



Chemipedia

LKPD • LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

Chemipedia

Kimia Itu Asyik!

39 lembar kerja inkuiri: satu untuk setiap bab, dengan bahan sederhana dan versi virtual.



dr. Rachmat Hidayat, M.Sc, PhD

Editor: Abdullah Hanif Hidayat

Didukung oleh Aurumgen Academy

Edisi 1 • 2026 • Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia

Tentang LKPD

Setiap LKPD mengikuti alur Pembelajaran Mendalam: memahami masalah, mengeksplorasi, mengumpulkan dan menganalisis data, menemukan pola, menyimpulkan, lalu merefleksi. Kegiatan dirancang untuk kelompok 3–4 orang dengan bahan murah yang mudah dicari. Bila bahan tidak tersedia, gunakan versi virtual (Grafik Hidup atau Lab Mini) di aurumgen.my.id/chemipedia.

Chemipedia • Kimia Itu Asyik! Edisi 1 (2026).

Penulis: **dr. Rachmat Hidayat, M.Sc, PhD**

Editor: **Abdullah Hanif Hidayat**

Didukung oleh Aurumgen Academy.

© 2026 dr. Rachmat Hidayat, M.Sc, PhD. Hak cipta dilindungi undang-undang. Dokumen ini boleh dicetak dan diperbanyak untuk keperluan pembelajaran nonkomersial dengan tetap mencantumkan sumber.

Semua soal dan LKPD adalah karya asli. Label "gaya IGCSE", "gaya IB", dan "gaya olimpiade" menunjukkan tingkat dan format, bukan salinan soal resmi. Disusun selaras dengan Capaian Pembelajaran 2025 (Keputusan Kepala BSKAP No. 046/H/KR/2025) dan pendekatan Pembelajaran Mendalam.

Versi interaktif dengan komik bergerak, Rumus Hidup, Grafik Hidup, Lab Mini, Adu Cepat, dan latihan berskor: aurumgen.my.id/chemipedia

Daftar isi

BAGIAN A • DUNIA KIMIA

1	Kimia Ada di Mana-mana	5
2	Materi, Wujud & Perubahannya	9
3	Campuran & Teknik Pemisahan	14
4	Pengukuran dalam Kimia	19

BAGIAN B • ATOM & TABEL PERIODIK

5	Perjalanan Model Atom	23
6	Partikel Atom, Isotop & Massa Atom	27
7	Konfigurasi Elektron & Bilangan Kuantum	31
8	Tabel Periodik & Sifat Keperiodikan	36
9	Kimia Unsur di Nusantara	42

BAGIAN C • IKATAN & WUJUD ZAT

10	Ikatan Ion	46
11	Ikatan Kovalen & Struktur Lewis	51
12	Bentuk Molekul: VSEPR & Hibridisasi	55
13	Gaya Antarmolekul & Ikatan Logam	60
14	Wujud Gas & Hukum-Hukum Gas	64

BAGIAN D • STOIKIOMETRI

15	Bahasa Kimia: Rumus & Tata Nama	68
16	Persamaan Reaksi & Hukum Dasar Kimia	72
17	Konsep Mol	76
18	Stoikiometri Reaksi	80

BAGIAN E • ENERGI, LAJU & KESETIMBANGAN

19	Termokimia	85
----	------------------	----

20	Entropi & Energi Bebas Gibbs	89
21	Laju Reaksi	93
22	Keseimbangan Kimia	98

BAGIAN F • LARUTAN & ASAM-BASA

23	Larutan & Konsentrasi	103
24	Sifat Koligatif Larutan	107
25	Sistem Koloid	111
26	Asam & Basa	115
27	Titrasi, Penyangga & Hidrolisis	120
28	Kelarutan & Hasil Kali Kelarutan	124

BAGIAN G • REDOKS & ELEKTROKIMIA

29	Reaksi Redoks	128
30	Sel Volta & Baterai	132
31	Elektrolisis & Korosi	137

BAGIAN H • KIMIA KARBON & KEHIDUPAN

32	Hidrokarbon & Minyak Bumi	142
33	Gugus Fungsi	146
34	Reaksi & Mekanisme Organik	150
35	Polimer & Material	155
36	Biokimia: Molekul Kehidupan	160

BAGIAN I • INTI, LINGKUNGAN & ANALISIS

37	Kimia Inti & Radioaktivitas	165
38	Kimia Lingkungan & Kimia Hijau	169
39	Detektif Molekul: Analisis & Spektroskopi	174

Detektif Gula: Siapa yang Paling Cepat Larut?

Bab 1 · Kimia Ada di Mana-mana

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMP kelas VII–IX atau SMA kelas X

2 × 40 menit

Model: Inkuiri terbimbing dengan pola POE (predict–observe–explain)

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat merumuskan pertanyaan penyelidikan dan hipotesis tentang faktor yang memengaruhi kecepatan gula larut.
- Peserta didik dapat mengidentifikasi variabel bebas, terikat, dan kontrol, lalu merancang percobaan yang adil.
- Peserta didik dapat mengumpulkan data berulang, menghitung rata-rata, dan menyajikannya dalam grafik.
- Peserta didik dapat menjelaskan hasil percobaan dengan gerak partikel air dan luas permukaan butir gula.

Cerita pemantik



Siang itu panas sekali. Laras membeli es teh manis di kantin, tetapi tegukan pertamanya hambar, sedangkan tegukan terakhirnya kemanisan. "Gulanya mengendap semua di dasar!" keluhnya. Bima menimpali, "Kalau teh panas di rumahku, gulanya langsung hilang." Kak Tirta tersenyum, "Nah, itu petunjuk untuk detektif. Faktor apa saja yang membuat gula cepat larut? Jangan menebak saja, ayo kita buktikan dengan percobaan yang adil!"

? Rumusan masalah

Faktor apa saja yang memengaruhi kecepatan gula larut dalam air, dan bagaimana merancang percobaan yang adil untuk mengujinya?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Bagian A: suhu air (± 10 °C, suhu kamar, ± 50 °C). Bagian B: ukuran butir gula (halus, pasir, batu)	Waktu sampai gula larut sempurna (detik)	Volume air 100 mL, massa gula 1 sendok teh peres (± 4 –5 g), ukuran gelas, cara mengaduk (1 putaran per detik), dan cara menentukan 'larut sempurna'

Alat dan bahan

- Gelas plastik bening 200 mL yang sama ukurannya, 6 buah
- Gula pasir ± 40 g, gula halus (tepung gula) ± 10 g, dan 2 bongkah kecil gula batu (± 5 g)
- Air dingin dari kulkas (± 10 °C), air suhu kamar, dan air hangat ± 50 °C dari termos
- Gelas takar atau gelas ukur 100 mL
- Termometer dapur

- Sendok teh dan sendok pengaduk, masing-masing 3 buah
- Stopwatch HP
- Timbangan dapur digital (bila ada) dan kain lap

Keselamatan

Air hangat cukup $\pm 50^{\circ}\text{C}$ (bukan air mendidih) dan dituang oleh guru atau orang dewasa; pegang gelas dari bagian bawah. Letakkan gelas di meja datar yang stabil, jauh dari tepi meja. Lap tumpahan segera agar lantai tidak licin dan tidak mengundang semut. Jangan mencicipi larutan selama praktikum karena alat dipakai bersama. Larutan gula dapat dibuang ke wastafel dengan air mengalir; cuci dan keringkan semua gelas.

Langkah kerja

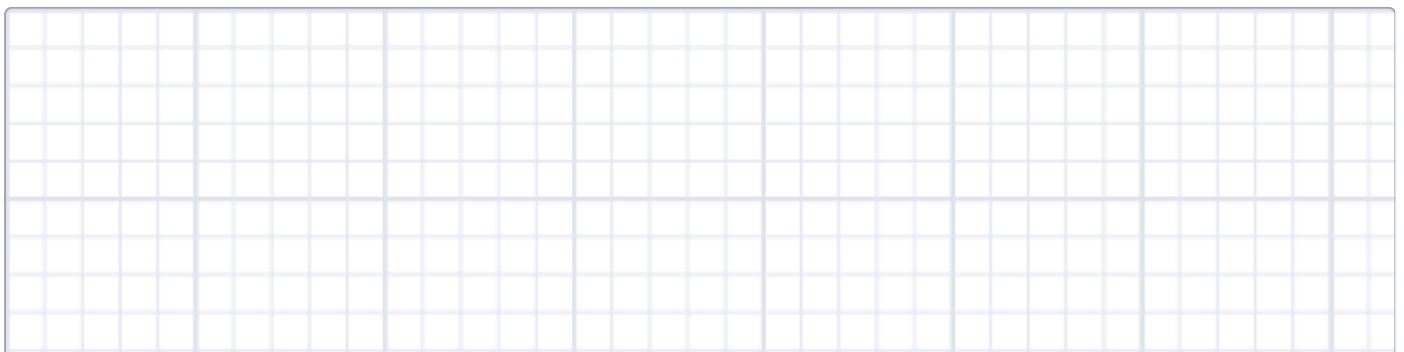
1. Tuliskan prediksi (hipotesis) kelompokmu untuk bagian A dan B, lengkap dengan alasannya.
2. Bagian A: siapkan 3 gelas berisi masing-masing 100 mL air dingin, air suhu kamar, dan air hangat. Ukur dan catat suhunya.
3. Masukkan 1 sendok teh peres gula pasir ke gelas pertama, mulai stopwatch, dan aduk 1 putaran per detik. Hentikan stopwatch ketika tidak ada butir gula yang terlihat saat gelas dilihat dengan latar belakang gelap.
4. Ulangi untuk dua gelas lainnya. Lakukan ulangan kedua dengan air baru, lalu hitung rata-ratanya.
5. Bagian B: dengan air suhu kamar 100 mL, bandingkan gula halus dan gula batu kecil dengan massa yang sama seperti gula pasir. Pakai cara mengaduk yang sama. Data gula pasir suhu kamar dari bagian A dipakai sebagai pembanding.
6. Catat semua data di tabel, lalu buat grafik waktu larut terhadap suhu air untuk bagian A.
7. Bandingkan hasilmu dengan Lab Mini Detektif Variabel di subbab 1.3.

Tabel waktu larut gula

Perlakuan	Suhu air ($^{\circ}\text{C}$)	Waktu ulangan 1 (s)	Waktu ulangan 2 (s)	Rata-rata (s)
A: air dingin (gula pasir)				
A: air suhu kamar (gula pasir)				
A: air hangat (gula pasir)				
B: gula halus (suhu kamar)				
B: gula batu kecil (suhu kamar)				

Grafik

Buat grafik garis waktu larut rata-rata (sumbu tegak, detik) terhadap suhu air (sumbu datar, $^{\circ}\text{C}$) untuk bagian A. Untuk bagian B, buat diagram batang yang membandingkan gula halus, gula pasir, dan gula batu.





Analisis

1. Pada bagian A, apa variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrolnya?

2. Bagaimana hubungan suhu air dengan waktu larut gula? Gunakan data dan grafikmu.

3. Jelaskan dengan gerak partikel air mengapa gula lebih cepat larut di air hangat.

4. Mengapa gula halus lebih cepat larut daripada gula batu, padahal massanya sama?

5. Mengapa setiap perlakuan diulang dan dihitung rata-ratanya?

6. Bima membandingkan gula halus dalam air hangat dengan gula batu dalam air dingin, lalu menyimpulkan: "Ukuran butir sangat berpengaruh." Apakah kesimpulannya sah? Jelaskan.

7. Penjual es teh ingin gulanya cepat larut tanpa membuat minumannya hangat. Sarankan caranya berdasarkan hasil percobaanmu.

✓ Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang pengaruh suhu air dan ukuran butir terhadap kecepatan gula larut. Sebutkan apakah hipotesismu didukung data, dan jelaskan alasannya dengan teori partikel.

💡 Refleksi

- Hal yang paling mengejutkan bagiku dalam percobaan ini adalah ...

- Sekarang aku paham bahwa percobaan disebut adil jika ...

- Aku ingin menyelidiki faktor lain, yaitu ...

💻 Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Detektif Variabel: uji gula yang adil** di subbab 1.3. Selesaikan ketiga misi (suhu, ukuran butir, pengadukan) dan perhatikan lensa partikelnya. Coba juga tombol 🎲 Rancangan acak lalu perbaiki rancangannya sampai pemeriksa menyatakan adil. Bandingkan dengan Grafik Hidup **Kurva kelarutan** untuk membedakan cepat larut dan banyak larut.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b1-3

Berburu Titik Beku: Kurva Pendinginan Air dan Air Garam

Bab 2 · Materi, Wujud & Perubahannya

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMP kelas VII–VIII dan SMA kelas X

2 × 40 menit

Model: POE (Predict–Observe–Explain) dalam inkuiri terbimbing

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat mengukur dan mencatat suhu zat yang didinginkan secara berkala.
- Peserta didik dapat menyusun kurva pendinginan dan menentukan titik beku air dari bagian datarnya.
- Peserta didik dapat membandingkan kurva pendinginan zat murni (air) dengan campuran (air garam).
- Peserta didik dapat menjelaskan bagian datar kurva dengan teori partikel dan kalor laten.

Cerita pemantik



Pedagang es puter keliling di kampung Laras selalu menaburkan garam kasar ke dalam ember es yang mengelilingi tabung adonannya. "Kenapa harus pakai garam, Pak?" tanya Bima. "Supaya esnya lebih dingin, Dik," jawab pedagang itu. Laras penasaran: kalau es dan garam bisa membuat suhu turun jauh di bawah 0°C , apakah air garam juga membeku pada 0°C seperti air biasa? Kak Tirta tersenyum, "Ayo kita buktikan dengan kurva pendinginan. Termometer tidak pernah berbohong!"

Rumusan masalah

Pada suhu berapa air dan air garam mulai membeku? Apakah suhu keduanya tetap selama membeku?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Jenis sampel (air minum atau air garam)	Suhu sampel setiap 2 menit dan suhu saat es mulai terbentuk (titik beku)	Volume sampel (15 mL), jenis dan ukuran tabung, campuran pendingin yang sama, selang waktu pencatatan 2 menit

Alat dan bahan

- Termometer dapur digital berujung tusuk (rentang minimal -20 sampai 100°C), 2 buah atau 1 buah dipakai bergantian
- 2 tabung reaksi atau botol kaca kecil bening (± 20 mL), diberi label A dan B
- 15 mL air minum kemasan (sampel A) dan 15 mL air garam (sampel B: 1 sendok teh garam ± 5 g dalam 150 mL air)
- Mangkuk plastik besar berisi ± 500 g es batu yang dihancurkan dan ± 150 g garam dapur kasar (campuran pendingin)

- Stopwatch HP, sendok, lap, sarung tangan kain, kertas berpetak, dan spidol

Keselamatan

Campuran es dan garam bisa mencapai -15 sampai -20 °C: jangan menggenggamnya dengan tangan kosong lebih dari beberapa detik, dan pakai sarung tangan kain atau lap saat memegang tabung. Bila memakai tabung kaca, letakkan dengan hati-hati dan jangan menekan termometer ke dasar tabung. Jangan mencicipi air garam maupun es karena alat dipakai bersama. Tumpahan air garam segera dilap agar lantai tidak licin. Sisa air garam dibuang ke wastafel sambil dialiri air; jangan disiramkan ke tanaman karena garam merusak tanaman.

Langkah kerja

1. Tulis prediksimu: pada suhu berapa air dan air garam akan membeku? Apakah suhunya terus turun selama membeku?
2. Siapkan campuran pendingin: masukkan es hancur ke mangkuk, taburkan garam berlapis-lapis, lalu aduk sebentar. Ukur suhunya (biasanya -15 sampai -20 °C).
3. Isi tabung A dengan 15 mL air minum dan tabung B dengan 15 mL air garam. Masukkan termometer ke tengah cairan; ujungnya tidak boleh menyentuh dinding atau dasar tabung.
4. Catat suhu awal kedua tabung (menit ke-0), lalu benamkan kedua tabung ke dalam campuran pendingin sampai permukaan cairan berada di bawah permukaan es.
5. Catat suhu setiap 2 menit selama 24 menit. Aduk cairan perlahan dengan ujung termometer setiap kali mencatat supaya suhunya merata. Tambahkan es dan garam bila campuran pendingin mulai mencair.
6. Amati dan catat menit ketika kristal es pertama kali terlihat di setiap tabung, dan kapan tabung A membeku seluruhnya.
7. Buat grafik suhu (sumbu tegak) terhadap waktu (sumbu datar) untuk kedua sampel pada kertas berpetak yang sama.

 Suhu sampel selama pendinginan

Waktu (menit)	Suhu air minum, A (°C)	Suhu air garam, B (°C)	Pengamatan
0			
2			
4			
6			
8			
10			
12			
14			
16			
18			
20			
22			
24			

 Grafik

Gambar dua kurva (suhu terhadap waktu) dengan warna berbeda pada satu kertas berpetak. Tandai bagian yang datar atau landai dan tuliskan suhunya.



1. Pada menit ke berapa kristal es mulai terbentuk di setiap tabung, dan berapa suhunya saat itu?

2. Bagian mana pada kurva air minum yang datar? Pada suhu berapa? Apa nama suhu itu?

3. Mengapa suhu air tidak turun selama air membeku, padahal tabung terus berada di dalam campuran pendingin yang jauh lebih dingin? Jelaskan dengan teori partikel.

4. Bandingkan kurva air garam dengan kurva air minum. Apa dua perbedaan utamanya?

5. Air minum kemasan sebenarnya mengandung sedikit mineral. Mengapa hasilnya tetap mendekati 0 °C? Bila kurvamu sempat turun sedikit di bawah 0 °C lalu naik lagi ke 0 °C, apa yang terjadi?

6. Jelaskan mengapa pedagang es puter menaburkan garam ke es di sekeliling tabung adonan.

7. Kurva pendinginan dapat dipakai untuk menguji kemurnian zat. Jelaskan caranya berdasarkan hasil percobaanmu.

✓ Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang titik beku air, bentuk kurva pendinginan zat murni dibandingkan campuran, dan alasan suhu tetap selama zat murni membeku.

💡 Refleksi

- Bagian percobaan yang paling membuatku penasaran adalah ...

- Sekarang aku bisa menjelaskan mengapa suhu tetap saat zat membeku, yaitu ...

- Aku ingin mencoba kurva pendinginan untuk zat lain, misalnya ...

💻 Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan **Grafik Hidup** "Kurva pemanasan 100 g es" di subbab 2.2: tekan ► dan amati dua dataran. Kurva pendinginan adalah kebalikannya (dibaca dari kanan ke kiri). Lalu buka Lab Mini **Kotak Partikel** di subbab 2.1: pilih air, turunkan suhu dari 20 °C ke -20 °C, nyalakan "Tampilkan gaya tarik", dan amati partikel yang menyusun diri menjadi kisi saat membeku. Untuk diskusi zat murni dan campuran, mainkan juga **Pemilah Materi** di subbab 2.4.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b2-2

Detektif Pewarna Jajanan: Kromatografi Kertas dan Nilai Rf

Bab 3 · Campuran & Teknik Pemisahan

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMP kelas VII–IX dan SMA kelas X

2 × 40 menit

Model: Inkuiri terbimbing dengan POE (predict–observe–explain)

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat melakukan kromatografi kertas untuk memisahkan komponen pewarna makanan.
- Peserta didik dapat mengukur jarak noda dan pelarut, lalu menghitung nilai Rf.
- Peserta didik dapat membedakan pewarna murni dan pewarna campuran berdasarkan jumlah noda.
- Peserta didik dapat mengidentifikasi pewarna dalam sampel dengan membandingkan Rf dan warnanya dengan pewarna standar.

Cerita pemantik



Laras membeli kerupuk berwarna merah muda yang sangat mencolok di dekat sekolah. Bima langsung berkomentar, "Warnanya cantik, pasti enak!" Laras mengernyit: "Aku pernah baca berita BPOM menemukan pewarna tekstil di kerupuk. Bagaimana cara tahu pewarna apa yang dipakai?" Kak Tirta mengeluarkan kertas saring kopi dan segelas air garam. "Hari ini kita jadi detektif pewarna. Setiap pewarna punya 'sidik jari' bernama Rf. Kita latihan dulu dengan pewarna makanan yang aman." Kimo menambahkan, "Dan ingat: detektif tidak pernah mencicipi barang bukti!"

? Rumusan masalah

Apakah pewarna makanan merupakan zat murni atau campuran, dan bagaimana nilai Rf dapat dipakai untuk mengenali pewarna dalam permen dan minuman berwarna?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Jenis pewarna atau sampel yang ditotolkan	Jumlah noda, jarak noda, dan nilai Rf	Jenis kertas, jenis dan tinggi pelarut, jarak garis start, ukuran totolan, suhu ruang, dan lama pengembangan

Alat dan bahan

- Kertas saring kopi atau kertas saring laboratorium, dipotong 10 cm × 12 cm (2 lembar per kelompok)
- Pewarna makanan cair merah, kuning, biru, dan hijau (masing-masing beberapa tetes di tutup botol bersih)

- Sampel: 2–3 butir permen cokelat berlapis warna-warni dan 1 sendok minuman serbuk berwarna yang dilarutkan dalam sedikit air
- Larutan garam 1%: 1 g garam dapur dalam 100 mL air
- Gelas plastik bening tinggi atau toples kaca kecil (1 buah) dan plastik penutup
- Pensil, penggaris berskala milimeter, tusuk gigi atau lidi untuk menotol (1 per pewarna)
- Penjepit kertas atau sedotan untuk menggantung kertas, tisu, stopwatch HP

Keselamatan

Semua bahan adalah bahan pangan, tetapi jangan mencicipi apa pun selama praktikum karena alat dipakai bersama. Pewarna makanan dapat menodai pakaian dan kulit; pakai celemek atau kaus lama dan bersihkan tumpahan segera. Jangan memakai sampel jajanan yang dicurigai mengandung pewarna terlarang (misalnya Rhodamin B); pengujian semacam itu dilakukan di laboratorium resmi dengan sarung tangan. Bila memakai alkohol sebagai pelarut tambahan, jauhkan dari api dan lakukan di ruangan berventilasi. Buang sisa larutan ke wastafel dengan banyak air, buang kertas ke tempat sampah, dan cuci tangan setelah selesai.

Langkah kerja

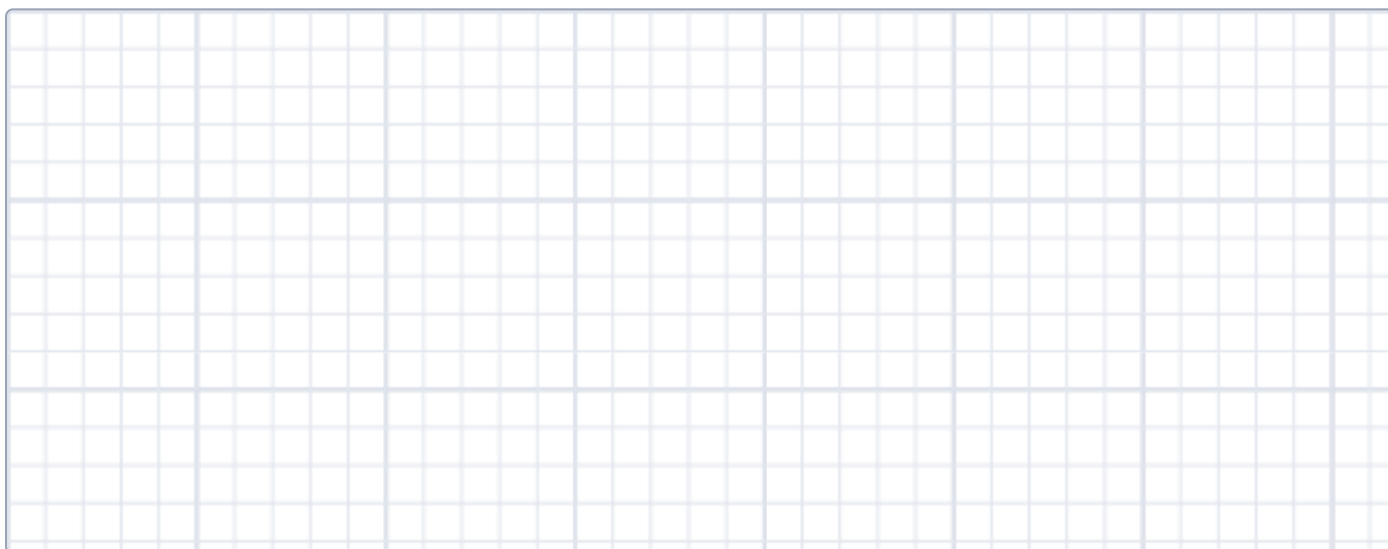
1. Tulis prediksimu: pewarna mana yang menurutmu murni dan mana yang campuran? Pewarna mana yang akan bergerak paling jauh?
2. Tarik garis start dengan pensil 1,5 cm dari tepi bawah kertas. Beri tanda titik setiap 1,5 cm di sepanjang garis dan tulis kodenya dengan pensil di bawah garis (M, K, B, H, P, D).
3. Siapkan sampel: celupkan permen ke 3 tetes air di tutup botol sampai lapisan warnanya larut; larutkan sedikit minuman serbuk dalam air.
4. Dengan tusuk gigi yang berbeda, totolkan setiap pewarna dan sampel di titiknya. Buat noda kecil (diameter ± 3 mm); biarkan kering lalu ulangi 2–3 kali agar pekat.
5. Tuang larutan garam 1% ke gelas setinggi ± 1 cm (harus di bawah garis start). Gulung kertas menjadi silinder (tepinya tidak saling menempel) atau gantung dengan penjepit, lalu masukkan ke gelas tanpa menyentuh dinding.
6. Tutup gelas dengan plastik dan jangan digoyang. Amati selama 10–15 menit.
7. Angkat kertas ketika pelarut ± 1 cm dari tepi atas. Segera tandai garis depan pelarut dengan pensil, lalu keringkan.
8. Ukur jarak dari garis start ke titik tengah setiap noda dan ke garis depan pelarut. Hitung Rf dan isi tabel.

