan.

Soal 12

Apa penggerak pertumbuhan tabung pada Taman Kimia?

Pembahasan

Membran endapan semipermeabel, osmosis, kenaikan tekanan internal, pecahnya membran, aliran larutan, dan pengendapan berulang.

Soal 13

Mengapa pendinginan cepat menghasilkan banyak kristal kecil?

Pembahasan

Supersaturasi meningkat cepat dan memicu banyak pusat nukleasi; zat terlarut terbagi ke banyak kristal.

Soal 14

Pada baterai lemon, apakah lemon merupakan sumber elektron utama?

Pembahasan

Tidak. Lemon terutama elektrolit; seng teroksidasi dan menjadi sumber elektron dalam konfigurasi tersebut.

Soal 15

Mengapa air garam mempercepat karat?

Pembahasan

Ion meningkatkan konduktivitas larutan, memperlancar pemisahan reaksi anodik dan katodik pada permukaan besi.

Soal 16

Mengapa jam iodin berubah mendadak?

Pembahasan

Selama vitamin C masih ada, iodin segera direduksi. Setelah vitamin C habis, iodin terakumulasi dan membentuk kompleks biru dengan pati.

Soal 17

Mengapa glow stick hangat lebih terang tetapi lebih cepat redup?

Pembahasan

Suhu tinggi mempercepat reaksi, menaikkan laju emisi cahaya sekaligus menghabiskan pereaksi lebih cepat.

Soal 18

Mengapa nanas segar mencegah gelatin mengeras sedangkan nanas kaleng tidak?

Pembahasan

Bromelain segar memotong protein gelatin; pemanasan dalam pengalengan menonaktifkan sebagian besar enzim.

Soal 19

Mengapa filtrat yang jernih belum tentu aman diminum?

Pembahasan

Filtrasi sederhana mungkin tidak menghilangkan mikroorganisme, ion terlarut, atau kontaminan kimia tak berwarna.

Soal 20

Mengapa satu uji tidak cukup untuk mengidentifikasi bubuk misterius?

Pembahasan

Beberapa zat dapat memberi hasil serupa pada satu sifat. Identifikasi yang lebih kuat memakai kombinasi bukti dan kontrol.

SOAL PENGEMBANGAN

1. Rancang pameran lima stasiun yang mewakili asam-basa, polimer, redoks, pemisahan, dan energi. Buat matriks RAMP untuk tiap stasiun.
2. Pilih satu permainan dan ubah menjadi eksperimen kuantitatif dengan variabel bebas, terikat, kontrol, ulangan, serta cara menyajikan ketidakpastian.
3. Bandingkan jejak limbah tiga aktivitas. Usulkan substitusi dan pengurangan skala tanpa menghilangkan tujuan belajar.
4. Buat rubrik penilaian yang memisahkan ketepatan prosedur, mutu data, penjelasan partikel, dan perilaku keselamatan.
5. Jelaskan bagaimana membedakan perubahan fisika, reaksi kimia, dan proses yang memuat keduanya dengan contoh dari buku.

GLOSARIUM

Istilah disusun A-Z. Huruf alfabet berikut diperlakukan sebagai penanda, bukan heading, agar tidak memenuhi daftar isi.

A

Adsorpsi - penumpukan molekul pada permukaan; Adhesi - tarikan antara dua bahan berbeda; Asam - donor proton atau spesies yang meningkatkan H_3O^+ dalam air.

B

Basa - penerima proton atau spesies yang meningkatkan OH^- ; Buih - kumpulan kantong gas yang dipisahkan film cair.

C

Campuran - gabungan fisik zat; Cambria Math - font matematika untuk notasi persamaan; Curah - sifat keseluruhan bahan dalam jumlah makroskopik.

D

Difusi - penyebaran bersih partikel akibat gerak acak; Daya apung - gaya ke atas dari fluida; Dispersi - penyebaran satu fase dalam fase lain.

E

Elektrolit - zat yang menghasilkan ion bergerak; Emulsi - dispersi dua cairan tak saling campur; Endapan - padatan yang terbentuk dari larutan.

F

Fase - bagian sistem dengan sifat seragam; Fermentasi - metabolisme yang menghasilkan energi tanpa oksigen sebagai penerima elektron akhir; Fluoresensi - emisi cahaya segera setelah penyerapan radiasi.

G

Gas - keadaan materi yang memenuhi wadah; Gel - jaringan padat yang menahan cairan; Gradien - perubahan besaran terhadap posisi.

H

Hidrasi - interaksi ion atau molekul dengan air; Hidrogel - jaringan polimer yang menyerap banyak air; Hidrometer - alat pembanding massa jenis cairan.

I

Ikatan silang - penghubung antar rantai polimer; Indikator - zat yang memberi sinyal kondisi kimia; Ion - atom atau gugus bermuatan.

J

Jenuh - keadaan larutan yang berada pada batas kelarutan; Jejari kapiler - ukuran saluran sempit yang memengaruhi kenaikan cairan.