Tabel pengamatan kromatografi pewarna

Pewarna / sampel	Warna noda yang muncul	Jarak noda (cm)	Jarak pelarut (cm)	Rf	Cocok dengan standar
Pewarna merah (M)					
Pewarna kuning (K)					
Pewarna biru (B)					
Pewarna hijau (H)					
Permen oranye (P)					
Minuman merah (D)					

Grafik

Gambar sketsa kromatogram kelompokmu (berwarna) dan buat diagram batang nilai Rf setiap noda.



Analisis

1. Mengapa garis start harus ditarik dengan pensil, dan mengapa permukaan larutan garam harus berada di bawah garis start?

2. Pewarna mana yang merupakan zat murni dan mana yang campuran? Apa buktinya?

3. Noda mana yang memiliki R_f terbesar? Jelaskan pada tingkat partikel mengapa noda itu bergerak paling jauh.

4. Pewarna apa saja yang terdapat dalam permen oranye dan minuman merah? Jelaskan cara kamu menyimpulkannya.

5. R_f permen dalam data kelompokmu 0,53, sedangkan R_f standar merah 0,51. Apakah keduanya zat yang sama? Sebutkan sumber galat yang mungkin.

6. Mengapa wadah harus ditutup dan kertas diangkat sebelum pelarut mencapai tepi atas?

7. Bagaimana petugas BPOM dapat memakai prinsip yang sama untuk mendeteksi Rhodamin B pada kerupuk atau saus?

Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang (1) pewarna yang murni dan yang merupakan campuran, (2) arti nilai R_f , dan (3) cara memakai R_f untuk mengenali pewarna dalam sampel, berdasarkan data kelompokmu.

Refleksi

- Hal yang paling mengejutkan bagiku dalam praktikum ini adalah ...

- Sekarang, saat melihat jajanan berwarna mencolok, aku akan ...

- Bagian yang masih membuatku penasaran adalah ...

Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Detektif Pewarna: Kromatografi Kertas** di subbab 3.5: pilih setiap sampel, jalankan dengan pelarut air garam 1% dan alkohol 50%, ketuk setiap noda untuk mengukur Rf, lalu cocokkan dengan lajur standar. Coba juga kesalahan "pulpen" dan "pelarut terlalu tinggi". Hitung ulang Rf dengan Rumus Hidup **Nilai Rf** dan latih kecepatanmu di Adu Cepat **Hitung Rf secepat kilat**.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b3-5

Chemipedia • LKPD Bab 3 • © 2026 dr. Rachmat Hidayat, M.Sc, PhD • Editor: Abdullah Hanif Hidayat • Boleh diperbanyak untuk pembelajaran nonkomersial.

Detektif Massa Jenis: Mengukur Benda Tak Beraturan

Bab 4 · Pengukuran dalam Kimia

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMA kelas X (dapat disederhanakan untuk SMP kelas VII)

2 × 40 menit

Model: Inkuiri terbimbing dengan POE (predict–observe–explain)

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat menentukan volume benda tak beraturan dengan metode pemindahan air.
- Peserta didik dapat menghitung massa jenis dan menuliskannya dengan angka penting yang benar.
- Peserta didik dapat menghitung persentase ketidakpastian hasil dan menunjukkan sumber ketidakpastian terbesar.
- Peserta didik dapat menjelaskan peristiwa mengapung dan tenggelam dengan konsep massa jenis dan gagasan partikel.

Cerita pemantik



Bima menemukan sebutir batu mengilap di halaman sekolah dan yakin itu "batu emas". Laras menggeleng: "Buktikan dulu! Emas punya massa jenis $19,3 \text{ g/cm}^3$." Masalahnya, bentuk batu itu tidak beraturan, jadi volumenya tidak bisa dihitung dengan penggaris. Kak Tirta tersenyum dan mengambil gelas ukur: "Biarkan air yang mengukurnya. Archimedes sudah melakukannya lebih dari 2.000 tahun yang lalu." Kimo menambahkan, "Jangan lupa angka pentingnya, ya!"

? Rumusan masalah

Bagaimana menentukan massa jenis benda yang bentuknya tidak beraturan, dan seberapa besar ketidakpastian hasilnya? Mengapa benda yang volumenya kecil memberi ketidakpastian yang lebih besar?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Jenis benda (kelereng, kerikil, mur baja, kentang)	Massa jenis benda dan persentase ketidakpastiannya	Gelas ukur yang sama, volume air awal $\pm 50 \text{ mL}$, suhu air, cara membaca meniskus (mata sejajar, dasar meniskus)

Alat dan bahan

- Gelas ukur 100 mL berskala 1 mL (kaca atau plastik), 1 buah; bila ada, gelas ukur 10 mL atau 25 mL untuk benda kecil
- Timbangan digital dengan ketelitian 0,1 g (timbangan dapur atau timbangan perhiasan)
- Air keran $\pm 500 \text{ mL}$ dan pipet tetes atau sedotan untuk menepatkan volume

- Benda uji: 10 kelereng kaca, ± 5 butir kerikil bersih, 5 mur baja, sepotong kentang tanpa kulit berbentuk batang ($\pm 1,5 \text{ cm} \times 1,5 \text{ cm} \times 11 \text{ cm}$)
- Benang tipis $\pm 20 \text{ cm}$, nampan, lap atau tisu
- Kalkulator dan lembar kerja

⚠ Keselamatan

Letakkan gelas ukur di atas nampan pada meja yang datar dan masukkan benda perlahan-lahan dengan bantuan benang, jangan dijatuhkan, karena gelas ukur kaca mudah pecah. Kelereng dan mur jangan dimasukkan ke mulut (bahaya tersedak), terutama bila ada adik kecil di dekatmu. Segera lap air yang tumpah agar lantai tidak licin. Kentang hanya untuk percobaan, jangan dimakan mentah. Cuci tangan setelah selesai; air bekas boleh dibuang ke wastafel.

📋 Langkah kerja

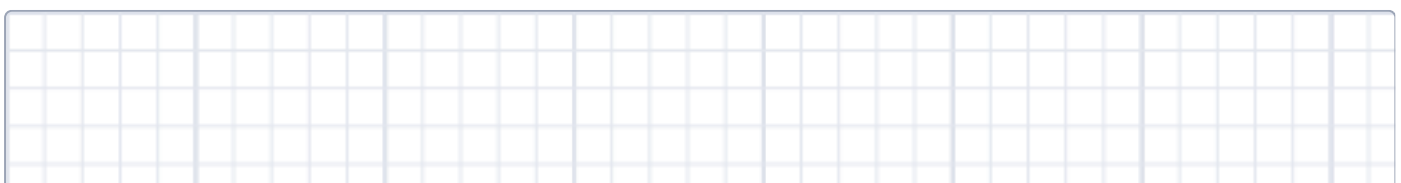
1. Tulis dugaanmu: urutkan keempat benda dari massa jenis terkecil sampai terbesar. Adakah yang akan mengapung?
2. Nyalakan timbangan, letakkan wadah kosong, lalu tekan tara (nol). Timbang setiap kelompok benda sekaligus (10 kelereng, semua kerikil, 5 mur, potongan kentang) dan catat massanya dengan satu desimal.
3. Isi gelas ukur dengan air sampai $\pm 50 \text{ mL}$. Letakkan di meja datar, sejajarkan mata dengan dasar meniskus, dan catat volume awal sampai $0,5 \text{ mL}$ terdekat (misalnya $50,0 \text{ mL}$).
4. Masukkan benda perlahan dengan bantuan benang sampai tenggelam seluruhnya. Ketuk dinding gelas pelan-pelan agar tidak ada gelembung udara yang menempel.
5. Baca volume akhir dengan cara yang sama. Hitung volume benda = volume akhir – volume awal.
6. Hitung massa jenis $\rho = m/V$ dan tuliskan dengan angka penting yang benar.
7. Hitung ketidakpastian: massa $\pm 0,1 \text{ g}$; setiap bacaan volume $\pm 0,5 \text{ mL}$ sehingga volume benda $\pm 1,0 \text{ mL}$.
Persentase ketidakpastian $\rho = \% \text{ massa} + \% \text{ volume}$.
8. Ulangi pengukuran volume kerikil dua kali lagi untuk melihat ketelitian (presisi) hasilmu.

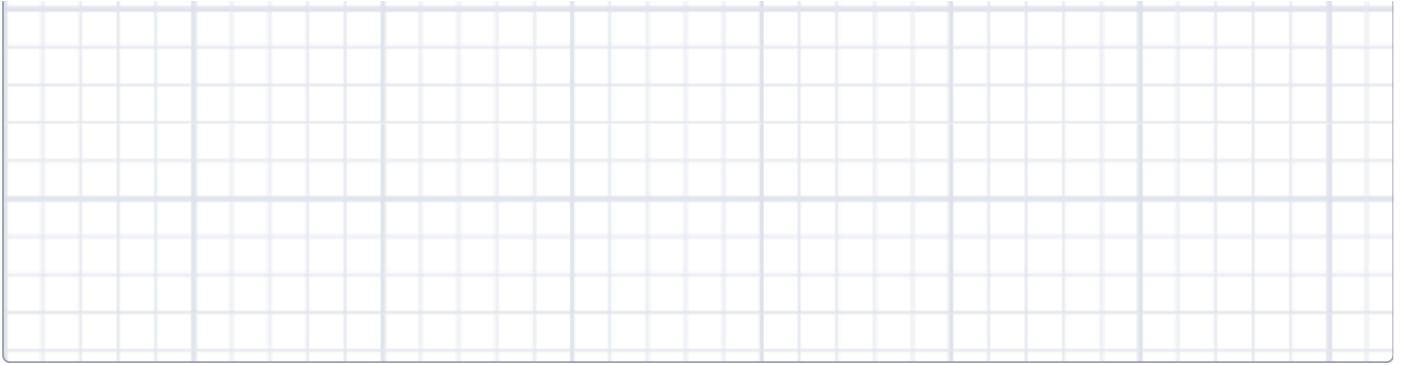
📄 Data massa jenis benda tak beraturan

Benda	Massa m (g)	V air awal (mL)	V air akhir (mL)	V benda (mL)	ρ (g/mL)	Ketidakpastian ρ (%)
10 kelereng kaca						
Kerikil (± 5 butir)						
5 mur baja						
Potongan kentang						

📊 Grafik

Buat grafik massa (sumbu tegak) terhadap volume (sumbu datar) untuk keempat benda. Tarik garis dari titik (0, 0) ke setiap titik data. Garis yang paling curam milik benda dengan massa jenis terbesar.





Analisis

1. Urutkan benda dari massa jenis terkecil sampai terbesar. Apakah sesuai dengan dugaanmu? Adakah yang mengapung?

2. Mengapa volume benda dapat diukur dari kenaikan permukaan air? Jelaskan dengan gagasan partikel.

3. Benda mana yang persentase ketidakpastiannya paling besar? Mengapa?

4. Sarankan dua cara untuk mengurangi ketidakpastian pengukuran volume mur baja.

5. Bandingkan massa jenis mur dengan nilai buku baja ($\pm 7,87 \text{ g/cm}^3$). Hitung galat relatifnya. Apakah perbedaan itu masih di dalam ketidakpastianmu?

6. Kentang tenggelam di air tawar, tetapi bisa mengapung di air garam pekat. Jelaskan dengan konsep massa jenis.

7. Batu Bima bermassa 13,0 g dan menaikkan air dari 50,0 mL menjadi 55,0 mL. Apakah batu itu emas? Sertakan ketidakpastiannya.

✓ Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang cara menentukan massa jenis benda tak beraturan, besar ketidakpastian setiap hasil, dan faktor yang paling memengaruhi ketepatan dan ketelitian hasilmu.

Refleksi

- Bagian pengukuran yang paling menantang bagiku adalah ...
- Sekarang aku sadar bahwa sebuah angka hasil pengukuran ...
- Cara ini bisa kupakai dalam kehidupan sehari-hari untuk ...

Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Berlatih membaca gelas ukur tanpa galat paralaks dengan Lab Mini **Detektif Meniskus** dan membedakan ketelitian dan ketepatan dengan Lab Mini **Papan Panah** (keduanya di subbab 4.5). Lalu buka subbab 4.6: masukkan data kelompokmu ke Rumus Hidup **Massa jenis**, dan seret titik "sampel misterius" pada Grafik Hidup **Garis massa-volume** untuk melihat garis zat yang paling dekat dengan bendamu.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b4-6

Spektroskop CD: Membaca Sidik Jari Cahaya

Bab 5 • Perjalanan Model Atom

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMA kelas X (juga bisa untuk SMP kelas IX)

2 × 45 menit

Model: POE (Predict–Observe–Explain) dipadukan inkuiri terbimbing

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat merakit spektroskop sederhana dari CD bekas dan kotak kardus.
- Peserta didik dapat membedakan spektrum kontinu dan spektrum garis dari beberapa sumber cahaya.
- Peserta didik dapat menjelaskan asal spektrum garis dengan model atom Bohr (perpindahan elektron antartingkat energi).
- Peserta didik dapat menghitung energi foton dari panjang gelombang garis spektrum.

Cerita pemantik



Malam itu Bima pulang lewat jalan yang diterangi lampu jalan kuning-jingga. "Aneh, jaket merahku kok kelihatan coklat gelap?" tanyanya. Laras membuka catatannya: "Mungkin cahaya lampu itu tidak punya warna merah sama sekali." Keesokan harinya Kak Tirta membawa setumpuk CD bekas. "Ayo kita buat alat pembaca sidik jari cahaya!" Kimo menambahkan, "Astronom di Observatorium Bosscha memakai cara serupa untuk mengetahui isi bintang, lho!"

Rumusan masalah

Apakah semua sumber cahaya yang tampak "putih" atau "kuning" memiliki spektrum yang sama? Bagaimana pola spektrum dapat dipakai untuk mengenali sumber cahaya dan unsur penyusunnya?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Jenis sumber cahaya	Pola spektrum (kontinu atau garis), urutan warna, dan warna paling terang	Spektroskop yang sama, lebar celah, jarak spektroskop ke sumber cahaya (± 1 m), dan ruang yang diredupkan

Alat dan bahan

- 1 keping CD atau DVD bekas (dipotong guru/orang dewasa menjadi $\pm 3 \times 3$ cm)
- 1 kotak kardus kecil (bekas pasta gigi atau teh celup) per kelompok
- Gunting, selotip hitam, dan 2 potong kertas karton hitam $\pm 3 \times 5$ cm
- Sumber cahaya: senter LED HP, lampu neon hemat energi (CFL/TL) di kelas, layar HP yang menampilkan warna kuning penuh, lilin (opsional, diawasi guru)
- Pensil warna (merah, jingga, kuning, hijau, biru, ungu) dan penggaris

- HP berkamera untuk memotret spektrum (opsional)

Keselamatan

JANGAN PERNAH mengarahkan spektroskop atau mata langsung ke Matahari: cahayanya dapat merusak retina secara permanen. Untuk cahaya siang, arahkan spektroskop ke langit biru yang jauh dari Matahari atau ke kertas putih yang disinari. Pemotongan CD dilakukan guru dengan gunting; tutup tepi potongan yang tajam dengan selotip. Jangan membuka, mengetuk, atau memecahkan lampu neon/CFL karena berisi sedikit uap raksa; bila ada yang pecah, buka jendela, tinggalkan ruangan ± 15 menit, dan biarkan guru membersihkannya dengan sarung tangan dan karton (bukan disapu kering). Kabel dan stopkontak hanya ditangani guru. Lilin dinyalakan di atas piring tahan panas, jauh dari kertas dan rambut, dan dimatikan setelah dipakai.

Langkah kerja

1. Tulis prediksimu di tabel: apakah setiap sumber cahaya akan memberi spektrum kontinu (pelangi utuh) atau spektrum garis?
2. Di satu ujung kotak, buat jendela $\pm 2 \times 3$ cm, lalu tempelkan dua potong karton hitam sehingga tersisa celah tegak selebar ± 1 mm.
3. Di ujung seberang, tempelkan potongan CD di dalam kotak dengan sisi mengilap menghadap celah, dimiringkan $\pm 45^\circ$. Buat lubang intip ± 1 cm di sisi atas kotak tepat di atas CD.
4. Redupkan ruangan. Arahkan celah ke senter LED HP dari jarak ± 1 m, intip lewat lubang, dan putar kotak perlahan sampai pita warna paling jelas.
5. Gambar spektrum yang terlihat dengan pensil warna di atas skala 400–700 nm (merah di sisi 700, ungu di sisi 400). Tandai garis atau pita yang paling terang.
6. Ulangi untuk lampu neon/CFL, layar HP berwarna kuning penuh, langit biru siang hari (bukan Matahari), dan nyala lilin (bila diizinkan guru).
7. Bandingkan gambar spektrum antarkelompok, lalu jawab pertanyaan analisis.

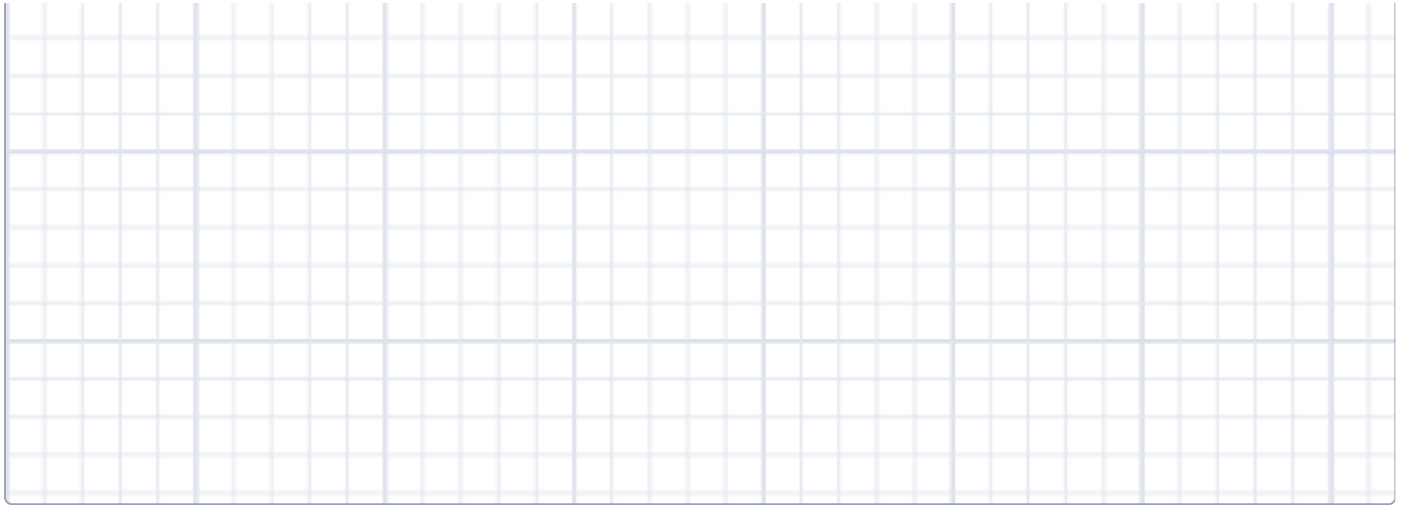
Tabel pengamatan spektrum berbagai sumber cahaya

Sumber cahaya	Prediksi (kontinu/garis)	Pola teramati	Urutan warna/garis yang tampak	Warna paling terang
Langit biru siang hari (bukan Matahari langsung)				
Senter LED HP				
Lampu neon hemat energi (CFL/TL)				
Layar HP berwarna kuning penuh				
Nyala lilin (bila ada)				

Grafik

Gambarlah spektrum setiap sumber cahaya sebagai pita berwarna yang disusun bertumpuk di atas satu skala 400–700 nm, lalu tandai posisi garis terang dengan anak panah.





Analisis

1. Sumber cahaya mana yang memberi spektrum kontinu dan mana yang memberi spektrum garis (atau pita terpisah)? Apakah prediksimu tepat?

2. Lampu neon/CFL memberi beberapa garis terang terpisah. Jelaskan asal garis-garis itu dengan model atom Bohr.

3. Garis hijau paling terang pada lampu neon berasal dari atom raksa dengan $\lambda \approx 546$ nm. Hitung energi fotonnya dalam eV ($hc = 1240$ eV·nm).

4. Layar HP yang tampak kuning ternyata hanya menampilkan pita merah dan hijau. Mengapa mata kita melihatnya kuning? Apa bedanya dengan kuning lampu natrium?

5. Mengapa setiap unsur memiliki pola garis yang berbeda, seperti sidik jari?

6. Jelaskan mengapa jaket merah Bima tampak coklat gelap di bawah lampu jalan natrium.

7. Sebutkan dua sumber galat dalam pengamatanmu dan cara memperbaikinya.

✓ Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang perbedaan spektrum kontinu dan spektrum garis, serta hubungan antara garis spektrum dan tingkat energi elektron, berdasarkan data kelompokmu.

💡 Refleksi

- Hal yang paling mengejutkan bagiku hari ini adalah ...
- Sekarang, saat melihat lampu atau kembang api, aku membayangkan ...
- Aku masih penasaran tentang ...

💻 Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Atom Bohr Hidrogen: Lompat dan Bersinar!** dan **Uji Nyala: Warna Rahasia Logam** di subbab 5.4 untuk melihat bagaimana setiap lompatan elektron menghasilkan satu garis berwarna. Cocokkan perhitunganmu dengan Rumus Hidup **Panjang gelombang foton dari selisih energi** dan Grafik Hidup **Tangga energi hidrogen**.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b5-4

Atom Kacang: Menimbang Unsur Kacangium

Bab 6 · Partikel Atom, Isotop & Massa Atom

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMA kelas X (bisa juga untuk SMP kelas IX)

2 × 40 menit

Model: Inkuiri terbimbing dengan model analogi (POE: prediksi-amati-jelaskan)

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat menghitung kelimpahan (persen jumlah) setiap "isotop" dalam sampel campuran.
- Peserta didik dapat menghitung massa rata-rata berbobot ("Ar") dari data massa dan kelimpahan.
- Peserta didik dapat membuktikan bahwa rata-rata berbobot sama dengan massa total dibagi jumlah butir.
- Peserta didik dapat menjelaskan mengapa Ar unsur seperti klorin tidak bulat dan lebih dekat ke isotop yang paling melimpah.

Cerita pemantik



Bima memandangi tabel periodik. "Kak, kenapa Ar klorin 35,45? Atom kan tidak bisa dipotong." Kak Tirta tersenyum dan menuang segenggam kacang campur ke meja. "Anggap ini unsur baru, namanya Kacangium. Ada tiga 'isotop': hijau, kedelai, dan merah. Kalau kita ingin tahu massa rata-rata satu butir Kacangium, bagaimana caranya?" Laras langsung membuka buku catatannya. "Kita hitung, kita timbang, lalu kita buktikan!" Kimo menambahkan, "Itulah yang dilakukan spektrometer massa, hanya saja ia menghitung triliunan atom."

? Rumusan masalah

Bagaimana cara menghitung massa rata-rata satu butir "Kacangium" dari campuran tiga jenis kacang, dan mengapa hasilnya lebih dekat ke jenis kacang yang paling banyak?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Komposisi (kelimpahan) setiap jenis kacang dalam sampel	Massa rata-rata satu butir Kacangium ("Ar")	Jenis kacang, timbangan yang sama, dan cara menimbang (selalu memakai tara)

Alat dan bahan

- Timbangan digital dapur atau timbangan perhiasan (ketelitian 0,1 g lebih baik)
- Kacang hijau ± 10 g ("Kacangium-hijau")
- Kedelai ± 10 g ("Kacangium-kedelai")
- Kacang merah ± 20 g ("Kacangium-merah")
- Satu kantong plastik bening berisi campuran ketiganya (± 200 butir), disiapkan guru
- 4 mangkuk atau gelas plastik kecil, kertas label, dan spidol
- Kalkulator atau kalkulator HP

Keselamatan

Kacang adalah bahan pangan, tetapi jangan dimakan selama maupun sesudah praktikum karena sudah dipegang banyak tangan. Butiran kecil berbahaya bila masuk hidung atau tertelan anak kecil, jadi jangan dilempar-lempar. Tanyakan alergi kacang di kelompokmu: peserta yang alergi cukup mencatat data, atau ganti bahan dengan kancing plastik tiga ukuran. Sapu butiran yang jatuh agar lantai tidak licin. Cuci tangan dengan sabun setelah selesai.

Langkah kerja

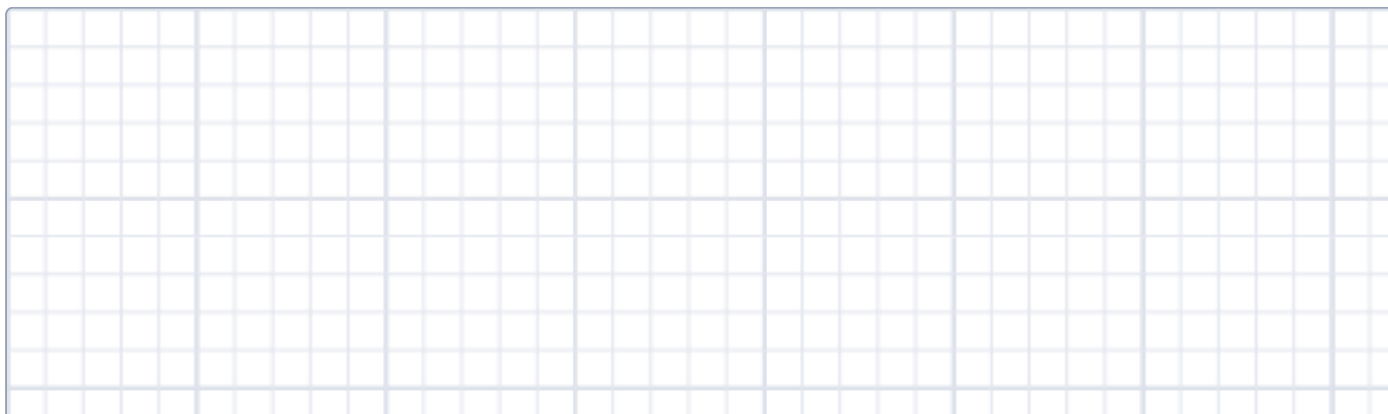
1. Tuliskan prediksimu: berapa kira-kira massa rata-rata satu butir Kacangium? Lebih dekat ke kacang hijau atau ke kacang merah?
2. Pisahkan campuran Kacangium ke dalam tiga mangkuk menurut jenisnya. Hitung jumlah butir setiap jenis dan catat.
3. Letakkan mangkuk kosong di timbangan dan tekan tombol tara (nol). Timbang semua butir setiap jenis sekaligus dan catat massanya.
4. Hitung massa satu butir setiap jenis = massa total jenis itu $\div$ jumlah butirnya.
5. Hitung kelimpahan setiap jenis = (jumlah butir jenis itu $\div$ jumlah semua butir) $\times$ 100%.
6. Hitung "Ar" Kacangium dengan rumus rata-rata berbobot: $\Sigma(\text{massa satu butir} \times \text{kelimpahan}) \div 100$.
7. Bandingkan hasilnya dengan (massa total semua butir $\div$ jumlah semua butir) dan dengan rata-rata biasa ketiga massa satu butir.
8. Tambahkan 50 butir kacang merah ke campuran. Ramalkan dulu "Ar" yang baru, lalu hitung.

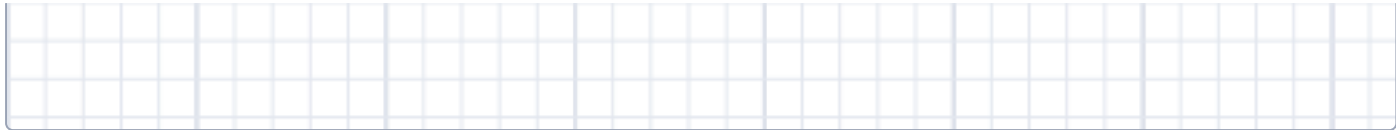
Tabel pengamatan isotop Kacangium

Isotop (jenis kacang)	Jumlah butir	Massa total (g)	Massa 1 butir (g)	Kelimpahan (%)	Massa 1 butir $\times$ kelimpahan
Kacangium-hijau					
Kacangium-kedelai					
Kacangium-merah					
Jumlah / rata-rata					

Grafik

Buat diagram batang seperti spektrum massa: sumbu mendatar = massa 1 butir setiap jenis (g), sumbu tegak = kelimpahan (%). Tandai letak "Ar" dengan garis tegak putus-putus.





Analisis

1. Isotop Kacangium mana yang paling melimpah? Apakah "Ar" lebih dekat ke massa isotop itu? Jelaskan.

2. Bandingkan "Ar" (rata-rata berbobot) dengan rata-rata biasa ketiga massa satu butir. Mengapa hasilnya berbeda?

3. Tunjukkan bahwa rata-rata berbobot sama dengan massa total dibagi jumlah butir. Mengapa keduanya pasti sama?

4. Setelah ditambah 50 butir kacang merah, apakah "Ar" naik atau turun? Hitung nilainya dari contoh data.

5. Dalam model ini, apa yang mewakili isotop, kelimpahan, dan massa isotop? Sebutkan satu kelemahan model kacang dibandingkan isotop sungguhan.

6. Klorin terdiri atas 75,8% Cl-35 (massa 34,969) dan 24,2% Cl-37 (massa 36,966). Hitung Ar klorin dan jelaskan mengapa tidak ada atom klorin yang bermassa 35,45.

7. Mengapa sampel 200 butir memberi "Ar" yang lebih dapat dipercaya daripada sampel 10 butir? Kaitkan dengan spektrometer massa yang menghitung sangat banyak atom.

✓ Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang arti massa atom relatif sebagai rata-rata berbobot, hubungan kelimpahan dengan letak Ar, dan cara spektrometer massa memberi data kelimpahan isotop.

💡 Refleksi

- Bagian yang paling membuatku berkata "aha!" hari ini adalah ...
- Sekarang aku bisa menjelaskan mengapa Ar klorin 35,45 kepada adik atau temanku dengan cara ...
- Aku masih penasaran tentang ...

💻 Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Spektrometer Massa** di subbab 6.5: pilih klorin, magnesium, atau timah, lalu seret puncak-puncaknya dan amati Ar berubah, persis seperti "Ar" Kacangium. Cocokkan juga dengan Grafik Hidup **Ar klorin: jungkat-jungkit dua isotop** dan Rumus Hidup **Ar rata-rata dua isotop** di subbab 6.4.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b6-4

Permainan Papan Hotel Elektron

Bab 7 · Konfigurasi Elektron & Bilangan Kuantum

Permainan papan kelompok (penemuan terbimbing)

SMA kelas X (dapat disederhanakan untuk SMP kelas IX dengan konfigurasi per kulit saja)

2 × 45 menit

Model: Discovery learning berbasis permainan (game-based learning)

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat menyusun konfigurasi elektron dan diagram orbital 20 unsur pertama dengan menerapkan aturan Aufbau, larangan Pauli, dan aturan Hund.
- Peserta didik dapat menentukan elektron valensi, blok, golongan, dan periode suatu unsur dari konfigurasi elektronnya.
- Peserta didik dapat menemukan pola bahwa unsur dengan konfigurasi elektron terluar yang sama terletak dalam golongan yang sama.
- Peserta didik dapat mendeteksi dan menjelaskan pelanggaran aturan pengisian elektron.

Cerita pemantik



Kak Tirta membuka meja resepsionis di kelas: "Selamat datang di Hotel Elektron! Hari ini setiap kelompok menjadi resepsionis." Bima langsung menaruh semua kancing natrium di lantai 1. "Biar dekat inti!" katanya. Laras menggeleng sambil membuka catatan: "Lantai 1 cuma muat dua tamu, Bim. Lagi pula, kenapa litium, natrium, dan kalium sama-sama suka melepas satu elektron? Pasti ada pola di susunan tamunya." Kimo si komodo mengetuk tabel periodik: "Susun dulu semuanya, nanti polanya muncul sendiri!"

? Rumusan masalah

Bagaimana susunan elektron 20 unsur pertama menurut aturan Aufbau, Pauli, dan Hund, dan pola apa yang menghubungkan konfigurasi elektron terluar dengan letak unsur dalam tabel periodik?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Nomor atom unsur (jumlah elektron yang ditempatkan)	Konfigurasi elektron, jumlah elektron valensi, elektron tak berpasangan, dan letak unsur (golongan, periode, blok)	Aturan pengisian yang sama (Aufbau, Pauli, Hund) dan papan hotel yang sama

Alat dan bahan

- 1 lembar karton A3 atau kardus bekas per kelompok sebagai papan hotel
- ±40 kancing atau tutup botol dua warna (20 warna A = spin ↑, 20 warna B = spin ↓); boleh diganti kacang hijau dan kacang merah

- 20 kartu unsur dari kertas (H sampai Ca) bertuliskan lambang dan nomor atom
- Spidol, penggaris, gunting, dan selotip
- Tabel periodik (buku atau poster) untuk pengecekan akhir
- Stopwatch HP untuk babak tantangan (opsional)

Keselamatan

Kegiatan ini tidak memakai bahan kimia, tetapi tetap perlu tertib. Kancing, tutup botol, dan kacang adalah benda kecil: jangan dimasukkan ke mulut, hidung, atau telinga, dan jauhkan dari anak kecil karena dapat menyebabkan tersedak. Kacang yang sudah dipegang banyak orang jangan dimakan. Saat memotong karton dengan gunting atau cutter, arahkan mata pisau menjauhi tubuh dan mintalah bantuan guru untuk kardus tebal. Kumpulkan semua kancing setelah selesai agar tidak tercecer dan membuat orang tergelincir, lalu cuci tangan.

Langkah kerja

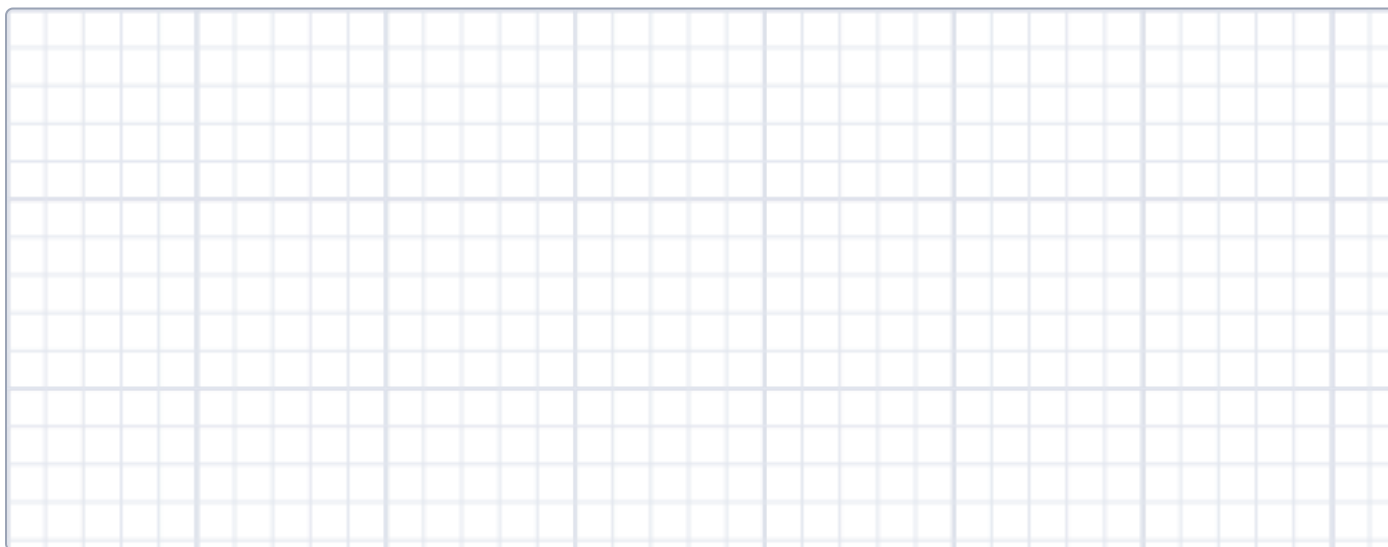
1. Gambar papan hotel di karton: kotak-kotak orbital 1s, 2s, 2p (3 kotak), 3s, 3p (3 kotak), dan 4s, disusun dari bawah ke atas menurut urutan energi. Beri label setiap subkulit.
2. Tulis hipotesis kelompok: unsur-unsur mana yang menurutmu akan punya susunan elektron terluar yang mirip?
3. Kocok 20 kartu unsur. Setiap anggota bergiliran mengambil satu kartu dan menaruh kancing sebanyak nomor atomnya satu per satu di papan: warna A untuk $\uparrow$, warna B untuk $\downarrow$.
4. Anggota lain menjadi "pengawas aturan": periksa setiap kancing yang ditaruh. Bila ada pelanggaran Aufbau, Pauli, atau Hund, sebutkan aturannya dan minta kancing dipindahkan.
5. Setelah susunan benar, isi tabel: konfigurasi per kulit, konfigurasi subkulit, jumlah elektron valensi, blok, ramalan golongan dan periode, serta jumlah elektron tak berpasangan.
6. Ulangi sampai ke-12 unsur pada tabel selesai (bagi tugas antaranggota). Kosongkan papan setiap kali berganti unsur.
7. Jajarkan kartu-kartu unsur di meja menurut jumlah elektron valensinya (satu kolom untuk setiap jumlah), lalu bandingkan susunanmu dengan tabel periodik sungguhan.
8. Babak tantangan (opsional): satu anggota sengaja menaruh satu kancing yang melanggar aturan, anggota lain harus menemukan dan menjelaskan pelanggarannya dalam 30 detik.

Tabel pengamatan susunan elektron

Unsur (Z)	Konfigurasi per kulit	Konfigurasi subkulit	Elektron valensi	Blok	Golongan & periode (ramalan)	Elektron tak berpasangan
Li (3)						
Na (11)						
K (19)						
Be (4)						
Mg (12)						
Ca (20)						
N (7)						
P (15)						
O (8)						
S (16)						
F (9)						
Cl (17)						

Grafik

Buat diagram batang jumlah elektron valensi (sumbu tegak) terhadap nomor atom $Z = 1$ sampai 20 (sumbu datar). Tandai setiap penurunan tajam. Pada nomor atom berapa saja pola itu berulang?



Analisis

1. Unsur mana saja yang memiliki jumlah elektron valensi sama dengan litium? Apa persamaan konfigurasi elektron terluarnya?

2. Bagaimana hubungan antara jumlah kulit yang terisi dengan nomor periode, dan antara jumlah elektron valensi dengan nomor golongan?

3. Pada unsur mana kamu pertama kali harus memasang dua elektron dalam satu orbital 2p? Jelaskan dengan aturan Hund.

4. Mengapa elektron ke-19 kalium ditaruh di 4s, bukan di subkulit 3d yang masih kosong?

5. Bima menaruh tiga kancing di satu kotak 1s untuk litium. Aturan apa yang ia langgar, dan bagaimana susunan yang benar?

6. Nitrogen dan fosforus punya jumlah elektron tak berpasangan yang sama. Berapa jumlahnya dan mengapa demikian?

7. Ramalkan konfigurasi elektron skandium ($Z = 21$), unsur sesudah kalsium. Ke subkulit mana elektron ke-21 masuk?

8. Kaitkan dengan kehidupan: mengapa natrium dan kalium sama-sama harus disimpan di dalam minyak di laboratorium?

✓ Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan kelompokmu tentang (1) urutan pengisian elektron dan (2) hubungan konfigurasi elektron terluar dengan golongan dan periode, berdasarkan data pada tabelmu.

💡 Refleksi

- Bagian permainan yang paling membantuku memahami aturan Hund adalah ...
- Aturan yang paling sering dilanggar kelompokku adalah ..., karena ...
- Sekarang aku melihat tabel periodik sebagai ...

💻 Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Hotel Elektron** di subbab 7.3: tekan **+** Tamu masuk satu per satu dari H sampai Ca, catat konfigurasi yang muncul, lalu coba langgar aturan dengan mengetuk kamar (pilih spin "**↑** saja") dan baca peringatan resepsionis. Periksa letak setiap unsur dengan **Tabel Periodik Hidup** mode blok di subbab 7.5, dan amati lompatan energi ionisasi pada **Grafik Hidup** di subbab 7.6.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b7-3

Kartu Unsur dan Bola Atom: Menemukan Pola Keperiodikan

Bab 8 · Tabel Periodik & Sifat Keperiodikan

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing) dengan kartu data dan model

SMA kelas X (bisa disederhanakan untuk SMP kelas IX)

2 × 40 menit

Model: Discovery learning

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat menyusun kartu data 20 unsur pertama sehingga unsur bersifat mirip berada dalam satu kolom.
- Peserta didik dapat membuat model bola atom berskala dan membandingkan ukuran atom dalam satu periode dan satu golongan.
- Peserta didik dapat menggambar grafik jari-jari kovalen dan energi ionisasi pertama terhadap nomor atom serta menemukan polanya.
- Peserta didik dapat menjelaskan pola tersebut dengan konsep muatan inti efektif dan efek perisai.

Cerita pemantik



Klub Kimia sekolah Bima dan Laras akan mengadakan pameran tabel periodik. Bima ingin langsung menempelkan kartu unsur secara acak. "Yang penting lengkap, kan?" katanya. Laras menggeleng sambil membuka buku catatannya: "Mendeleev tidak asal tempel. Ia menemukan polanya dulu." Kak Tirta menyodorkan setumpuk kartu data dan sebakom adonan tepung. "Hari ini kalian jadi Mendeleev. Susun kartunya, buat bola atomnya, dan temukan iramanya sendiri!"

Rumusan masalah

Bagaimana jari-jari atom dan energi ionisasi pertama berubah bila unsur diurutkan menurut nomor atom? Mengapa pola itu berulang?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Nomor atom (letak unsur dalam periode dan golongan)	Jari-jari kovalen (dan diameter bola model) serta energi ionisasi pertama	Jenis data (jari-jari kovalen dari satu buku data), skala model 1 cm : 100 pm untuk diameter, cara mengukur yang sama

Alat dan bahan

- 20 kartu data unsur (kertas karton 6 cm × 9 cm) berisi lambang, nama, nomor atom, jari-jari kovalen, dan energi ionisasi pertama $Z = 1-20$
- Adonan mainan buatan sendiri: 2 cangkir tepung terigu, 1/2 cangkir garam, $\pm 3/4$ cangkir air (cukup untuk satu kelompok)

- Penggaris 30 cm dan jangka sorong plastik atau kertas berskala
- Kertas grafik 2 lembar, pensil, dan spidol 4 warna
- Karton besar ($\pm 60 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$) sebagai papan tabel
- Tisu basah atau lap untuk membersihkan tangan dan meja

Keselamatan

Adonan tepung–garam tidak untuk dimakan: kadar garamnya sangat tinggi dan tepungnya mentah. Jangan memasukkan adonan ke mulut atau mata; cuci tangan setelah selesai. Bila ada anggota kelompok alergi gandum, gunakan sarung tangan plastik atau ganti dengan plastisin. Bersihkan tumpahan tepung agar lantai tidak licin. Sisa adonan dibungkus dan dibuang ke tempat sampah organik, bukan ke wastafel karena bisa menyumbat saluran.

Langkah kerja

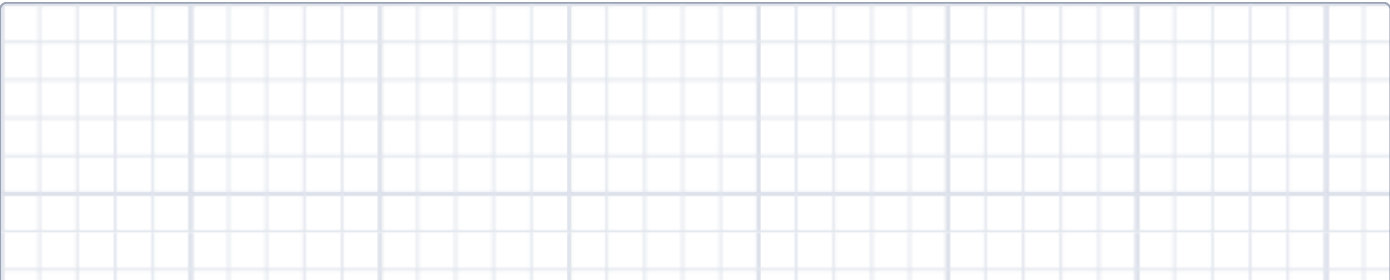
1. Kocok 20 kartu data unsur. Urutkan menurut nomor atom, lalu susun di karton menjadi baris-baris sehingga unsur yang sifatnya mirip (misalnya Li, Na, K) berada di kolom yang sama. Catat aturan yang kamu pakai untuk memulai baris baru.
2. Tulis hipotesis: bagaimana dugaanmu tentang perubahan ukuran atom dari Li ke F dan dari Li ke K?
3. Hitung diameter bola model setiap unsur dengan skala $1 \text{ cm} : 100 \text{ pm}$, yaitu $\text{diameter (cm)} = \text{jari-jari kovalen (pm)} \div 50$. Tulis di tabel.
4. Buat bola adonan untuk Li, Be, B, C, N, O, F (periode 2) serta Na, Mg, Cl, K, dan Ca. Ukur diameternya dengan penggaris atau jangka sorong, lalu catat hasil ukurmu.
5. Letakkan bola-bola itu di atas kartunya pada papan tabel. Foto susunannya dari atas.
6. Gambar dua grafik garis untuk $Z = 1\text{--}20$: jari-jari kovalen terhadap nomor atom dan energi ionisasi pertama terhadap nomor atom. Tandai gas mulia dengan warna merah dan logam alkali dengan warna biru.
7. Bandingkan kedua grafik dan jawab pertanyaan analisis. Cocokkan hasilmu dengan Grafik Hidup dan Lab Mini di subbab 8.3 dan 8.4.