K

Kapilaritas - gerak cairan dalam pori/saluran sempit; Katalis - zat yang mengubah laju tanpa habis secara netto; Kemiluminesensi - cahaya yang dihasilkan reaksi kimia.

L

Larutan - campuran homogen; Larutan lewat jenuh - larutan metastabil dengan zat terlarut melebihi kelarutan setimbang; Laju reaksi - perubahan konsentrasi per waktu.

M

Massa jenis - massa per volume; Membran semipermeabel - penghalang yang selektif; Misel - agregat molekul surfaktan.

N

Netralisasi - reaksi asam-basa; Non-Newton - fluida yang viskositasnya bergantung kondisi alir; Nukleasi - pembentukan inti awal fase baru.

O

Oksidasi - pelepasan elektron/kenaikan bilangan oksidasi; Osmosis - perpindahan pelarut melintasi penghalang selektif.

P

pH - ukuran logaritmik aktivitas ion hidrogen; Plastisiser - zat yang meningkatkan kelenturan polimer; Polimer - molekul besar dari satuan berulang.

Q

Q (kalor) - energi yang berpindah karena perbedaan suhu; Quenching - penurunan fluoresensi akibat proses nonradiasi atau konsentrasi tinggi.

R

RAMP - Recognize, Assess, Minimize, Prepare; Redoks - pasangan proses oksidasi dan reduksi; Reduksi - penerimaan elektron.

S

Stoikiometri - hubungan kuantitatif pereaksi dan produk; Sublimasi - perubahan padat langsung menjadi gas; Surfaktan - zat penurun tegangan antarmuka.

T

Tegangan permukaan - kecenderungan permukaan cairan meminimalkan luas; Titik isoelektrik - pH ketika muatan bersih protein mendekati nol; Tumbukan efektif - tumbukan yang menghasilkan reaksi.

U

Ultraviolet - radiasi elektromagnetik berenergi lebih tinggi daripada cahaya tampak; Unsur - zat dengan satu jenis atom.

V

Variabel kontrol - faktor yang dijaga tetap; Viskositas - hambatan fluida terhadap aliran; Viskoelastisitas - gabungan respons kental dan elastis.

W

Warna komplementer - pasangan warna yang memberi kontras; Whey - fase cair setelah protein susu menggumpal.

X

Xilem - jaringan pengangkut air pada tumbuhan; X-ray tidak digunakan dalam aktivitas buku ini karena memerlukan fasilitas dan kendali khusus.

Y

Yield/hasil - jumlah produk yang diperoleh; Young modulus - ukuran kekakuan elastis bahan, dibahas secara kualitatif pada gel.

Z

Zat terlarut - komponen yang terdispersi pada tingkat molekul/ion; Zona difusi - wilayah yang ditempati zat yang menyebar.

DAFTAR PUSTAKA DAN SUMBER LANJUT

4. American Chemical Society. Adventures in Chemistry: Hands-on Experiments. <https://www.acs.org/education/whatischemistry/adventures-in-chemistry/experiments.html>
5. American Chemical Society. Safety & Sustainability for Middle and High School Chemistry. <https://www.acs.org/education/policies/middle-and-high-school-chemistry/safety.html>
6. American Chemical Society. Guidelines for Chemical Laboratory Safety in Secondary Schools. <https://www.acs.org/content/dam/acsorg/about/governance/committees/chemicalsafety/publications/acs-secondary-safety-guidelines.pdf>
7. Exploratorium Teacher Institute. Science Snacks: low-cost, teacher-tested activities. <https://www.exploratorium.edu/snacks>
8. Science Buddies. Chemistry Science Projects. <https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/science-projects/chemistry>
9. U.S. Environmental Protection Agency. Household Hazardous Waste. <https://www.epa.gov/hw/household-hazardous-waste-hhw>
10. OpenStax. Chemistry 2e. <https://openstax.org/details/books/chemistry-2e>
11. IUPAC. Compendium of Chemical Terminology (Gold Book). <https://goldbook.iupac.org/>
12. National Institute for Occupational Safety and Health. Pocket Guide to Chemical Hazards. <https://www.cdc.gov/niosh/npg/>
13. Royal Society of Chemistry. Education resources and practical chemistry. <https://edu.rsc.org/resources/practical-chemistry>
14. Shakhashiri, B. Z. Chemical Demonstrations: A Handbook for Teachers of Chemistry. University of Wisconsin Press. <https://uwpress.wisc.edu/series/chemical-demonstrations/>
15. Chemistry LibreTexts. General Chemistry collections. https://chem.libretexts.org/Bookshelves/General_Chemistry
16. Beyond Benign. Green Chemistry Education Resources. <https://www.beyondbenign.org/education/>

Catatan: seluruh prosedur dalam buku ini ditulis ulang dan disesuaikan sebagai rancangan pendidikan mikroskala. Rujukan di atas digunakan untuk prinsip keselamatan, konsep dasar, serta inspirasi aktivitas; pendidik tetap wajib memeriksa SDS produk aktual dan aturan institusinya.

- 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
---------------------------	---	--	------------------------