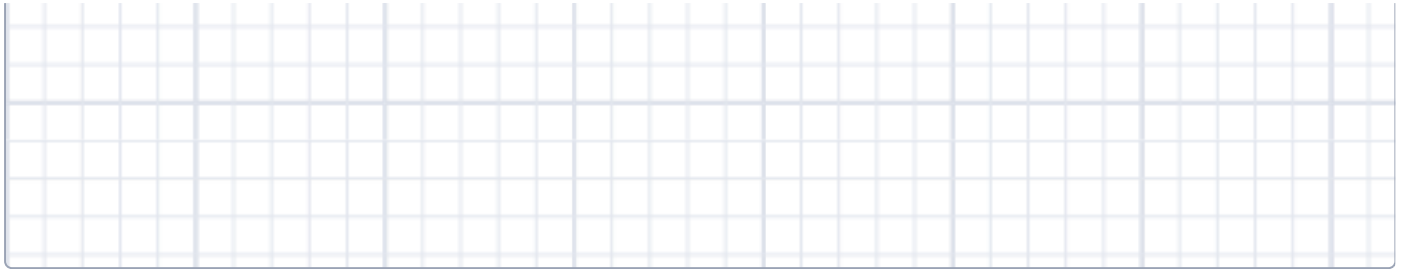
 Data 20 unsur pertama dan hasil pengukuran bola model

Unsur	Z	Periode	Golongan	Jari-jari kovalen (pm)	Diameter bola terukur (cm)	EI pertama (kJ/mol)
Hidrogen (H)						
Helium (He)						
Litium (Li)						
Berilium (Be)						
Boron (B)						
Karbon (C)						
Nitrogen (N)						
Oksigen (O)						
Fluorin (F)						
Neon (Ne)						
Natrium (Na)						
Magnesium (Mg)						
Aluminium (Al)						
Silikon (Si)						
Fosforus (P)						
Belerang (S)						
Klorin (Cl)						
Argon (Ar)						
Kalium (K)						
Kalsium (Ca)						

 Grafik

Buat dua grafik garis dengan sumbu mendatar nomor atom ($Z = 1-20$): (1) jari-jari kovalen (pm) dan (2) energi ionisasi pertama (kJ/mol). Lewati titik gas mulia pada grafik jari-jari. Tandai gas mulia (merah) dan logam alkali (biru).





Analisis

1. Bagaimana perubahan diameter bola dari Li ke F? Bagaimana dari Li ke Na ke K?

2. Pada grafik energi ionisasi, unsur apa saja yang menjadi puncak dan lembah? Di mana letak mereka di tabel yang kamu susun?

3. Fluorin punya elektron tiga kali lebih banyak daripada litium, tetapi atomnya jauh lebih kecil. Jelaskan dengan konsep muatan inti efektif dan efek perisai.

4. Temukan dua "penyimpangan" kecil pada energi ionisasi periode 2 dan dua pada periode 3. Jelaskan salah satu pasangan dengan konfigurasi elektron.

5. Mengapa kartu He, Ne, dan Ar tidak mencantumkan jari-jari kovalen?

6. Ramalkan jari-jari kovalen dan energi ionisasi pertama rubidium ($Z = 37$), unsur di bawah kalium. Jelaskan alasanmu.

7. Bandingkan diameter terukur dengan hasil hitungan. Apa saja sumber galat model adonanmu?

8. Kalium lebih reaktif terhadap air daripada natrium. Hubungkan fakta ini dengan pola yang kamu temukan.

✓ Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang pola jari-jari atom dan energi ionisasi pertama dalam satu periode dan satu golongan, beserta penjelasannya pada tingkat partikel (proton, elektron kulit dalam, dan elektron valensi).

Refleksi

- Bagian yang paling mengejutkan bagiku hari ini adalah ...

- Sekarang aku membayangkan atom sebagai ...

- Aku masih penasaran tentang ...

Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Grafik Hidup **Gigi gergaji energi ionisasi pertama** (subbab 8.4) untuk memeriksa grafik EI-mu, Lab Mini **Tarik-menarik Inti** (subbab 8.3) untuk melihat muatan inti efektif dan ukuran atom $Z = 1-20$, serta Tabel Periodik mini **Jari-jari menurut golongan** (subbab 8.3). Untuk langkah 1, mainkan juga Lab Mini **Teka-teki Mendeleev** (subbab 8.1).

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b8-3

Siapa Mendesak Siapa? Menyusun Deret Keaktifan Logam

Bab 9 · Kimia Unsur di Nusantara

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMA kelas X (Fase E); dapat diperdalam untuk kelas XII

2 x 45 menit

Model: Inkuiri terbimbing dengan POE (predict-observe-explain)

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat mengamati tanda-tanda reaksi pendesakan logam (endapan, perubahan warna, gelembung).
- Peserta didik dapat menyusun urutan kereaktifan Mg, Zn, Fe, dan Cu berdasarkan data percobaan.
- Peserta didik dapat menuliskan persamaan ion reaksi pendesakan yang terjadi.
- Peserta didik dapat menjelaskan reaksi pendesakan sebagai perpindahan elektron dari logam yang lebih reaktif ke ion logam yang kurang reaktif.

Cerita pemantik



Bima menemukan paku besi yang tertinggal semalaman di ember berisi larutan terusi milik ayahnya, petani di Malang. "Pakunya berubah jadi tembaga!" serunya. Laras mengernyit: "Masa besi bisa berubah jadi tembaga? Pasti ada yang pindah tempat." Kak Tirta tersenyum: "Logam-logam itu sedang berebut elektron. Hari ini kita adakan turnamennya: empat logam, empat larutan, dan kalian wasitnya. Siapa juaranya?" Kimo menambahkan, "Nikel Sulawesi juga ikut turnamen ini di pabrik baterai, lho!"

Rumusan masalah

Bagaimana urutan kereaktifan logam magnesium, seng, besi, dan tembaga berdasarkan kemampuannya mendesak ion logam lain dari larutan garamnya?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Jenis logam yang dicelupkan dan jenis larutan ion logam	Terjadi atau tidaknya reaksi pendesakan (endapan, perubahan warna, gelembung)	Konsentrasi larutan (0,1 M), volume larutan (± 10 tetes), ukuran potongan logam, lama pengamatan (10 menit), suhu ruang

Alat dan bahan

- Pelat tetes (spot plate) atau 16 gelas plastik kecil bening
- Larutan 0,1 M magnesium sulfat (garam Inggris dari apotek), seng sulfat, besi(II) sulfat (dibuat segar), dan tembaga(II) sulfat (terusi), masing-masing ± 20 mL dalam botol tetes berlabel

- Potongan logam ± 1 cm: pita magnesium, lempeng seng, paku besi kecil, kawat tembaga (masing-masing 4 potong)
- Amplas halus untuk membersihkan permukaan logam
- Pinset plastik, tisu, spidol permanen, kaca pembesar
- Wadah limbah bertutup berlabel "Limbah logam berat"
- Kacamata pelindung dan sarung tangan karet untuk setiap anggota

Keselamatan

Pakai kacamata pelindung dan sarung tangan sepanjang praktikum. Larutan tembaga(II) sulfat dan seng sulfat berbahaya bila tertelan dan dapat mengiritasi mata serta kulit: jangan dicicipi, jangan menyentuh wajah, dan segera bilas dengan air mengalir bila terciprat. Pita magnesium mudah terbakar: jauhkan dari api. Gunakan pinset, bukan jari, untuk memasukkan logam. Semua sisa larutan dan logam dikumpulkan di wadah limbah yang disediakan guru, tidak dibuang ke wastafel, selokan, atau kolam karena ion tembaga dan seng beracun bagi ikan. Cuci tangan dengan sabun setelah selesai.

Langkah kerja

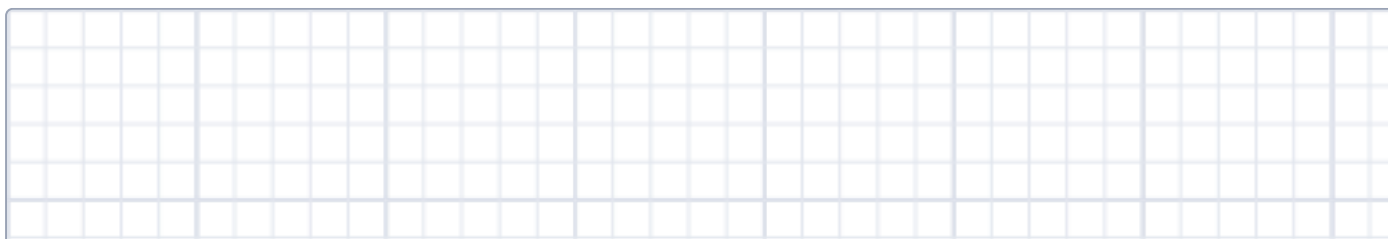
1. Tuliskan prediksimu: urutkan keempat logam dari yang paling reaktif menurut perkiraanmu, dan alasannya.
2. Amplas setiap potongan logam sampai mengilap, lalu bersihkan dengan tisu.
3. Beri label pada pelat tetes: baris untuk logam (Mg, Zn, Fe, Cu) dan kolom untuk larutan (MgSO_4 , ZnSO_4 , FeSO_4 , CuSO_4).
4. Teteskan ± 10 tetes setiap larutan ke kolomnya masing-masing pada keempat baris.
5. Dengan pinset, masukkan potongan logam ke setiap lekukan sesuai barisnya. Kombinasi logam dalam larutan ionnya sendiri dipakai sebagai pembanding.
6. Amati selama 10 menit dengan kaca pembesar. Catat setiap perubahan pada permukaan logam, warna larutan, dan munculnya gelembung.
7. Isi tabel pengamatan dengan $\checkmark$ (bereaksi) atau $\times$ (tidak bereaksi) beserta ciri yang terlihat, lalu hitung jumlah $\checkmark$ setiap logam.
8. Kumpulkan semua sisa ke wadah limbah, bilas pelat tetes di atas wadah limbah, dan cuci tangan.

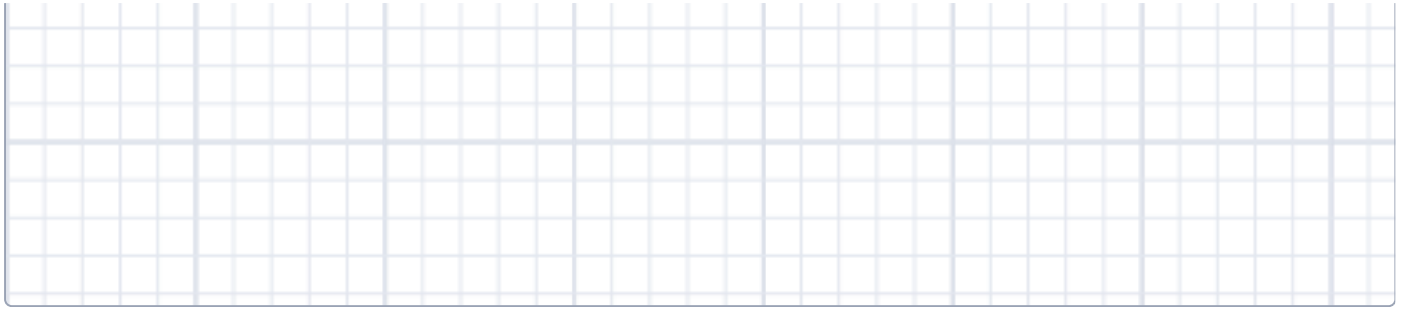
Tabel pengamatan reaksi pendesakan logam

Logam	dalam MgSO_4	dalam ZnSO_4	dalam FeSO_4	dalam CuSO_4	Jumlah $\checkmark$
Pita magnesium (Mg)					
Lempeng seng (Zn)					
Paku besi (Fe)					
Kawat tembaga (Cu)					

Grafik

Buat diagram batang jumlah reaksi pendesakan ($\checkmark$) untuk setiap logam, diurutkan dari yang terbanyak.





Analisis

1. Logam mana yang paling banyak mendesak logam lain, dan mana yang tidak mendesak satu pun? Susun urutan kereaktifan keempat logam berdasarkan datamu.

2. Apa yang terlihat ketika paku besi berada dalam larutan tembaga(II) sulfat? Jelaskan perubahan pada paku dan pada warna larutan.

3. Tuliskan persamaan ion untuk semua reaksi yang terjadi dengan larutan tembaga(II) sulfat.

4. Jelaskan pada tingkat partikel (atom, ion, elektron) apa yang terjadi saat seng dicelupkan ke larutan tembaga(II) sulfat. Zat mana yang teroksidasi dan mana yang tereduksi?

5. Pada magnesium dalam larutan tembaga(II) sulfat sering terlihat gelembung gas. Gas apakah itu dan dari mana asalnya?

6. Bandingkan urutanmu dengan deret volta. Apakah sama? Bila ada perbedaan, sebutkan kemungkinan penyebabnya.

7. Atap seng sebenarnya adalah besi yang dilapisi seng. Berdasarkan datamu, jelaskan mengapa lapisan seng tetap melindungi besi walaupun tergores.

✓ Kesimpulan

Tuliskan urutan kereaktifan Mg, Zn, Fe, dan Cu yang kamu temukan, aturan kapan sebuah logam dapat mendesak ion logam lain, dan hubungannya dengan kemudahan melepas elektron.

💡 Refleksi

- Prediksiku tentang urutan logam ternyata ..., karena ...
- Bagian yang paling membuatku penasaran dari percobaan ini adalah ...
- Pengetahuan ini dapat kupakai untuk memahami ... di kehidupan sehari-hari.

💻 Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Laboratorium pendesakan: susun sendiri deret keaktifan** di subbab 9.5. Uji 30 pasangan enam logam (Mg, Zn, Fe, Ni, Cu, Ag) dan amati perpindahan elektron di lingkaran perbesaran. Bandingkan hasil dengan animasi langkah "seng dalam larutan tembaga(II) sulfat" dan gambar deret keaktifan di subbab yang sama.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b9-5

LED Detektif Ion: Larutan Dapur Mana yang Menghantarkan Listrik?

Bab 10 · Ikatan Ion

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMA kelas X (juga bisa untuk SMP kelas IX)

2 × 40 menit

Model: POE (Predict–Observe–Explain) dalam inkuiri terbimbing

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat merakit rangkaian uji daya hantar sederhana yang aman dengan baterai 9 V dan lampu LED.
- Peserta didik dapat mengelompokkan zat rumah tangga menjadi elektrolit kuat, elektrolit lemah, dan nonelektrolit berdasarkan data pengamatan.
- Peserta didik dapat menjelaskan perbedaan daya hantar kristal garam dan air garam pada tingkat partikel (ion yang bebas bergerak).
- Peserta didik dapat mengaitkan hasil percobaan dengan keselamatan listrik di rumah.

Cerita pemantik



Saat listrik padam, Bima membaca bahwa air garam bisa menghantarkan listrik. "Berarti air gula juga, dong? Sama-sama putih dan sama-sama larut," katanya yakin. Laras mengerutkan dahi: "Belum tentu. Kita uji saja!" Kak Tirta menyerahkan baterai 9 V dan sebuah LED. "Pakai baterai ini saja, jangan sekali-kali listrik rumah. LED ini akan menjadi detektif ion kalian," katanya. Kimo menambahkan, "Petunjuknya: cari partikel bermuatan yang bisa bergerak!"

? Rumusan masalah

Zat rumah tangga mana yang dapat menghantarkan listrik, dan apa hubungannya dengan ada atau tidaknya ion yang bebas bergerak?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Jenis zat yang diuji (kristal garam, air suling, air garam, air gula, cuka, air keran, larutan tawas)	Nyala LED (terang, redup, atau padam) dan ada atau tidaknya gelembung di elektrode	Baterai 9 V yang sama, jarak antarelektrode (± 2 cm), kedalaman celup elektrode (± 2 cm), volume larutan (± 100 mL), banyak zat terlarut (1 sendok teh)

Alat dan bahan

- Baterai 9 V (1 buah) beserta konektornya
- Lampu LED merah 5 mm (1 buah) dan resistor $470\ \Omega$ (1 buah, untuk melindungi LED)

- Kabel jepit buaya (3 utas)
- Dua elektrode: isi pensil 2B (grafit) dari pensil yang diraut kedua ujungnya, atau dua paku baja bersih
- 7 gelas plastik bening (± 200 mL) dan satu piring kecil
- Air suling (air untuk aki tanpa zat tambahan atau air minum kemasan) ± 500 mL dan air keran ± 100 mL
- Garam dapur, gula pasir, cuka dapur, dan tawas (masing-masing ± 1 sendok teh; cuka ± 100 mL)
- Sendok teh, spidol, kertas label, dan tisu

Keselamatan

Hanya pakai baterai 9 V. DILARANG memakai listrik PLN, stopkontak, atau adaptor: tegangan 220 V dapat mematikan, apalagi melalui air. Jangan menyambungkan langsung kutub + dan – baterai (korsleting membuat baterai panas). Nyalakan rangkaian paling lama ± 10 detik setiap kali uji: gelembung di elektrode pada air garam dapat mengandung sedikit gas klorin, jadi bekerjalah di ruangan berventilasi dan jangan menghirupnya dari dekat. Hati-hati dengan ujung paku dan pensil yang tajam. Jangan mencicipi larutan apa pun, termasuk larutan gula, karena alatnya dipakai bersama. Sisa larutan dibuang ke wastafel sambil dibilas banyak air; baterai bekas dikumpulkan untuk didaur ulang, jangan dibuang ke tempat sampah biasa.

Langkah kerja

1. Rakit rangkaian: kutub + baterai $\rightarrow$ resistor $\rightarrow$ kaki panjang LED; kaki pendek LED $\rightarrow$ elektrode A; elektrode B $\rightarrow$ kutub – baterai. Uji rangkaian dengan menempelkan kedua elektrode sebentar: LED harus menyala.
2. Tulis prediksi (hipotesis) untuk setiap zat di kolom "Prediksi" sebelum menguji.
3. Uji kristal garam kering: tuang segunduk garam di piring, tancapkan kedua elektrode berjarak ± 1 cm, lalu amati LED.
4. Siapkan gelas berlabel: 100 mL air suling (kontrol); 100 mL air suling + 1 sendok teh garam; 100 mL air suling + 1 sendok teh gula; 100 mL cuka; 100 mL air keran; 100 mL air suling + 1 sendok teh tawas. Aduk sampai larut.
5. Celupkan kedua elektrode ± 2 cm ke dalam setiap cairan dengan jarak tetap ± 2 cm. Amati nyala LED dan gelembung di elektrode paling lama 10 detik, lalu angkat.
6. Bilas elektrode dengan air suling dan keringkan dengan tisu sebelum menguji cairan berikutnya.
7. Pengayaan: tambahkan garam sejumput demi sejumput ke gelas air suling sambil mengamati perubahan terang LED.
8. Bereskan alat, lepaskan baterai dari rangkaian, dan buang limbah sesuai petunjuk keselamatan.

Tabel pengamatan daya hantar

Zat yang diuji	Prediksi (menyala/tidak)	Nyala LED (terang/redup/padam)	Gelembung di elektrode	Ada ion yang bebas bergerak?
Kristal garam kering				
Air suling				
Air garam				
Air gula				
Cuka dapur				
Air keran				
Larutan tawas				

Grafik

Buat diagram batang tingkat nyala LED setiap zat (0 = padam, 1 = redup, 2 = terang).



Analisis

1. Zat mana saja yang membuat LED menyala terang, menyala redup, dan padam?

2. Kristal garam dan air garam sama-sama tersusun dari ion Na^+ dan Cl^- . Mengapa hasil ujinya berbeda? Jelaskan pada tingkat partikel.

3. Gula juga larut dalam air. Mengapa air gula tidak menghantarkan listrik?

4. Cuka membuat LED hanya menyala redup. Apa artinya tentang jumlah ion di dalam cuka?

5. Mengapa air suling dipakai sebagai kontrol? Dari mana asal ion di dalam air keran?

6. Di dalam kabel, partikel apa yang membawa muatan? Di dalam cairan, partikel apa yang membawa muatan?

7. Air murni hampir tidak menghantarkan listrik. Mengapa kita tetap dilarang menyentuh alat listrik dengan tangan basah?

Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang syarat suatu zat dapat menghantarkan listrik dengan memakai kata "ion" dan "bebas bergerak", berdasarkan data kelompokmu. Sebutkan contoh elektrolit kuat, elektrolit lemah, dan nonelektrolit dari percobaanmu.

Refleksi

- Hal yang paling mengejutkan bagiku dalam percobaan ini adalah ...

- Sekarang aku bisa menjelaskan kepada adikku bahwa air garam menyalakan LED karena ...

- Aku masih penasaran tentang ...

Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Uji daya hantar: siapa yang menyalakan LED?** di subbab 10.5. Pilih kristal garam, garam leleh, air garam, air gula, cuka, larutan tawas, dan air suling, lalu tutup sakelar dan amati gerak ion serta nyala LED. Bandingkan dengan Tebak Dulu tentang kristal garam di subbab yang sama, dan lihat stepper diagram titik-silang di subbab 10.2 untuk mengingat asal ion Na^+ dan Cl^- .

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b10-5

Chemipedia · LKPD Bab 10 · © 2026 dr. Rachmat Hidayat, M.Sc, PhD · Editor: Abdullah Hanif Hidayat · Boleh diperbanyak untuk pembelajaran nonkomersial.

Molekul dari Permen Kenyal dan Tusuk Gigi

Bab 11 · Ikatan Kovalen & Struktur Lewis

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing) dan diskusi

SMA kelas X (juga bisa untuk SMP kelas IX sebagai pengayaan)

2 × 45 menit

Model: Discovery Learning

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat menghubungkan jumlah elektron valensi dengan jumlah ikatan yang dibentuk H, C, N, dan O.
- Peserta didik dapat membangun model molekul berikatan tunggal, rangkap dua, dan rangkap tiga.
- Peserta didik dapat menggambar struktur Lewis lengkap (PEI dan PEB) dari model yang dibangun.
- Peserta didik dapat mengevaluasi kelebihan dan kekurangan model fisik dibandingkan molekul sebenarnya.

Cerita pemantik



Di kantin sekolah, Bima menusuk dua permen kenyal dengan satu tusuk gigi. "Lihat, molekul H_2 !" katanya bangga. Laras menyodorkan permen merah: "Kalau oksigen, berapa tusuk gigi yang dibutuhkan? Ingat, O_2 itu rangkap dua." Kak Tirta tersenyum, "Mari kita buktikan. Hari ini kantin jadi laboratorium molekul." Kimo ikut berbisik, "Tahukah kamu? Kemasan keripik diisi gas nitrogen, N_2 , supaya keripik tidak cepat tengik."

? Rumusan masalah

Bagaimana jumlah elektron valensi menentukan jumlah ikatan setiap atom, dan kapan dua atom harus memakai bersama lebih dari satu pasang elektron?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Jenis molekul yang dibangun (atom-atom penyusun dan elektron valensinya)	Jumlah dan jenis ikatan (tunggal, rangkap dua, rangkap tiga) serta jumlah PEB	Kode warna atom, aturan satu tusuk gigi = satu pasangan elektron ikatan, dan aturan oktet/duplet

Alat dan bahan

- Permen kenyal (jeli) atau plastisin 4 warna, ±60 butir per kelompok
- Tusuk gigi ±50 batang
- Sedotan lentur 5 batang, dipotong ±4 cm (untuk ikatan rangkap)
- Kertas HVS, spidol, dan penggaris
- Lembar data elektron valensi dan keelektronegatifan
- HP untuk memotret model dan membuka Penggambar Lewis

Keselamatan

Ujung tusuk gigi runcing: pegang di bagian tengah, jangan diarahkan ke mata atau wajah teman, dan jangan dipakai bercanda. Permen yang sudah ditusuk dan dipegang banyak tangan tidak boleh dimakan. Plastisin bukan makanan; awasi peserta yang lebih muda agar tidak memasukkannya ke mulut. Sampah permen dan tusuk gigi dibuang ke tempat sampah tertutup supaya tidak mengundang semut. Cuci tangan dengan sabun setelah selesai.

Langkah kerja

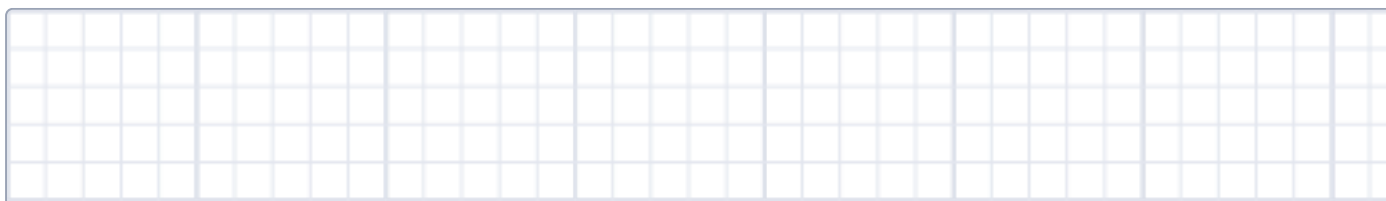
1. Sepakati kode warna seperti di Molekul 3D: hitam/cokelat = C, merah = O, biru = N, putih/kuning = H. Satu tusuk gigi = satu pasangan elektron ikatan (PEI).
2. Tulis lambang Lewis H, C, N, dan O beserta jumlah elektron valensinya. Tentukan berapa elektron yang masih dibutuhkan setiap atom untuk oktet (H: duplet).
3. Bangun H_2 , H_2O , NH_3 , dan CH_4 dengan ikatan tunggal. Hitung jumlah tusuk gigi yang menempel pada setiap atom.
4. Bangun O_2 , N_2 , CO_2 , dan HCN . Jika sebuah atom belum memenuhi jumlah ikatannya, pakai dua atau tiga potong sedotan lentur yang dilengkungkan di antara dua atom yang sama.
5. Gambar struktur Lewis setiap model di lembar kerja (garis untuk PEI, pasangan titik untuk PEB). Pastikan total elektronnya sama dengan jumlah elektron valensi.
6. Cek jumlah ikatan dengan trik $N - A$ dan cocokkan dengan jumlah tusuk gigi/sedotan pada modelmu.
7. Foto semua model, lalu periksa setiap struktur dengan Penggambar Lewis (subbab 11.2) dan bandingkan panjang ikatannya di Molekul 3D (subbab 11.1).

Tabel pengamatan model molekul

Molekul	Total elektron valensi	Jumlah PEI (batang)	Jumlah PEB	Ikatan terkuat (tunggal/rangkap dua/rangkap tiga)	Semua atom oktet/duplet?
H_2					
H_2O					
NH_3					
CH_4					
O_2					
N_2					
CO_2					
HCN					

Grafik

Buat diagram batang berdampingan: jumlah PEI dan jumlah PEB untuk setiap molekul.





Analisis

1. Berapa "tangan" (ikatan) yang selalu dimiliki H, O, N, dan C pada model kelompokmu? Hubungkan dengan jumlah elektron valensinya.

2. Mengapa O_2 dan N_2 tidak dapat dibuat dengan satu tusuk gigi saja? Jelaskan dengan aturan oktet.

3. Pada CO_2 , berapa PEI dan PEB? Mengapa atom C tidak cukup diberi ikatan tunggal?

4. Hitung jumlah ikatan HCN dengan trik N – A. Cocokkan dengan jumlah batang pada modelmu?

5. Data energi ikatan: C–C 347, C=C 614, $C\equiv C$ 839 kJ/mol. Apakah ikatan rangkap dua dua kali lebih kuat daripada ikatan tunggal? Jelaskan.

6. Sebutkan minimal dua kelemahan model permen dan tusuk gigi dibandingkan molekul sebenarnya.

7. Gas nitrogen dipakai untuk mengisi kemasan keripik dan ban kendaraan. Kaitkan pilihan itu dengan ikatan pada molekul N_2 .

✓ Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang hubungan antara elektron valensi, jumlah ikatan, jenis ikatan (tunggal/rangkap), dan jumlah PEB berdasarkan data kelompokmu.

💡 Refleksi

- Bagian yang paling seru dari membangun molekul hari ini adalah ...

- Sekarang aku membayangkan ikatan rangkap sebagai ...

- Hal yang masih membuatku penasaran tentang ikatan kovalen adalah ...

💻 Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Penggambar Lewis** di subbab 11.2: pilih molekul, ketuk atom untuk menambah PEB dan ketuk garis untuk mengubah orde ikatan, lalu tekan Periksa. Ukur panjang ikatan etana, etena, dan etuna di **Molekul 3D** "Tunggal, rangkap dua, rangkap tiga" (subbab 11.1), dan bandingkan energinya dengan Grafik Hidup **Orde ikatan karbon-karbon** (subbab 11.6).

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b11-2

Balon Pesta, Bentuk Molekul

Bab 12 · Bentuk Molekul: VSEPR & Hibridisasi

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMA kelas X–XI (juga bisa untuk SMP kelas IX sebagai pengayaan)

 2 x 45 menit

Model: POE (predict–observe–explain) dalam inkuiri terbimbing

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat memodelkan susunan 2–6 domain elektron dengan balon tiup dan menamai geometrinya.
- Peserta didik dapat mengukur sudut antarbalon dan membandingkannya dengan sudut ramalan VSEPR.
- Peserta didik dapat menjelaskan pengaruh pasangan elektron bebas (balon yang lebih besar) terhadap sudut ikatan.
- Peserta didik dapat membedakan geometri domain dengan bentuk molekul untuk NH_3 dan H_2O .

Cerita pemantik



Menjelang pesta perpisahan kelas, Bima mengikat empat balon jadi satu dan heran karena balon-balon itu tidak mau membentuk tanda plus yang datar. "Balon-balonnya tidak akur!" serunya. Laras mengambil busur derajat: "Coba kita ukur sudutnya." Kak Tirta tersenyum, "Kalian baru saja menemukan cara alam menyusun pasangan elektron di sekitar atom. Kimo bilang air bengkok karena dua balonnya lebih gemuk. Ayo kita buktikan!"

? Rumusan masalah

Bagaimana susunan dan sudut antarbalon berubah bila jumlah balon yang diikat bertambah dari 2 sampai 6, dan bagaimana pengaruh balon yang lebih besar (pemeran pasangan elektron bebas) terhadap sudut di antara balon-balon kecil?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Jumlah balon yang diikat (2–6) dan jumlah balon besar (0, 1, 2)	Susunan (bentuk) dan sudut antarbalon kecil	Ukuran balon kecil yang sama, cara mengikat, busur derajat yang sama

Alat dan bahan

- 14 balon bulat warna A (mis. merah) dan 4 balon warna B (mis. ungu); pilih balon nonlateks bila ada yang alergi
- 1 pompa balon tangan per kelompok
- Benang kasur atau karet gelang secukupnya
- Busur derajat plastik (1 per kelompok)
- Sedotan plastik atau lidi tumpul 6 batang (penunjuk arah balon)
- Selotip kertas dan spidol

- Plastisin 1 bungkus dan tusuk gigi (untuk model mini)

Keselamatan

Tiup balon dengan pompa, bukan dengan mulut (higienis dan mencegah pusing). Jangan meniup balon terlalu besar dan jauhkan dari wajah karena bisa meletus mengenai mata. Tanyakan alergi lateks sebelum mulai. Kumpulkan balon yang meletus dan sisa karet segera ke kantong sampah karena berbahaya bila tertelan anak kecil. Potong atau tumpulkan ujung tusuk gigi dan lidi. Jangan memakai gas helium atau korek api di dekat balon.

Langkah kerja

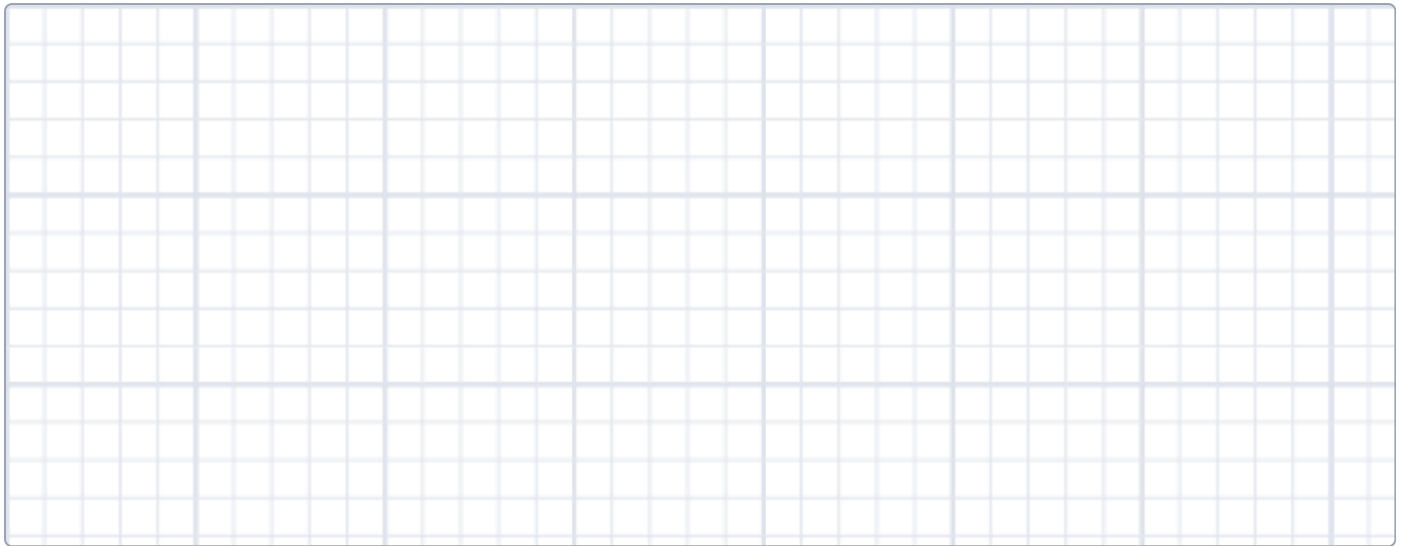
1. Tulis prediksi: bentuk apa yang terbentuk oleh 2, 3, 4, 5, dan 6 balon yang diikat di satu titik? Gambar sketsanya.
2. Tiup 14 balon warna A dengan pompa sampai berdiameter ± 15 cm. Usahakan ukurannya sama (cek dengan lingkaran dari kertas).
3. Ikat dua balon pada simpulnya, lalu lepaskan. Selipkan sedotan sejajar sumbu tiap balon dengan selotip, lalu ukur sudut di antara sedotan dengan busur derajat yang ditempel di simpul. Catat.
4. Ulangi untuk 3, 4, 5, dan 6 balon (ikat berpasangan dulu, lalu gabungkan pasangan-pasangannya). Untuk 5 balon, ukur sudut antara balon 'sabuk' dan antara balon 'sabuk' dengan balon 'kutub'.
5. Buat kelompok 4 balon: 3 balon A + 1 balon B yang ditiup $\pm 20\%$ lebih besar. Ukur sudut di antara balon-balon A.
6. Buat kelompok 4 balon: 2 balon A + 2 balon B besar. Ukur sudut di antara kedua balon A.
7. Bayangkan balon B tidak terlihat. Gambar bentuk yang dibentuk ujung-ujung balon A saja dan beri nama.
8. Buat model mini CH_4 , NH_3 , dan H_2O dari plastisin dan tusuk gigi, lalu cocokkan dengan Lab Mini Balon Elektron.

Tabel pengamatan model balon VSEPR

Susunan balon	Jumlah domain	Bentuk yang terlihat	Sudut terukur ($^\circ$)	Sudut teori ($^\circ$)	Contoh molekul
2 balon sama besar					
3 balon sama besar					
4 balon sama besar					
4 balon: 3 kecil + 1 besar					
4 balon: 2 kecil + 2 besar					
5 balon sama besar					
6 balon sama besar					

Grafik

Buat diagram batang sudut terukur dan sudut teori untuk kelompok 4 balon dengan 0, 1, dan 2 balon besar (sumbu datar: jumlah balon besar; sumbu tegak: sudut antarbalon kecil).



Analisis

1. Mengapa balon-balon yang diikat selalu menyebar sejauh mungkin? Kaitkan dengan pasangan elektron di sekitar atom pusat.

2. Mengapa 4 balon tidak membentuk tanda plus datar (90°) tetapi tetrahedron ($\pm 109,5^\circ$)?

3. Apa yang terjadi pada sudut antarbalon kecil ketika jumlah balon besar bertambah dari 0 ke 1 lalu ke 2? Hubungkan dengan CH_4 , NH_3 , dan H_2O .

4. Mengapa pasangan elektron bebas di dalam molekul nyata 'lebih gemuk' daripada pasangan elektron ikatan?

5. Untuk kelompok 3 kecil + 1 besar, apa nama geometri domainnya dan apa nama bentuk molekulnya? Mengapa keduanya berbeda?

6. Pada 5 balon, ada dua jenis posisi. Sebutkan dan jelaskan mengapa sudutnya tidak semua sama.

7. Sebutkan dua keterbatasan model balon dibandingkan molekul sungguhan.

8. Gunakan temuanmu untuk menjelaskan mengapa CO_2 lurus tetapi H_2O bengkok.

✓ Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang hubungan jumlah domain dengan susunan (geometri) dan sudutnya, serta pengaruh pasangan elektron bebas terhadap sudut ikatan dan bentuk molekul, berdasarkan data kelompokmu.

Refleksi

• Bagian yang paling membuatku berkata "aha!" hari ini adalah ...

• Sekarang, saat melihat balon pesta, aku teringat ...

• Aku masih penasaran tentang ...

Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Balon Elektron** di subbab 12.1: atur PEI dan PEB, bandingkan pilihan sudut "ideal" dan "nyata", lalu selesaikan 🎯 Tantangan. Periksa bentuk 15 molekul pada Molekul 3D **Galeri VSEPR** (subbab 12.2) dan ukur sudut sendiri pada Molekul 3D **Ukur sendiri: siapa yang paling terjepit?** (subbab 12.3).

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b12-1

Kubah Air di Atas Koin Rp500

Bab 13 · Gaya Antarmolekul & Ikatan Logam

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMA kelas X–XI (juga dapat untuk SMP kelas IX sebagai pengayaan)

2 × 45 menit

Model: POE (Predict–Observe–Explain) dalam inkuiri terbimbing

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat mengukur jumlah tetes air, air sabun, dan alkohol 70% yang dapat ditampung di atas sebuah koin.
- Peserta didik dapat membandingkan tegangan permukaan ketiga cairan berdasarkan data percobaan.
- Peserta didik dapat menjelaskan perbedaan hasil dengan jenis dan kekuatan gaya antarmolekul, terutama ikatan hidrogen.
- Peserta didik dapat menjelaskan peran sabun (surfaktan) dalam menurunkan tegangan permukaan dan kaitannya dengan mencuci.

Cerita pemantik



Bima bertaruh dengan Laras: "Koin Rp500 itu kecil. Paling-paling cuma muat lima tetes air, terus tumpah." Laras menggeleng sambil membuka buku catatannya: "Aku tebak lebih dari dua puluh. Air kan punya 'kulit'." Kak Tirta tertawa, "Daripada bertaruh, kita ukur saja." Kimo menambahkan, "Bagaimana kalau airnya diganti alkohol atau air sabun? Apakah kubahnya tetap setinggi itu?"

? Rumusan masalah

Bagaimana jenis cairan (air, air sabun, alkohol 70%) memengaruhi jumlah tetes yang dapat ditampung di atas sebuah koin sebelum tumpah, dan apa hubungannya dengan gaya antarmolekul cairan tersebut?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Jenis cairan (air keran, air sabun, alkohol 70%)	Jumlah tetes yang tertampung sebelum cairan tumpah dari tepi koin	Jenis dan kebersihan koin (Rp500), jenis pipet, tinggi pipet ± 1 cm di atas koin, posisi menetes (tengah koin), kecepatan meneteskan

Alat dan bahan

- 3 keping koin Rp500 yang sama (dicuci dengan sabun, dibilas, dan dikeringkan)
- 3 pipet tetes plastik (satu pipet untuk setiap cairan)
- Air keran ± 50 mL dalam gelas plastik
- Air sabun: 1 tetes sabun cuci piring dalam 50 mL air
- Alkohol 70% (antiseptik dari apotek) ± 20 mL dalam gelas plastik tertutup
- 3 gelas plastik kecil, spidol, dan kertas label
- Nampan atau piring plastik sebagai alas, tisu atau lap

- Penggaris dan kamera HP (untuk memotret kubah dari samping)

Keselamatan

Alkohol 70% mudah menyala: jauhkan dari kompor, lilin, dan obat nyamuk bakar, tutup wadahnya setelah dipakai, dan bekerja di ruangan berventilasi. Jangan mencicipi atau meminum cairan apa pun selama praktikum. Jaga agar air sabun dan alkohol tidak terkena mata; bila terkena, bilas dengan air mengalir dan lapor ke guru. Jangan menukar pipet antarcairan. Lap tumpahan segera agar meja dan lantai tidak licin. Sisa air sabun dan sedikit alkohol boleh dibuang ke wastafel sambil dialiri air. Cuci tangan dan cuci koin setelah selesai.

Langkah kerja

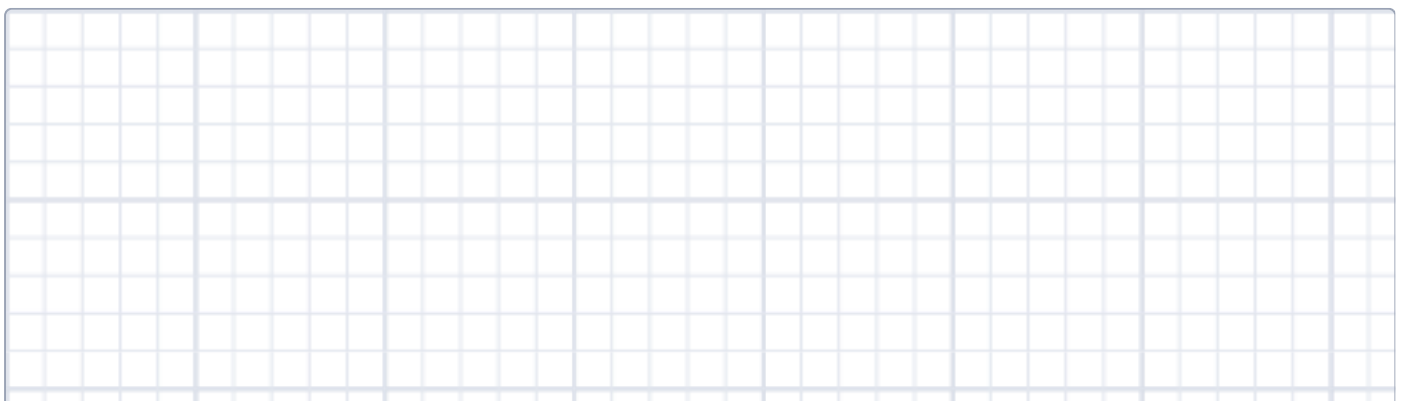
1. Letakkan koin Rp500 yang bersih dan kering di atas nampan. Pastikan nampan datar.
2. Tuliskan prediksimu di tabel: berapa tetes setiap cairan yang muat di atas koin? Cairan mana yang paling banyak?
3. Isi pipet dengan air keran. Pegang pipet tegak ± 1 cm di atas tengah koin dan teteskan satu per satu dengan tekanan yang sama. Hitung setiap tetes dengan suara keras.
4. Amati kubah air dari samping (sejajar mata) dan foto dengan HP saat kubah hampir tumpah.
5. Berhenti saat air meluber dari tepi koin. Catat jumlah tetes yang tertampung (tetes yang membuat tumpah tidak dihitung).
6. Keringkan koin dan ulangi langkah 3–5 sampai tiga kali. Hitung rata-ratanya.
7. Ulangi seluruh langkah untuk air sabun dan alkohol 70%, memakai pipet dan koin yang berbeda atau koin yang sudah dicuci dan dikeringkan.
8. Pengayaan: buat kubah air yang hampir tumpah, lalu sentuhkan ujung tusuk gigi yang telah dicelup sabun ke puncaknya. Amati yang terjadi.

Jumlah tetes yang tertampung di atas koin Rp500

Cairan	Prediksi (tetes)	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Rata-rata	Bentuk kubah
Air keran						
Air sabun						
Alkohol 70%						

Grafik

Buat diagram batang rata-rata jumlah tetes untuk ketiga cairan (sumbu tegak: jumlah tetes).



 Analisis

1. Cairan mana yang paling banyak tetesnya? Urutkan ketiga cairan dari yang paling banyak.

2. Gambarkan bentuk kubah air dari samping. Jelaskan mengapa air dapat menggembung lebih tinggi dari tepi koin tanpa langsung tumpah, memakai kata "tarik-menarik antarmolekul".

3. Gaya antarmolekul apa yang paling berperan pada air? Mengapa tegangan permukaan air sangat tinggi dibandingkan cairan lain?

4. Etanol dalam alkohol juga dapat berikatan hidrogen. Mengapa alkohol 70% menampung jauh lebih sedikit tetes daripada air?

5. Apa yang dilakukan sabun terhadap permukaan air? Jelaskan pada tingkat partikel, lalu hubungkan dengan hasil langkah pengayaan.

6. Sebutkan sumber galat yang dapat membuat data antarkelompok berbeda.

7. Mengapa mencuci pakaian berminyak dengan air sabun lebih efektif daripada dengan air saja?

✓ Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang hubungan antara kekuatan gaya antarmolekul cairan, tegangan permukaan, dan jumlah tetes yang dapat ditampung di atas koin, berdasarkan data kelompokmu.

Refleksi

- Hal yang paling mengejutkan bagiku dalam percobaan ini adalah ...

- Sekarang, saat melihat embun di daun atau anggang-anggang di kolam, aku membayangkan ...

- Pertanyaan yang masih ingin kuselidiki adalah ...

Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Kubah air di atas koin: berapa tetes muat?** di subbab 13.4. Pilih cairan (air, air sabun, alkohol 70%, minyak goreng) dan koin (Rp100 sampai Rp1000), tekan ► Jalankan sampai tumpah, lalu catat hasilnya. Ulangi tiga kali untuk setiap cairan. Bandingkan panjang panah tarikan ke dalam pada lingkaran perbesaran. Pakai juga Grafik Hidup **Titik didih hidrida golongan 14–17** (subbab 13.3) untuk melihat betapa istimewanya ikatan hidrogen air.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b13-4

Sput, Buku, dan Rahasia Boyle

Bab 14 · Wujud Gas & Hukum-Hukum Gas

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMA kelas X-XI (juga bisa untuk SMP kelas VIII-IX tanpa perhitungan tekanan)

2 × 45 menit

Model: Inkuiri terbimbing dengan POE (prediksi-observasi-eksplanasi)

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat mengukur perubahan volume udara terkurung ketika tekanannya diubah pada suhu tetap.
- Peserta didik dapat menghitung tekanan dari gaya berat beban dan luas penampang penghisap spuit.
- Peserta didik dapat menemukan hubungan $P \times V = \text{tetap}$ dari data dan grafik $P-V$ serta $P-1/V$.
- Peserta didik dapat menjelaskan hukum Boyle pada tingkat partikel dan mengaitkannya dengan keselamatan menyelam.

Cerita pemantik



Bima baru pulang dari kursus selam di Raja Ampat. "Instrukturku bilang, jangan pernah menahan napas waktu naik ke permukaan, nanti paru-paru bisa cedera. Masa sih?" Laras mengambil spuit tanpa jarum dari kotak P3K, menutup ujungnya, lalu menekan penghisapnya. "Coba rasakan, makin ditekan makin melawan." Kak Tirta menyodorkan setumpuk buku: "Ayo kita ukur berapa tekanannya dan berapa volumenya. Mungkin ada pola rahasia di balik angka-angka itu."

Rumusan masalah

Bagaimana hubungan antara tekanan dan volume sejumlah udara yang terkurung pada suhu tetap?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Tekanan pada udara (diatur dengan jumlah buku di atas penghisap)	Volume udara di dalam spuit	Jumlah udara (ujung tertutup rapat), suhu ruang, spuit yang sama, cara membaca skala

Alat dan bahan

- Spuit (alat suntik) plastik 20 mL tanpa jarum, 1 buah per kelompok
- Tutup ujung spuit (bawaan) atau plastisin untuk menyumbat ujungnya
- Papan kecil datar $\pm 10 \times 10$ cm (potongan triplek atau kotak CD) sebagai alas beban
- 4 buku yang sama ($\pm 0,4$ kg per buku)
- Timbangan dapur digital
- Penggaris atau jangka sorong untuk mengukur diameter dalam spuit
- Botol plastik 1,5 L berisi pasir dan selotip untuk menegakkan spuit
- Kertas grafik atau aplikasi lembar kerja di HP

Keselamatan

Gunakan spuit baru tanpa jarum; jangan pernah memakai jarum. Jangan mengarahkan ujung spuit ke wajah dan jangan menekan penghisap terlalu kuat karena dapat terlepas mendadak. Tegakkan spuit dengan selotip pada botol berpasir supaya tidak roboh, tumpuk buku perlahan, dan pegangi tumpukan agar tidak jatuh menimpa tangan atau kaki. Jangan memanaskan spuit. Setelah selesai, bersihkan spuit dan simpan untuk praktikum berikutnya; jangan dibuang sembarangan.

Langkah kerja

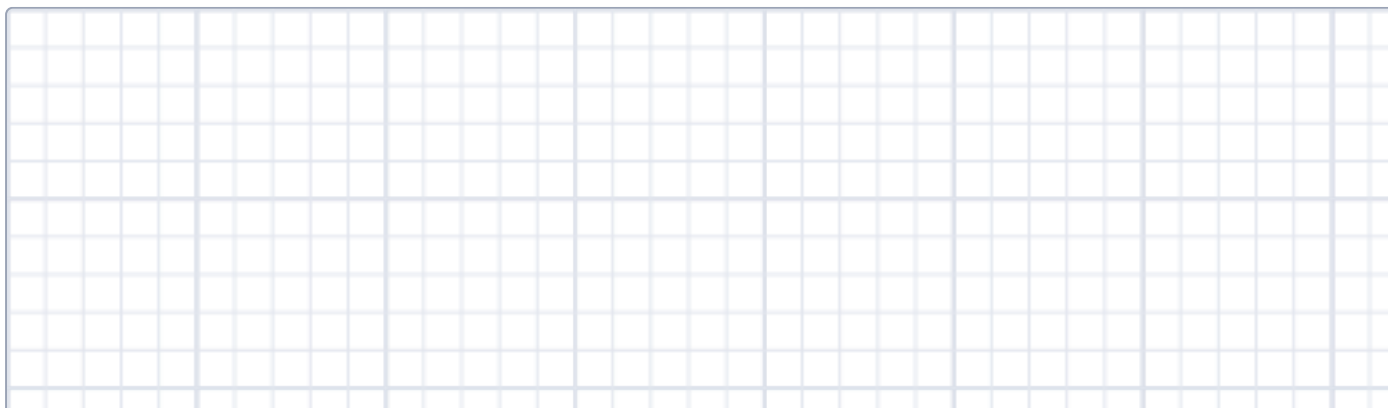
1. Ukur diameter dalam spuit (d) dan hitung luas penampang penghisap $A = \pi d^2/4$ dalam m^2 .
2. Tarik penghisap sampai tanda 20 mL, lalu tutup ujung spuit rapat-rapat. Tekan sebentar lalu lepaskan: penghisap harus kembali ke dekat 20 mL (tanda tidak bocor).
3. Tegakkan spuit (ujung tertutup di bawah) dengan selotip pada botol berpasir. Catat volume tanpa beban.
4. Timbang papan dan setiap buku. Letakkan papan di atas penghisap, ketuk-ketuk ringan badan spuit agar penghisap tidak tersangkut, tunggu 10 detik, lalu baca volumenya setinggi mata.
5. Tambahkan buku satu per satu. Setiap kali, ketuk ringan, tunggu 10 detik, lalu baca volumenya.
6. Hitung tekanan tambahan $\Delta P = mg/A$ ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$) dan tekanan total $P = 101 \text{ kPa} + \Delta P$.
7. Ulangi pengukuran sambil mengurangi buku satu per satu, lalu rata-ratakan volume naik dan turun.
8. Hitung $P \times V$ dan $1/V$ untuk setiap baris, lalu buat grafik.

Tabel pengamatan tekanan dan volume udara di dalam spuit (suhu ruang)

Beban di atas penghisap	Massa total beban (kg)	$\Delta P = mg/A$ (kPa)	P total (kPa)	V terbaca (mL)	$P \times V$ (kPa·mL)	$1/V$ (mL^{-1})
Tanpa beban						
Papan saja						
Papan + 1 buku						
Papan + 2 buku						
Papan + 3 buku						
Papan + 4 buku						

Grafik

Buat dua grafik: (1) P (sumbu tegak) terhadap V (sumbu datar), dan (2) P terhadap $1/V$. Tarik kurva atau garis lurus terbaik pada masing-masing grafik.



7. Seorang penyelam di kedalaman 20 m (tekanan ± 3 atm) menahan napas dengan 2 L udara di paru-parunya, lalu naik ke permukaan (1 atm). Berapa volume udara itu di permukaan, dan mengapa hal ini berbahaya?

✓ Kesimpulan

Tuliskan hubungan antara tekanan dan volume udara pada suhu tetap berdasarkan data dan grafik kelompokmu, lengkap dengan bukti angka $P \times V$ dan penjelasan pada tingkat partikel.

💡 Refleksi

- Bagian percobaan yang paling seru bagiku adalah ...
- Sekarang aku paham mengapa penyelam ...
- Satu hal tentang gas yang masih membuatku penasaran adalah ...

💻 Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Kotak Gas** di subbab 14.1: biarkan suhu dan jumlah partikel tetap, seret piston ke beberapa posisi, tekan 🖱️ **Catat titik P-V**, dan bandingkan titik-titiknya dengan kurva isoterm. Lalu buka Grafik Hidup **Isoterm Boyle** di subbab 14.2 dan periksa bahwa luas persegi panjang $P \times V$ selalu sama, serta coba **Adu Cepat Boyle**.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b14-2

Detektif Label: Membongkar Nama Kimia di Rak Warung

Bab 15 • Bahasa Kimia: Rumus & Tata Nama

Investigasi kelompok (penemuan terbimbing) + diskusi kelas

SMA kelas X (bisa disederhanakan untuk SMP kelas IX)



2 x 40 menit

Model: Discovery Learning

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat mengidentifikasi nama zat kimia yang tercantum pada label produk rumah tangga.
- Peserta didik dapat menuliskan rumus kimia dan nama IUPAC dari nama dagang produk.
- Peserta didik dapat mengelompokkan zat menjadi senyawa ion, kovalen, asam, basa, garam, dan hidrat.
- Peserta didik dapat menjelaskan pentingnya nama IUPAC bagi keselamatan konsumen.

Cerita pemantik



Sepulang sekolah, Laras dan Bima mampir ke warung untuk membeli bahan pesanan ibu. Bima bingung melihat dua bungkus bertuliskan "soda" dan dua botol yang sama-sama cair bening. "Kok namanya mirip semua, ya?" keluhnya. Laras mengeluarkan kaca pembesar: "Coba baca komposisinya. Di sini tertulis natrium bikarbonat, di sana natrium hidroksida." Kimo yang bertengger di rak berbisik, "Setiap label menyimpan rahasia. Siapa yang bisa membongkarnya, dialah detektif kimia sejati!"

? Rumusan masalah

Zat kimia apa saja yang tersembunyi di balik nama dagang produk rumah tangga, dan bagaimana rumus serta nama IUPAC-nya?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Alat dan bahan

- 8–10 kemasan bekas yang sudah kosong dan dibilas bersih, atau foto labelnya: cuka dapur, soda kue, garam beryodium, kapur sirih, pasta gigi berfluorida, tawas
- Foto label (tidak dibawa ke kelas): pemutih pakaian, soda api, terusi, pupuk ZA
- 1 kaca pembesar per kelompok untuk membaca tulisan kecil
- Tabel ion (subbab 15.3) dan tabel nama dagang ↔ IUPAC (subbab 15.6), dicetak atau dibuka di gawai
- Lembar kerja, pulpen, dan stiker label warna
- Ponsel untuk memotret dan mencari data piktogram

Keselamatan

Kegiatan ini hanya membaca label. Pakai kemasan yang sudah kosong dan dibilas bersih oleh orang dewasa, atau foto labelnya. Pemutih, soda api, terusi, pembersih porselen, dan pupuk TIDAK dibawa ke kelas. Jangan membuka, mencium, mencicipi, menuang, atau mencampur isi kemasan apa pun. Bila ada

sisanya serbuk atau cairan di kemasan, laporkan ke guru dan jangan disentuh. Cuci tangan dengan sabun setelah kegiatan.

Langkah kerja

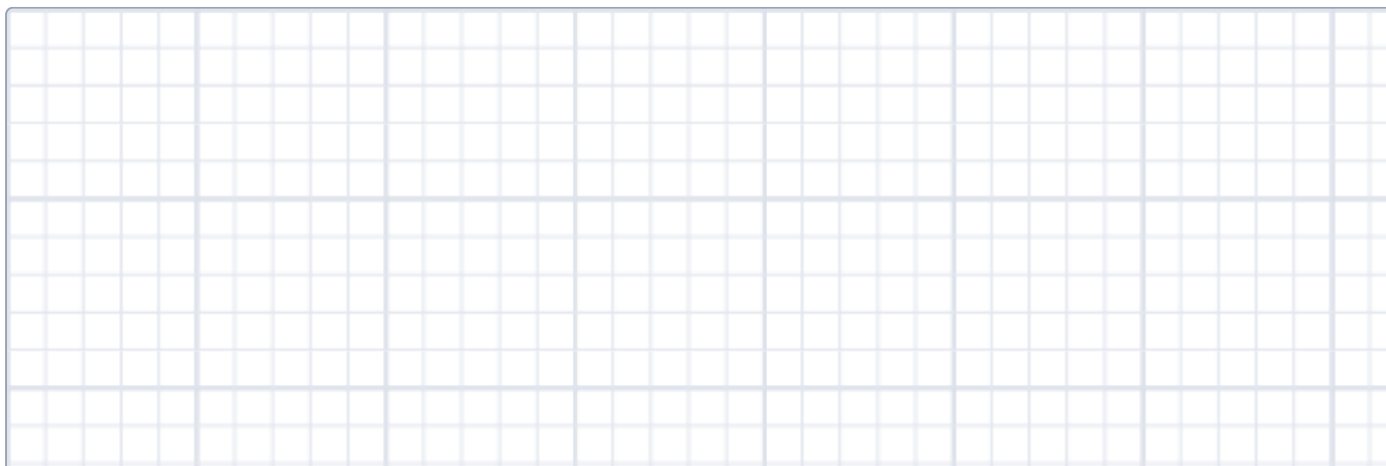
1. Tulis dugaan kelompok: produk mana yang menurutmu mengandung senyawa ion, dan mana yang mengandung asam?
2. Amati setiap kemasan atau foto label. Dengan kaca pembesar, temukan bagian "komposisi", "bahan aktif", atau "kandungan".
3. Catat nama dagang dan nama kimia yang tertulis di label ke dalam tabel pengamatan. Bila tidak ada nama kimia, tulis "tidak tercantum".
4. Dengan tabel ion (subbab 15.3), tuliskan rumus kimia setiap zat. Periksa: apakah muatan totalnya nol?
5. Tuliskan nama IUPAC yang tepat, termasuk angka Romawi atau awalan hidrat bila perlu.
6. Kelompokkan setiap zat: senyawa ion, kovalen, asam, basa, garam, hidrat, atau campuran.
7. Catat pictogram bahaya atau kalimat peringatan pada label.
8. Bandingkan hasil dengan kelompok lain dan diskusikan perbedaannya.

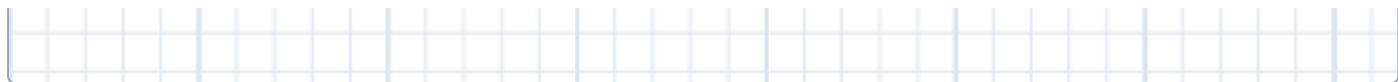
Tabel hasil investigasi label

Produk (nama dagang)	Nama kimia di label	Rumus kimia	Nama IUPAC	Jenis zat	Peringatan/piktogram
Cuka dapur					
Soda kue					
Garam beryodium					
Kapur sirih					
Pemutih pakaian					
Terusi					
Pasta gigi berfluorida					
Tawas					

Grafik

Buat diagram batang jumlah produk menurut jenis zat (ion, kovalen, asam, basa, garam, hidrat) dari data seluruh kelas.





Analisis

1. Produk mana yang labelnya sudah mencantumkan nama kimia, dan mana yang hanya memakai nama dagang?

2. Kelompokkan zat temuanmu menjadi senyawa ion, senyawa kovalen, asam, basa, garam, dan hidrat. Apa ciri rumus setiap kelompok?

3. Mengapa tembaga(II) sulfat memakai angka Romawi, sedangkan natrium hipoklorit tidak?

4. Soda kue (NaHCO_3) dan soda api (NaOH) sama-sama mengandung natrium. Jelaskan perbedaannya pada tingkat ion dan akibatnya bagi keselamatan.

5. Tentukan bilangan oksidasi Cl dalam NaClO dan I dalam KIO_3 .

6. Label pemutih menulis "jangan dicampur dengan pembersih lain". Jelaskan alasannya dan sarankan cara aman memakainya.

7. Mengapa nama IUPAC penting bagi pembeli, pedagang, dan petugas BPOM?

✓ Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan kelompokmu tentang hubungan nama dagang, rumus kimia, dan nama IUPAC, serta mengapa membaca label penting bagi keselamatan.

💡 Refleksi

- Nama dagang yang paling mengejutkan bagiku ternyata adalah ...

- Mulai sekarang, sebelum memakai produk pembersih, aku akan ...

- Aku masih penasaran tentang ...

💻 Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Mesin Nama** di subbab 15.3: mode Rakit untuk menyusun NaClO (pemutih), KIO₃ (garam beryodium), dan CuSO₄ (terusi), lalu mode Tebak untuk berlatih. Ulangi ion poliatom dengan **Kartu Memori Ion Poliatom** (subbab 15.3) dan cocokkan hasilmu dengan tabel **nama dagang ↔ IUPAC** di subbab 15.6.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b15-6

Chemipedia · LKPD Bab 15 · © 2026 dr. Rachmat Hidayat, M.Sc, PhD · Editor: Abdullah Hanif Hidayat · Boleh diperbanyak untuk pembelajaran nonkomersial.

Timbangan Lavoisier di Dapur: Benarkah Massa Kekal?

Bab 16 • Persamaan Reaksi & Hukum Dasar Kimia

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMA kelas X (juga bisa untuk SMP kelas IX)

2 × 40 menit

Model: POE (Predict–Observe–Explain) dengan inkuiri terbimbing

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat membandingkan perubahan massa reaksi soda kue dan cuka pada sistem terbuka dan sistem tertutup.
- Peserta didik dapat menuliskan persamaan reaksi setara lengkap dengan wujud zat.
- Peserta didik dapat menjelaskan hukum kekekalan massa pada tingkat partikel.
- Peserta didik dapat mengidentifikasi sumber galat, termasuk gaya apung udara pada balon.

Cerita pemantik



Malam itu listrik padam. Laras menimbang lilin sebelum dan sesudah menyala satu jam: massanya turun dari 50,0 g menjadi 44,0 g. "Lavoisier salah!" seru Bima. Esoknya Kak Tirta membawa soda kue, cuka, balon, dan botol bekas minuman bersoda. "Kita uji saja. Kalau semua gasnya kita kurung, apakah timbangan tetap turun?" Kimo berbisik, "Hati-hati, ada satu jebakan kecil yang mengapung di udara..."

Rumusan masalah

Bagaimana perubahan massa reaksi soda kue dan cuka bila dilakukan dalam sistem terbuka, sistem tertutup berbalon, dan sistem tertutup rapat? Apakah massa benar-benar dapat hilang?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Jenis sistem (A: gelas terbuka, B: botol + balon, C: botol bersoda bertutup rapat)	Perubahan massa yang terbaca di timbangan	Takaran soda kue (± 2 g) dan cuka (50 mL), timbangan yang sama, waktu tunggu sampai buih berhenti

Alat dan bahan

- Timbangan dapur digital (ketelitian 0,1 g; bila hanya ada 1 g, gandakan takaran untuk sistem A saja)
- Cuka dapur ± 150 mL (tiga kali 50 mL)
- Soda kue (natrium hidrogen karbonat) $3 \times \frac{1}{2}$ sendok teh (± 2 g)
- 1 gelas plastik bening dan secarik kertas kecil
- 1 botol plastik bekas 600 mL dan 1 balon karet
- 1 botol bekas minuman bersoda 600 mL lengkap dengan tutupnya (dinding tebal)
- Tisu, corong dari kertas, sendok teh, gelas ukur atau gelas takar dapur
- Kacamata pelindung atau kacamata biasa

Keselamatan

Pakai kacamata selama percobaan. Takaran soda kue paling banyak $\frac{1}{2}$ sendok teh per wadah. Untuk sistem C, pakai hanya botol bekas minuman bersoda yang dindingnya tebal (dirancang menahan tekanan gas), jangan botol kaca atau botol air mineral tipis, dan jangan mengguncangnya keras-keras. Buka tutup botol perlahan sambil diarahkan menjauhi wajah. Bila cuka terciprat ke mata, bilas dengan air mengalir. Jangan mencicipi bahan atau campurannya. Buang larutan sisa ke wastafel sambil dialiri air, lalu cuci tangan.

Langkah kerja

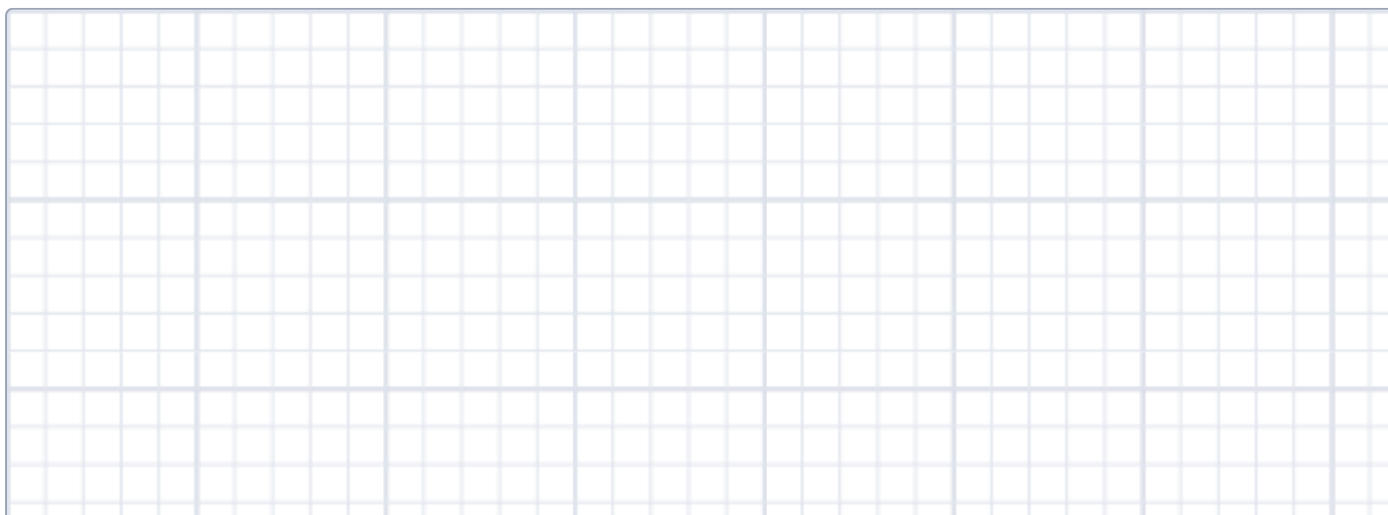
1. Tulis prediksi kelompokmu: pada sistem A, B, dan C, apakah massa akan berkurang, tetap, atau bertambah? Berikan alasannya.
2. Sistem A: tuang 50 mL cuka ke gelas plastik. Taruh $\frac{1}{2}$ sendok teh soda kue di atas secarik kertas. Letakkan gelas dan kertas bersama-sama di timbangan, catat massa awal.
3. Tuang soda kue ke dalam cuka (kertas tetap di timbangan). Setelah buih berhenti (± 3 menit), catat massa akhir.
4. Sistem B: tuang 50 mL cuka ke botol 600 mL. Masukkan $\frac{1}{2}$ sendok teh soda kue ke balon dengan corong kertas, pasang balon di mulut botol tanpa menumpahkan isinya. Timbang (massa awal).
5. Tegakkan balon agar soda kue jatuh ke cuka. Amati balon. Setelah buih berhenti, timbang lagi (massa akhir).
6. Sistem C: tuang 50 mL cuka ke botol bekas minuman bersoda. Bungkus $\frac{1}{2}$ sendok teh soda kue dengan selembar kecil tisu. Timbang botol, tutup, dan bungkus tisu bersama-sama (massa awal).
7. Masukkan bungkus tisu ke botol dan segera tutup rapat. Tunggu sampai buih berhenti, lalu timbang (massa akhir). Buka tutup perlahan setelah selesai menimbang.
8. Hitung perubahan massa setiap sistem dan isi tabel.

Tabel pengamatan perubahan massa

Sistem	Massa awal (g)	Massa akhir (g)	Perubahan massa (g)	Pengamatan
A • Gelas terbuka				
B • Botol + balon				
C • Botol bertutup rapat				

Grafik

Buat diagram batang perubahan massa (g) untuk sistem A, B, dan C. Tandai garis nol sebagai "massa tetap".



Analisis

1. Sistem mana yang massanya paling banyak berkurang? Ke mana perginya massa itu?

2. Tuliskan persamaan reaksi setara antara soda kue (NaHCO_3) dan asam asetat dalam cuka (CH_3COOH), lengkap dengan wujud zat.

3. Pada sistem C, buih terbentuk tetapi massa tidak berubah. Jelaskan pada tingkat partikel (atom dan molekul).

4. Timbangan yang teliti biasanya menunjukkan sistem B sedikit berkurang massanya. Apakah ada massa yang hilang? Jelaskan dengan gaya apung udara (hukum Archimedes).

5. Perbandingan massa NaHCO_3 : CO_2 adalah 84 : 44. Hitung massa CO_2 yang seharusnya terbentuk dari 2,0 g soda kue, lalu bandingkan dengan pengurangan massa sistem A. Mengapa berbeda sedikit?

6. Mengapa sistem A tidak dapat dipakai untuk membuktikan hukum kekekalan massa?

7. Kayu yang dibakar menjadi lebih ringan, sedangkan paku yang berkarat menjadi lebih berat. Jelaskan keduanya dengan konsep sistem terbuka.

✓ Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang hukum kekekalan massa berdasarkan data ketiga sistem. Sebutkan syarat agar hukum itu dapat dibuktikan dengan timbangan, dan satu sumber galat terbesar dalam percobaanmu.

💡 Refleksi

- Prediksiku yang ternyata keliru adalah ...
- Sekarang aku bisa menjelaskan "massa hilang" pada lilin atau kayu sebagai ...
- Bagian percobaan yang paling menyenangkan bagiku adalah ...

💻 Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Timbangan Lavoisier: terbuka atau tertutup?** di subbab 16.3: jalankan reaksi soda kue + cuka pada sistem terbuka dan tertutup, lalu nyalakan "timbangan super teliti" untuk melihat efek gaya apung balon. Coba juga lilin dan wol besi berkarat. Setarakan persamaannya dengan **Penyetara Reaksi** di subbab 16.2 dan hitung massa gas kayu bakar dengan Rumus Hidup **Ke mana perginya massa kayu?**

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b16-3

Satu Mol di Dapurku

Bab 17 • Konsep Mol

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMA kelas X (juga bisa untuk SMP kelas IX)



2 x 40 menit

Model: Inkuiri terbimbing

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat menghitung massa satu mol beberapa zat dari rumus kimianya.
- Peserta didik dapat menimbang dan membandingkan zat dengan jumlah mol yang sama.
- Peserta didik dapat menjelaskan mengapa jumlah mol yang sama memiliki massa dan volume yang berbeda.
- Peserta didik dapat menghitung jumlah partikel dalam sejumlah massa zat.

Cerita pemantik



Bima ingin tahu berapa banyak "satu mol" itu. "Kalau satu mol berisi 602 ribu miliar miliar partikel, pasti banyak sekali, ya? Sekarang?" tanyanya. Laras membuka buku catatannya: "Kita tidak perlu menebak. Ar dan Mr bisa memberi tahu kita massanya. Ayo kita timbang!" Kak Tirta menyiapkan timbangan dapur dan berkata, "Hari ini dapur kita jadi laboratorium."

Rumusan masalah

Berapa massa dan seberapa banyak (volume) satu mol garam, gula, air, dan soda kue? Mengapa jumlah partikel yang sama bisa tampak sangat berbeda?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Jenis zat (garam, gula, air, soda kue)	Massa dan volume satu mol zat	Jumlah zat (selalu 1 mol), timbangan yang sama, cara menakar yang sama

Alat dan bahan

- Timbangan dapur digital (ketelitian 1 g; lebih baik 0,1 g)
- Garam dapur (NaCl) ± 60 g
- Gula pasir ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) ± 350 g
- Air ± 20 mL
- Soda kue (NaHCO_3) ± 90 g
- 4 gelas plastik bening atau mangkuk kecil
- Sendok makan dan sendok teh
- Spidol dan kertas label

Keselamatan

Semua bahan adalah bahan pangan, tetapi jangan dicicipi selama praktikum karena alat dipakai bersama. Bersihkan tumpahan gula agar lantai tidak licin dan tidak mengundang semut. Cuci tangan setelah selesai.

Sisa bahan yang bersih dapat dikembalikan ke dapur.

Langkah kerja

1. Hitung Mr setiap zat dari rumusnya: NaCl, $C_{12}H_{22}O_{11}$, H_2O , dan $NaHCO_3$ (Ar H = 1, C = 12, O = 16, Na = 23, Cl = 35,5). Tulis di tabel.
2. Tulis hipotesis: zat mana yang menurutmu paling banyak tumpukannya untuk satu mol?
3. Letakkan gelas kosong di timbangan, tekan tombol nol (tara).
4. Masukkan garam sedikit demi sedikit sampai massanya sama dengan Mr garam dalam gram. Beri label "1 mol NaCl".
5. Ulangi untuk gula, air, dan soda kue di gelas terpisah.
6. Hitung berapa sendok makan setiap zat dan perkirakan volumenya dengan membaca skala gelas (bila ada atau membandingkan tinggi tumpukan).
7. Jajarkan keempat gelas, foto, lalu hitung jumlah partikel dalam satu sendok teh garam (± 5 g).

Tabel pengamatan satu mol bahan dapur

Zat	Rumus	Mr	Massa 1 mol (g)	Banyak sendok makan	Kesan tumpukan
Garam dapur					
Gula pasir					
Air					
Soda kue					

Grafik

Buat diagram batang massa satu mol keempat zat (sumbu tegak: massa dalam gram).



Analisis

1. Zat mana yang massa satu molnya paling besar? Mengapa?

2. Keempat gelas berisi jumlah partikel yang sama. Jelaskan dengan bahasamu mengapa tumpukannya berbeda.

3. Berapa mol yang ada dalam satu sendok teh garam (± 5 g)? Berapa jumlah partikel NaCl-nya?

4. Jika kamu mengganti gula pasir dengan glukosa ($C_6H_{12}O_6$), apakah massa satu mol menjadi lebih besar atau lebih kecil? Hitunglah.

5. Bandingkan hasil timbanganmu dengan Mr. Apa saja sumber perbedaan atau galatnya?

6. Seorang pedagang berkata, "1 kg gula dan 1 kg garam itu sama banyaknya." Benarkah pernyataan itu bila yang dimaksud adalah jumlah partikel? Jelaskan.

Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang hubungan antara Mr, massa satu mol, dan jumlah partikel berdasarkan data kelompokmu.

Refleksi

- Hal yang paling mengejutkan bagiku hari ini adalah ...
- Sekarang aku bisa membayangkan satu mol sebagai ...
- Aku masih ingin tahu tentang ...

Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Timbangan Mol** di subbab 17.3: pilih mode "mol sama" dan "massa sama" untuk membandingkan garam, gula, air, besi, dan emas. Cocokkan Mr dengan **Molekul 3D** "Hitung atomnya, dapatkan Mr" dan Rumus Hidup **Mol dari massa**.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b17-3

Chemipedia · LKPD Bab 17 · © 2026 dr. Rachmat Hidayat, M.Sc, PhD · Editor: Abdullah Hanif Hidayat · Boleh diperbanyak untuk pembelajaran nonkomersial.

Balon Soda Kue: Siapa yang Habis Duluan?

Bab 18 • Stoikiometri Reaksi

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMA kelas X (juga dapat untuk SMP kelas IX dengan bimbingan)

2 × 40 menit

Model: POE (predict–observe–explain) dalam inkuiri terbimbing

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat menyelidiki pengaruh massa soda kue terhadap volume gas CO_2 yang dihasilkan bila jumlah cuka dibuat tetap.
- Peserta didik dapat menentukan pereaksi pembatas dan pereaksi berlebih dari data volume balon dan sisa padatan.
- Peserta didik dapat menghitung massa soda kue yang tepat setara dengan asam asetat dalam cuka memakai perbandingan mol.
- Peserta didik dapat membandingkan volume gas terukur dengan volume teoretis dan menjelaskan penyebab perbedaannya.

Cerita pemantik



Laras ingin membuat bolu kukus yang mekar untuk ulang tahun adiknya. Resepnya menulis "1 sendok teh soda kue + 2 sendok makan cuka". Bima berseloroh, "Tambah saja soda kuenya lima sendok, pasti bolunya makin mekar!" Kak Tirta tersenyum, "Kita uji dulu dengan balon. Kalau gasnya berhenti bertambah, berarti ada bahan yang habis duluan." Kimo menambahkan, "Dan soda kue yang tidak ikut bereaksi membuat kue terasa getir seperti sabun!"

Rumusan masalah

Bagaimana pengaruh massa soda kue terhadap volume gas yang dihasilkan bila volume dan kadar cuka dibuat tetap? Pada massa berapa soda kue tepat setara dengan asam asetat, dan pereaksi mana yang membatasi di setiap botol?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Massa soda kue (0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 g)	Volume gas CO_2 (dihitung dari lingkaran balon) dan ada/tidaknya sisa padatan	Volume cuka (50 mL), kadar cuka (5%), jenis botol dan balon, suhu ruang, waktu tunggu (3 menit)

Alat dan bahan

- 6 botol plastik bekas sejenis (± 600 mL), dicuci dan dikeringkan
- 6 balon karet berukuran sama (tiup lalu kempiskan sekali agar lentur)

- Soda kue (natrium bikarbonat, NaHCO_3) ± 20 g
- Cuka dapur kadar 5% ± 300 mL (cuka 25% diencerkan dulu: 1 bagian cuka + 4 bagian air)
- Timbangan dapur digital (ketelitian 0,1 g) dan gelas takar 50 mL
- Corong dari kertas, sendok teh, meteran jahit, spidol, dan lap
- Kacamata pelindung (atau kacamata renang/kacamata biasa) untuk setiap anggota

⚠ Keselamatan

Pakai kacamata selama percobaan: cipratan cuka terasa perih di mata; bila terkena, segera bilas dengan air mengalir. Gunakan cuka dapur $\pm 5\%$ dan jangan memakai cuka biang tanpa diencerkan. Pakai botol plastik, bukan botol kaca, dan jangan menutup botol dengan tutup ulir selama reaksi. Jangan menghirup atau meniup gas dari balon, dan jangan mencicipi bahan maupun campurannya karena alat dipakai bersama. Lepaskan gas dari balon di dekat jendela. Buang cairan sisa ke wastafel sambil dialiri banyak air, keringkan lantai yang basah, lalu cuci tangan.

📋 Langkah kerja

1. Tuliskan prediksimu: bagaimana bentuk grafik volume gas terhadap massa soda kue? Apakah akan terus naik?
2. Beri label botol A–F. Masukkan 50 mL cuka 5% ke setiap botol memakai gelas takar.
3. Timbang soda kue 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; dan 5,0 g di atas kertas (pakai tombol tara). Dengan corong kertas, masukkan setiap takaran ke balon yang berbeda.
4. Pasang mulut balon A ke mulut botol A tanpa menumpahkan soda kue. Ulangi untuk semua botol sehingga keenam balon terkulai di samping botolnya.
5. Tegakkan semua balon hampir bersamaan agar soda kue jatuh ke cuka. Goyangkan botol perlahan dan tunggu 3 menit sampai gelembung berhenti.
6. Ukur lingkaran balon di bagian terlebar dengan meteran jahit. Hitung perkiraan volume gas: $V \approx \frac{C^3}{6\pi^2}$ (C dalam cm, V dalam mL).
7. Amati dasar setiap botol: apakah masih ada serbuk putih? Tambahkan satu sendok makan cuka baru ke botol yang berserbuk dan catat apakah muncul gelembung lagi.
8. Catat semua data di tabel, lalu buat grafik volume gas terhadap massa soda kue.

📋 Tabel pengamatan balon soda kue (cuka 50 mL, kadar 5%)

Botol	Massa soda kue (g)	Mol NaHCO_3	Lingkar balon (cm)	Volume gas (mL)	Sisa serbuk di dasar? (ya/tidak)
A					
B					
C					
D					
E					
F					

Grafik

Buat grafik volume gas (sumbu tegak) terhadap massa soda kue (sumbu datar). Tarik dua garis lurus: garis naik melalui titik A–D dan garis datar melalui titik E–F. Titik potong kedua garis menunjukkan massa soda kue yang tepat setara dengan asam asetat.



Analisis

1. Bagaimana ukuran balon berubah dari botol A sampai F? Mulai botol mana balon berhenti membesar?

2. Tuliskan persamaan reaksi setara antara asam asetat (CH_3COOH) dan soda kue (NaHCO_3).

3. Hitung mol asam asetat dalam 50 mL cuka 5% (anggap 5 g asam asetat per 100 mL; Mr 60). Berapa gram soda kue (Mr 84) yang tepat habis bereaksi dengannya?

4. Tentukan pereaksi pembatas di botol A–D dan di botol E–F. Bukti pengamatan apa yang mendukung jawabanmu?

5. Hitung volume CO₂ teoretis di botol C pada suhu kamar (1 mol gas $\approx$ 24 L), lalu hitung "rendemen gas" = volume terukur $\div$ volume teoretis $\times$ 100%.

6. Sebutkan minimal tiga alasan mengapa volume gas terukur lebih kecil daripada volume teoretis.

7. Jelaskan pada tingkat partikel mengapa menambah soda kue setelah titik setara tidak menambah gas.

8. Kembali ke bolu Laras: mengapa resep kue harus menakar soda kue dan bahan asam dengan perbandingan tertentu? Apa akibatnya bila soda kue berlebihan?

Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang hubungan massa soda kue dengan volume gas, massa soda kue yang tepat setara dengan 50 mL cuka 5%, dan cara mengenali pereaksi pembatas dari data percobaan.

Refleksi

• Bagian percobaan yang paling membuatku penasaran adalah ...

• Sekarang aku memahami pereaksi pembatas sebagai ...

• Takaran bahan di dapur rumahku yang ingin kuhitung ulang adalah ...

Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Reaktor Balon: soda kue + cuka** di subbab 18.5: dengan cuka 50 mL berkadar 5%, geser massa soda kue dari 0 sampai 8 g dan catat volume CO₂ teoretis setiap 0,5 g. Bandingkan titik patah grafiknya dengan data kelompokmu. Lanjutkan dengan Lab Mini **Pabrik Martabak** (mode molekul) dan Grafik Hidup **Besi + belerang** di subbab 18.3 untuk melihat pereaksi pembatas pada tingkat partikel.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b18-3

Chemipedia · LKPD Bab 18 · © 2026 dr. Rachmat Hidayat, M.Sc, PhD · Editor: Abdullah Hanif Hidayat · Boleh diperbanyak untuk pembelajaran nonkomersial.

Kaleng Ajaib: Adu Nilai Kalor Lilin, Spiritus, dan Minyak Sawit

Bab 19 · Termokimia

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMA kelas XI (juga cocok untuk SMP kelas IX sebagai pengayaan)

2 × 45 menit

Model: Inkuiri terbimbing dengan POE (predict–observe–explain)

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat merakit kalorimeter kaleng sederhana untuk mengukur kalor yang diserap air.
- Peserta didik dapat menghitung kalor dengan $q = mc\Delta T$ dan nilai kalor bahan bakar dalam kJ/g.
- Peserta didik dapat membandingkan nilai kalor terukur dengan nilai literatur dan menjelaskan sumber galatnya.
- Peserta didik dapat mengaitkan nilai kalor dengan pemilihan bahan bakar di rumah tangga dan industri Indonesia.

Cerita pemantik



Malam itu di Ranu Kumbolo, kompor portabel Kak Tirta kehabisan gas. Bima menawarkan lilin cadangan, Laras menunjuk lampu spiritus, sedangkan Kimo datang membawa botol minyak goreng sawit. "Mana yang paling hemat untuk memanaskan air teh?" tanya Bima. Laras membuka buku catatannya: "Yang penting bukan besar kecilnya api, tetapi berapa kilojoule yang keluar dari setiap gram bahan bakar." Kak Tirta tersenyum, "Ayo kita ukur dengan kaleng bekas!"

Rumusan masalah

Bahan bakar mana (lilin, spiritus, atau minyak goreng sawit) yang memberikan kalor paling banyak per gram, dan mengapa nilai terukurnya lebih kecil daripada nilai literatur?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Jenis bahan bakar (lilin parafin, spiritus, minyak goreng sawit)	Kenaikan suhu air dan massa bahan bakar yang terbakar, lalu nilai kalor (kJ/g)	Massa air (100 g), kaleng yang sama, jarak nyala ke dasar kaleng (± 2 cm), target kenaikan suhu (20 °C), suhu awal air

Alat dan bahan

- Kaleng minuman aluminium bekas (dibersihkan), dilubangi dua di dekat bibir untuk batang penggantung
- Statif dan klem, atau dua tumpuk batu bata dengan batang besi untuk menggantung kaleng
- Termometer dapur atau termometer digital 0–100 °C (bukan termometer raksa)

- Timbangan dapur digital ketelitian 0,01 g (atau 0,1 g)
- Gelas ukur 100 mL dan air keran 100 mL untuk setiap percobaan
- Lilin kecil di atas tutup kaleng, lampu spiritus kecil, dan pelita minyak goreng (botol kaca kecil, sumbu kain katun, minyak goreng sawit)
- Korek api, kain lap basah, ember kecil berisi air, sarung tangan kain tebal atau penjepit
- Stopwatch HP, alat tulis, kertas grafik

Keselamatan

Praktikum ini memakai api, jadi wajib diawasi guru atau orang dewasa. Ikat rambut panjang, gulung lengan baju, dan jauhkan buku, tisu, serta botol spiritus cadangan minimal 1 meter dari api. Bekerjalah di meja tahan panas di ruang berventilasi baik, jauh dari tirai. Jangan pernah menambah spiritus ke lampu yang masih menyala atau masih panas. Siapkan kain basah dan ember air; bila api membesar, tutup dengan kain basah. Kaleng dan alasnya sangat panas: pegang dengan sarung tangan tebal atau penjepit. Jangan menghirup asap jelaga dan jangan mencicipi bahan apa pun. Setelah selesai, padamkan semua api, biarkan alat dingin, simpan sisa minyak dalam wadah tertutup (jangan dibuang ke wastafel), dan cuci tangan.

Langkah kerja

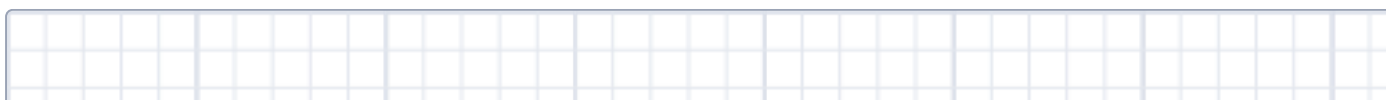
1. Tulis prediksimu: urutkan ketiga bahan bakar dari nilai kalor terbesar sampai terkecil, beserta alasannya.
2. Ukur 100 mL air keran (= 100 g) dengan gelas ukur, tuang ke kaleng, lalu gantung kaleng pada statif sehingga dasarnya ± 2 cm di atas sumbu.
3. Aduk air perlahan dengan termometer dan catat suhu awalnya.
4. Timbang lilin beserta alasnya (massa awal) dengan ketelitian 0,01 g.
5. Nyalakan lilin, letakkan di bawah kaleng, mulai stopwatch, dan aduk air perlahan.
6. Saat suhu air tepat naik 20 °C, padamkan lilin dengan cara ditutup (jangan ditiup ke arah teman), lalu catat suhu tertinggi.
7. Timbang kembali lilin beserta alasnya (massa akhir) setelah agak dingin.
8. Ganti air dengan 100 g air baru bersuhu awal sama, bersihkan jelaga di dasar kaleng, lalu ulangi langkah 3–7 untuk lampu spiritus dan pelita minyak goreng.
9. Hitung $q = m \times 4,18 \times \Delta T$, massa bahan bakar yang terbakar, dan nilai kalor (kJ/g) setiap bahan bakar.

Data kalorimeter kaleng

Bahan bakar	Massa awal (g)	Massa akhir (g)	Massa terbakar (g)	T awal air (°C)	T akhir air (°C)	q air (kJ)	Nilai kalor (kJ/g)
Lilin parafin							
Spiritus							
Minyak goreng sawit							

Grafik

Buat diagram batang berdampingan: nilai kalor terukur dan nilai literatur (lilin ± 46 , spiritus ± 30 , minyak goreng sawit ± 39 kJ/g) untuk setiap bahan bakar.





Analisis

1. Bahan bakar mana yang nilai kalor terukurnya paling besar? Apakah sesuai dengan prediksiimu?

2. Hitung efisiensi setiap percobaan ($\text{nilai terukur} \div \text{nilai literatur} \times 100\%$). Mengapa semuanya jauh di bawah 100%?

3. Mengapa dasar kaleng menjadi hitam pada lilin dan minyak goreng, tetapi hampir bersih pada spiritus? Tuliskan contoh persamaan pembakaran tidak sempurna yang menghasilkan karbon.

4. Jelaskan di tingkat partikel mengapa pembakaran melepaskan kalor (gunakan istilah memutus dan membentuk ikatan).

5. Sarankan dua perubahan rancangan alat agar hasilnya lebih mendekati nilai literatur.

6. Nilai kalor spiritus lebih kecil daripada minyak goreng, tetapi spiritus dipakai di laboratorium. Berikan dua alasannya.

7. Indonesia memakai biodiesel B35 dari minyak sawit. Berdasarkan datamu dan nilai literatur, bagaimana nilai kalor minyak sawit dibandingkan solar (± 45 kJ/g)?

✓ Kesimpulan

Tuliskan urutan nilai kalor ketiga bahan bakar berdasarkan datamu, bandingkan dengan nilai literatur, dan jelaskan faktor utama yang membuat hasil percobaan lebih kecil.

💡 Refleksi

- Bagian percobaan yang paling seru bagiku adalah ...
- Sekarang aku paham bahwa api yang besar belum tentu berarti ...
- Di rumah, aku bisa menghemat bahan bakar dengan cara ...

💻 Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Kalorimeter Kaleng**: **adu nilai kalor** di subbab 19.6. Pilih lilin, spiritus, butana, biodiesel sawit, dan kayu; atur 100 g air dan target kenaikan 20 °C; nyalakan dan matikan *perisai angin* untuk melihat pengaruh kebocoran kalor. Bandingkan dengan Rumus Hidup **Nilai kalor bahan bakar** dan Penyetara pembakaran di subbab yang sama.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b19-6

Koin, Kamar, dan Entropi: Mengapa yang Acak Selalu Menang?

Bab 20 · Entropi & Energi Bebas Gibbs

Praktikum kelompok (simulasi peluang, penemuan terbimbing)

SMA kelas XI (juga bisa untuk SMP kelas IX sebagai pengayaan)

2 × 45 menit

Model: Inkuiri terbimbing dengan POE (predict–observe–explain)

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat membedakan makrostate dan mikrostate melalui percobaan melempar koin.
- Peserta didik dapat menghitung banyaknya mikrostate W setiap makrostate dan membandingkannya dengan frekuensi hasil percobaan.
- Peserta didik dapat menjelaskan mengapa keadaan acak jauh lebih mungkin daripada keadaan teratur ketika jumlah partikel bertambah.
- Peserta didik dapat menghubungkan hasil percobaan dengan rumus entropi Boltzmann $S = k \ln W$ dan proses spontan seperti penyebaran gas.

Cerita pemantik



Bima mengeluh, "Kenapa kamarku selalu berantakan sendiri, tetapi tidak pernah rapi sendiri?" Laras mengeluarkan segenggam uang logam dari dompetnya. "Anggap setiap koin satu partikel gas. Sisi gambar berarti partikel ada di ruang kiri, sisi angka berarti di ruang kanan. Kalau 'semua di kiri' itu kamar rapi, seberapa sering kamar rapi muncul dengan sendirinya?" Kak Tirta tersenyum, "Ayo kita buktikan dengan data. Kimo, siapkan nampannya!"

? Rumusan masalah

Bagaimana hubungan antara banyaknya cara (mikrostate W) sebuah keadaan dengan seberapa sering keadaan itu muncul? Mengapa keadaan teratur makin jarang muncul ketika jumlah partikel bertambah?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Jumlah koin yang dilempar (4 koin, lalu 10 koin)	Frekuensi setiap makrostate (banyaknya sisi gambar) dan frekuensi susunan teratur (semua gambar)	Jenis koin, cara mengocok, nampan yang sama, dan jumlah lemparan (32 kali untuk 4 koin)

Alat dan bahan

- 10 keping uang logam yang sama untuk setiap kelompok (misalnya Rp500 atau Rp1.000)
- 1 gelas plastik bekas air mineral atau kotak kecil untuk mengocok koin

- 1 nampan atau baki berpinggir supaya koin tidak menggelinding jatuh
- Lembar tabel pengamatan dan pensil
- Kalkulator atau HP untuk menghitung peluang
- Opsional: 2 dadu untuk percobaan tambahan

Keselamatan

Uang logam kotor, jadi cuci tangan dengan sabun setelah praktikum. Jangan memasukkan koin ke mulut, dan jauhkan dari anak kecil karena mudah tertelan. Kocok dan tuang koin di atas nampan berpinggir supaya tidak berceceran di lantai dan membuat orang terpeleset. Jangan melempar koin dengan keras ke arah teman.

Langkah kerja

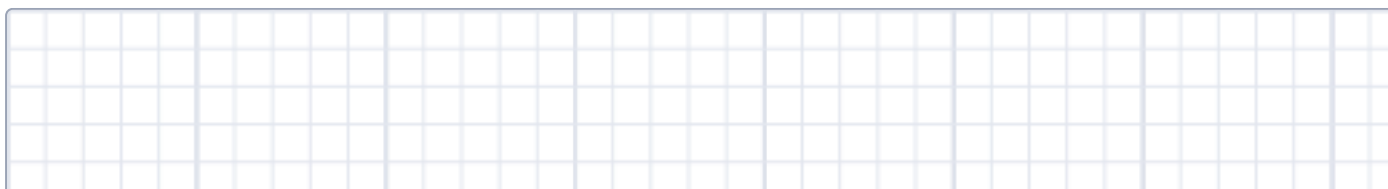
1. Tuliskan dugaanmu: dari 32 kali melempar 4 koin, makrostate mana (0, 1, 2, 3, atau 4 gambar) yang paling sering muncul? Berapa kali kira-kira 'semua gambar' muncul?
2. Hitung secara teori banyaknya cara (W) setiap makrostate untuk 4 koin dengan mendaftar semua urutan (misalnya GGAA, GAGA, ...). Tulis di kolom W.
3. Masukkan 4 koin ke gelas, tutup dengan telapak tangan, kocok, lalu tuangkan ke nampan. Hitung banyaknya sisi gambar.
4. Ulangi sampai 32 kali. Catat setiap hasil dengan turus, lalu tuliskan frekuensinya di tabel.
5. Hitung frekuensi harapan setiap makrostate, yaitu $32 \times W/16$, dan bandingkan dengan hasilmu.
6. Ulangi percobaan dengan 10 koin sebanyak 20 kali. Catat berapa kali muncul 'semua gambar' dan berapa kali muncul 4, 5, atau 6 gambar.
7. Gabungkan data 10 koin seluruh kelas di papan tulis, lalu bandingkan frekuensi 'semua gambar' dengan peluang teori $1/1024$.
8. Kerjakan versi virtual (Lab Mini Pelempar Koin Entropi) dengan 20, 50, dan 100 koin, lalu amati bentuk sebarannya.

Tabel pengamatan 4 koin (32 lemparan)

Banyak gambar (partikel di kiri)	Banyak cara W (teori)	Peluang teori $W/16$	Frekuensi teramati	Frekuensi harapan $32 \times W/16$
0				
1				
2				
3				
4				

Grafik

Buat diagram batang frekuensi teramati untuk 0–4 gambar, lalu tandai frekuensi harapan dengan titik di atas setiap batang. Untuk data 10 koin seluruh kelas, buat diagram batang kedua dan bandingkan bentuknya.





Analisis

1. Makrostate mana yang paling sering muncul pada percobaan 4 koin? Hubungkan jawabanmu dengan nilai W .

2. Bandingkan frekuensi teramati dengan frekuensi harapan. Mengapa hasilnya tidak persis sama, dan bagaimana cara membuatnya lebih dekat?

3. Berapa peluang teori 'semua gambar' untuk 10 koin? Berapa kali susunan itu muncul dalam data gabungan kelasmu?

4. Jika koin diganti 100 partikel gas, berapa peluang semua partikel berada di ruang kiri? Apa artinya bagi 1 mol gas (6×10^{23} partikel)?

5. Gunakan $S = k \ln W$. Untuk 4 koin, makrostate mana yang entropinya paling besar? Hitung S/k untuk makrostate itu dan untuk makrostate 'semua gambar'.

6. Jelaskan dengan bahasamu mengapa wangi parfum menyebar ke seluruh kamar tetapi tidak pernah berkumpul kembali ke dalam botolnya.

7. Kembali ke kamar Bima: mengapa kamar mudah berantakan sendiri tetapi tidak pernah rapi sendiri? Apa yang harus 'dibayar' Bima untuk merapikannya?

✓ Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang hubungan antara banyaknya cara (W), peluang suatu keadaan, entropi, dan arah proses spontan berdasarkan data kelompok dan kelasmu.

💬 Refleksi

- Hal yang paling mengejutkan bagiku hari ini adalah ...
- Sekarang aku bisa menjelaskan entropi kepada adikku sebagai ...
- Aku masih penasaran tentang ...

💻 Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Pelempar Koin Entropi** di subbab 20.2: pilih 4 koin, tekan ⚡ Lempar 100× beberapa kali, dan bandingkan batang biru dengan garis teori $W/2^N$; lalu ulangi dengan 20, 50, dan 100 koin. Lanjutkan dengan Lab Mini **Kotak Mikrostate** (subbab 20.2) untuk melihat partikel gas menyebar setelah sekat dibuka, dan animasi langkah "4 partikel, 2 ruang" untuk mendaftar semua mikrostate. Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b20-2

Balapan Tablet Effervescent: Siapa yang Paling Cepat Habis?

Bab 21 · Laju Reaksi

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMA kelas XI (versi sederhana untuk SMP kelas VIII-IX)



2 × 45 menit

Model: POE (Predict–Observe–Explain) dalam inkuiri terbimbing

Nama _____ Kelas _____ Kelompok _____ Tanggal _____

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat merancang percobaan yang hanya mengubah satu variabel (luas permukaan atau suhu) dan mengendalikan variabel lain.
- Peserta didik dapat mengukur waktu reaksi tablet effervescent dan menghitung laju relatif $1/t$.
- Peserta didik dapat menjelaskan pengaruh luas permukaan dan suhu terhadap laju reaksi memakai teori tumbukan dan energi aktivasi.
- Peserta didik dapat membedakan laju reaksi dengan jumlah produk yang dihasilkan.

Cerita pemantik



Laras sedang flu dan ingin segera minum vitamin C effervescent. "Lama sekali larutnya," keluhnya sambil memandang gelas air es. Bima langsung menyambar ulekan: "Gerus saja, pasti lebih cepat! Kalau digerus, gasnya juga lebih banyak, kan?" Kak Tirta tersenyum: "Dua tebakan, satu benar dan satu keliru. Kita uji saja. Kimo, siapkan stopwatch!"

? Rumusan masalah

Bagaimana pengaruh luas permukaan dan suhu air terhadap laju reaksi tablet effervescent? Apakah reaksi yang lebih cepat juga menghasilkan gas lebih banyak?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Bagian A: luas permukaan tablet (utuh, dibelah 4, digerus halus). Bagian B: suhu air ($\pm 10^\circ\text{C}$, suhu kamar, $\pm 45^\circ\text{C}$)	Waktu sampai gelembung berhenti (t), lalu laju relatif $1/t$	Jenis dan massa tablet, volume air 150 mL, jenis gelas, tanpa diaduk, cara mengamati titik akhir yang sama

Alat dan bahan

- Tablet vitamin C effervescent 6 buah (jenis dan ukuran sama)
- Gelas bening tahan panas ± 250 mL, 5 buah
- Gelas takar atau botol bertanda 150 mL
- Air es ($\pm 10^\circ\text{C}$), air keran (suhu kamar), dan air hangat dari termos ($\pm 45^\circ\text{C}$)
- Termometer dapur (atau termometer kaca dari laboratorium)
- Stopwatch HP

- Plastik klip dan sendok untuk menggerus, pisau dapur kecil dan talenan untuk membelah tablet
- Lap, nampan, dan kertas tabel

Keselamatan

Air hangat dituang oleh guru atau orang dewasa dan suhunya tidak lebih dari $\pm 50^\circ\text{C}$ (jangan air mendidih); pegang gelas pada bagian atas yang tidak panas. Jangan menutup gelas atau botol selama tablet bereaksi, karena tekanan gas CO_2 bisa membuat tutup terlontar. Larutan percobaan tidak boleh diminum, karena alat dipakai bersama dan beberapa tablet sekaligus memberi dosis vitamin C dan natrium berlebihan. Hati-hati saat memakai pisau; potong di atas talenan. Jangan mengucek mata dengan tangan yang terkena serbuk tablet dan cuci tangan setelah praktikum. Hati-hati dengan termometer kaca. Buang larutan ke wastafel dengan air mengalir dan lap tumpahan agar lantai tidak licin.

Langkah kerja

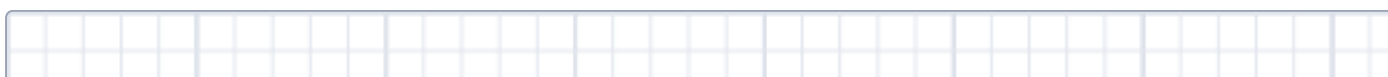
1. Tuliskan prediksi kelompokmu: urutan percobaan 1–5 dari yang tercepat sampai yang terlambat, serta apakah gas dari tablet serbuk lebih banyak.
2. Isi tiga gelas dengan 150 mL air keran dan ukur suhunya. Siapkan satu tablet utuh, satu tablet yang dibelah empat di atas talenan, dan satu tablet yang digerus halus di dalam plastik klip.
3. Percobaan 1–3: masukkan tablet ke gelas masing-masing bersamaan dengan menekan stopwatch. Jangan diaduk. Hentikan stopwatch saat tidak ada lagi gelembung yang naik dan tablet tidak terlihat. Catat waktunya.
4. Percobaan 4: isi gelas dengan 150 mL air es (ukur suhunya), masukkan satu tablet utuh, dan catat waktunya.
5. Percobaan 5: guru menuang 150 mL air hangat $\pm 45^\circ\text{C}$ (ukur suhunya). Masukkan satu tablet utuh dan catat waktunya.
6. Amati juga ketinggian busa dan banyaknya gelembung di setiap gelas. Bila waktu cukup, ulangi percobaan yang hasilnya meragukan.
7. Hitung laju relatif $1/t$ untuk setiap percobaan, lalu buat grafik.
8. Bandingkan hasilnya dengan Lab Mini "Tablet Effervescent & Stopwatch" dan diskusikan perbedaannya.

Tabel pengamatan balapan tablet effervescent

Percobaan	Bentuk tablet	Suhu air ($^\circ\text{C}$)	Waktu habis t (s)	Laju relatif $1/t$ ($\times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$)	Pengamatan gelembung
1 (utuh, air kamar)					
2 (dibelah 4, air kamar)					
3 (digerus, air kamar)					
4 (utuh, air es)					
5 (utuh, air hangat)					

Grafik

Buat (1) diagram batang laju relatif $1/t$ untuk percobaan 1, 2, dan 3 (pengaruh luas permukaan), dan (2) grafik garis $1/t$ terhadap suhu air untuk percobaan 4, 1, dan 5 (pengaruh suhu).





Analisis

1. Urutkan kelima percobaan dari yang tercepat. Apakah sesuai prediksiimu?

2. Jelaskan pada tingkat partikel mengapa tablet yang digerus bereaksi paling cepat.

3. Jelaskan pengaruh suhu memakai teori tumbukan dan energi aktivasi (sebutkan kurva Maxwell-Boltzmann).

4. Apakah gas yang dihasilkan tablet serbuk lebih banyak daripada tablet utuh? Jelaskan dengan konsep stoikiometri.

5. Hitung berapa kali laju pada air hangat dibanding air kamar dari data kelompokmu. Apakah sesuai aturan "naik 10 °C, laju dua kali"?

6. Mengapa air tidak boleh diaduk dan volumenya harus sama di setiap percobaan?

7. Tuliskan persamaan reaksi setara antara natrium bikarbonat (NaHCO_3) dan asam sitrat ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) yang menghasilkan natrium sitrat, air, dan karbon dioksida.

8. Mengapa tablet effervescent dijual dalam tabung yang tertutup rapat, kadang dengan kantong pengering?

Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang pengaruh luas permukaan dan suhu terhadap laju reaksi, serta hubungan antara laju reaksi dan jumlah produk, berdasarkan data kelompokmu.

Refleksi

• Tebakan yang ternyata keliru dalam percobaan ini adalah ..., dan sekarang aku memahami bahwa ...

• Contoh di rumahku yang memakai prinsip luas permukaan atau suhu untuk mengatur laju reaksi adalah ...

• Bagian yang paling menyenangkan sekaligus masih membuatku penasaran adalah ...

Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Tablet Effervescent & Stopwatch** di subbab 21.3: ulangi kelima percobaan secara virtual dan bandingkan kurva volume CO_2 -nya. Lalu buka Lab Mini **Arena Tumbukan** (21.3) untuk melihat tumbukan efektif pada tingkat partikel, dan Grafik Hidup **Kurva Maxwell-Boltzmann** (21.3) untuk melihat arsiran di kanan E_a membesar saat suhu naik.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b21-3

Kolam Kembar: Model Keseimbangan Dinamis dengan Sedotan

Bab 22 • Keseimbangan Kimia

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMA kelas XI (juga cocok untuk pengayaan SMP kelas IX)

2 × 45 menit

Model: POE (Predict–Observe–Explain) dalam inkuiri terbimbing

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat memodelkan keseimbangan dinamis dengan memindahkan air bolak-balik antara dua gelas ukur memakai sedotan berbeda ukuran.
- Peserta didik dapat menunjukkan bahwa saat setimbang volume yang dipindahkan ke dua arah sama, walaupun volume kedua gelas tidak sama.
- Peserta didik dapat menyajikan data volume terhadap jumlah pemindahan dalam grafik dan menentukan saat tercapainya keseimbangan.
- Peserta didik dapat meramalkan dan menjelaskan respons sistem terhadap gangguan (penambahan air) dengan asas Le Chatelier.

Cerita pemantik



Bima dan Laras menunggu di depan eskalator mal. "Orang terus naik-turun, tetapi jumlah di lantai atas tetap," kata Laras. Kak Tirta tersenyum, "Reaksi kimia di botol tertutup juga begitu. Molekul terus berubah ke dua arah, tetapi jumlahnya tetap. Molekul terlalu kecil untuk dilihat, jadi mari kita buat modelnya dengan air dan sedotan!" Kimo menambahkan, "Sedotan besar = reaksi maju yang cepat, sedotan kecil = reaksi balik yang lambat. Apakah air di kedua gelas akhirnya sama banyak?"

? Rumusan masalah

Bagaimana volume air di gelas A dan B berubah ketika air dipindahkan bolak-balik dengan sedotan berbeda ukuran? Apakah volume keduanya sama saat tidak berubah lagi, dan bagaimana sistem merespons bila air ditambahkan ke salah satu gelas?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Jumlah pemindahan (waktu) dan ukuran sedotan; pada bagian kedua, penambahan 20 mL air ke gelas A (gangguan)	Volume air di gelas A dan di gelas B	Sedotan selalu dicelup tegak sampai dasar, gelas ukur yang sama, pemindahan dilakukan bersamaan, setiap sedotan dipegang orang yang sama

Alat dan bahan

- 2 gelas ukur plastik 100 mL (diameter dalam ± 3 cm), diberi label A dan B
- 1 sedotan besar (sedotan boba, diameter ± 1 cm) dan 1 sedotan biasa (diameter $\pm 0,5$ cm), keduanya lebih panjang daripada tinggi gelas ukur
- 100 mL air keran yang diberi 2 tetes pewarna makanan
- 1 gelas plastik berisi 20 mL air berwarna (untuk gangguan)
- Nampan atau baskom plastik sebagai alas kerja
- Lap atau tisu, kertas grafik, spidol

Keselamatan

Bekerja di atas nampan dan segera lap tumpahan agar lantai tidak licin. Jangan menyedot air dengan mulut: tutup ujung atas sedotan dengan jari. Jangan meminum air percobaan dan jangan memakai sedotan bergantian di mulut. Pewarna makanan dapat menodai pakaian, jadi gulung lengan baju atau pakai celemek. Bila memakai gelas ukur kaca, letakkan berdiri di tengah meja dan pegang dengan hati-hati. Air sisa dibuang ke wastafel; sedotan dicuci untuk dipakai ulang atau dibuang ke tempat sampah plastik.

Langkah kerja

1. Isi gelas ukur A dengan 80 mL air berwarna; gelas ukur B kosong. Tulis prediksi kelompok: setelah banyak pemindahan, apakah volume A dan B akan sama?
2. Siswa 1 memegang sedotan besar untuk memindahkan air dari A ke B. Siswa 2 memegang sedotan kecil untuk memindahkan air dari B ke A.
3. Cara memindahkan: celupkan sedotan tegak sampai menyentuh dasar gelas, tutup ujung atasnya rapat dengan jari, angkat, lalu lepaskan jari di atas gelas tujuan. Kedua siswa memindahkan bersamaan dengan aba-aba "satu, dua, pindah!". Selama B masih kosong, siswa 2 tetap mencelup walaupun belum ada air yang terambil.
4. Siswa 3 membaca volume A dan B (mata sejajar dengan dasar meniskus) setiap 2 pemindahan sampai pemindahan ke-10, lalu setiap 5 pemindahan. Siswa 4 mencatat di tabel.
5. Lanjutkan sampai pemindahan ke-25 atau sampai volume hampir tidak berubah lagi.
6. Gangguan: tuangkan 20 mL air berwarna ke gelas A dan catat volumenya. Prediksi: ke arah mana "sistem" akan bergeser?
7. Lanjutkan pemindahan sampai ke-40 dan catat volume setiap 5 pemindahan.
8. Gambar grafik volume A dan volume B terhadap jumlah pemindahan pada satu kertas grafik.

 Volume air di gelas A dan B

Pemindahan ke-	Volume A (mL)	Volume B (mL)	Total A + B (mL)	Catatan
0				
2				
4				
6				
8				
10				
15				
20				
25				
25 (setelah +20 mL ke A)				
30				
35				
40				

 Grafik

Buat grafik garis volume A dan volume B (sumbu tegak, mL) terhadap jumlah pemindahan (sumbu datar) pada satu bidang. Tandai saat kesetimbangan pertama tercapai dan saat gangguan diberikan.



Analisis

1. Apakah volume A dan B sama ketika tidak berubah lagi? Apa yang sebenarnya sama pada keadaan itu?

2. Mengapa sedotan besar memindahkan air makin sedikit setiap kali, seiring berkurangnya air di gelas A? Kaitkan dengan laju reaksi maju yang bergantung pada konsentrasi pereaksi.

3. Perkirakan volume yang dipindahkan ke setiap arah pada pemindahan terakhir sebelum gangguan (petunjuk: bandingkan luas penampang sedotan dengan luas penampang gelas ukur). Apakah keduanya hampir sama?

4. Hitung perbandingan volume B : A pada kesetimbangan pertama dan kedua. Bandingkan nilainya. Besaran apa dalam kimia yang dimodelkan oleh perbandingan ini?

5. Setelah 20 mL air ditambahkan ke A, ke arah mana "sistem" bergeser? Apakah sesuai dengan asas Le Chatelier?

6. Sebutkan dua kelemahan model ini dibandingkan kesetimbangan kimia yang sebenarnya.

7. Jika sedotan kecil diganti sedotan yang sama besar dengan sedotan A, ramalkan volume A dan B saat setimbang. Jelaskan.

✓ Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang ciri-ciri kesetimbangan dinamis (laju dua arah sama, volume atau konsentrasi tetap tetapi tidak harus sama) dan tentang respons sistem terhadap gangguan, berdasarkan data kelompokmu.

💡 Refleksi

- Bagian yang paling membuatku penasaran hari ini adalah ...
- Sekarang aku membayangkan molekul CO_2 di botol minuman bersoda sebagai ...
- Satu hal yang ingin kuuji dengan model ini adalah ...

💻 Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Grafik Hidup **Menuju setimbang: atur laju maju dan laju balik** di subbab 22.1: buat k maju besar dan k balik kecil (seperti sedotan besar dan kecil), lalu amati [A] dan [B]. Coba juga Lab Mini **Suntikan NO_2 : tekan, panaskan, dinginkan!** di subbab 22.4 untuk melihat pergeseran setelah gangguan, dan Rumus Hidup **Hasil ICE** di subbab 22.6.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b22-1

Gelas Es Teh yang Sama Manisnya: Larutan Stok dan Seri Pengenceran

Bab 23 • Larutan & Konsentrasi

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMA kelas X (juga bisa untuk SMP kelas IX dengan bantuan guru)

2 × 45 menit

Model: Inkuiri terbimbing dengan POE (predict–observe–explain)

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat membuat larutan gula dengan konsentrasi tertentu (% b/v) dengan cara menambahkan air sampai volume tertentu.
- Peserta didik dapat membuat seri pengenceran 2 kali dan menghitung kadar setiap larutan dengan $M_1V_1 = M_2V_2$.
- Peserta didik dapat menghubungkan kadar larutan dengan kepekatan warna dan massa jenis larutan.
- Peserta didik dapat menjelaskan pengenceran pada tingkat partikel dan menerapkannya pada konteks penjual minuman.

Cerita pemantik



Laras memperhatikan es teh di kantin sekolah tidak pernah sama manisnya. Bima mengusulkan, "Bagaimana kalau ibu kantin membuat satu wadah besar gula cair, lalu kita bantu membuat takaran pengencerannya?" Kak Tirta tersenyum, "Ide bagus! Itulah pekerjaan kimiawan setiap hari: membuat larutan stok, lalu mengencerkannya bertahap." Kimo menyela, "Beri sedikit pewarna supaya kepekatan bisa dilihat mata!"

? Rumusan masalah

Bagaimana kadar gula, kepekatan warna, dan massa 100 mL larutan berubah pada setiap tahap pengenceran 2 kali? Apakah hasil hitungan $M_1V_1 = M_2V_2$ cocok dengan pengamatan?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Tahap pengenceran (gelas A sampai E)	Kadar gula (% b/v dan M), kepekatan warna, massa 100 mL larutan	Volume larutan yang dipindahkan (100 mL), volume akhir tiap gelas (200 mL), jenis gula, jumlah pewarna di larutan stok, suhu air

Alat dan bahan

- Gula pasir 100 g
- Air matang $\pm 1,5$ L
- Pewarna makanan cair (merah atau biru) 3 tetes
- Gelas takar dapur 500 mL berskala (atau botol air mineral yang diberi tanda 100 mL dan 200 mL)

- 5 gelas plastik bening ukuran ± 250 mL, diberi label A–E
- Sendok pengaduk, spidol, kertas putih, dan senter HP
- Timbangan dapur digital (ketelitian 1 g)

Keselamatan

Semua bahan adalah bahan pangan, tetapi larutan percobaan **tidak diminum** karena peralatan dipakai bersama dan bisa tercemar. Pakai gelas plastik agar tidak pecah. Bila memakai air hangat untuk mempercepat pelarutan gula, minta bantuan orang dewasa dan pegang wadah dengan lap. Bersihkan tumpahan gula dan pewarna segera agar lantai tidak licin dan tidak mengundang semut. Buang sisa larutan ke wastafel, bilas dengan banyak air, dan cuci tangan setelah selesai.

Langkah kerja

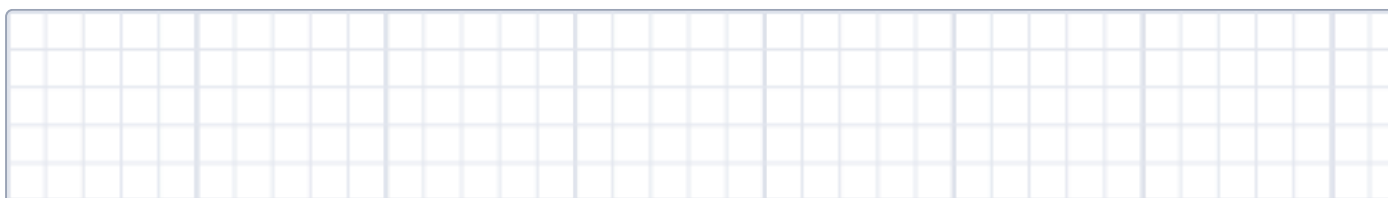
1. Tuliskan dugaanmu: bagaimana warna dan massa 100 mL larutan akan berubah dari gelas A sampai E?
2. Larutan stok A: masukkan 100 g gula ke gelas takar, tambahkan ± 300 mL air sambil diaduk sampai larut, teteskan 3 tetes pewarna, lalu tambahkan air **sampai** tepat 500 mL. Aduk rata.
3. Gelas B: ambil 100 mL larutan A dengan gelas takar, masukkan ke gelas B, tambahkan air sampai 200 mL, aduk.
4. Ulangi cara yang sama: 100 mL dari B ke gelas C, dari C ke D, dan dari D ke E, setiap kali ditambah air sampai 200 mL.
5. Letakkan gelas takar kosong di timbangan, tekan tara, lalu timbang 100 mL setiap larutan (mulai dari E yang paling encer). Catat massanya.
6. Jajarkan kelima gelas di atas kertas putih, beri skor kepekatan warna 1–5, lalu foto dari samping dengan senter HP di belakangnya.
7. Hitung kadar gula (% b/v) dan molaritas gula setiap gelas (M_r sukrosa = 342), lalu isi tabel.

Tabel pengamatan seri pengenceran larutan gula

Gelas	Cara membuat	Kadar gula (% b/v)	Molaritas gula (M)	Massa 100 mL (g)	Kepekatan warna (1–5)
A (larutan stok)					
B					
C					
D					
E					

Grafik

Buat grafik massa 100 mL larutan (sumbu tegak) terhadap kadar gula % b/v (sumbu mendatar). Tarik garis lurus terbaik, lalu perkirakan massa 100 mL air murni dari titik potong garis dengan sumbu tegak.





Analisis

1. Bagaimana warna berubah dari gelas A ke E? Jelaskan perubahan itu pada tingkat partikel.

2. Hitung molaritas gula di gelas A. Lalu buktikan dengan $M_1V_1 = M_2V_2$ bahwa gelas B berkonsentrasi separuh gelas A.

3. Berapa kali gelas E lebih encer daripada gelas A? Berapa kadar gulanya dalam % b/v dan M?

4. Massa 100 mL larutan A ternyata ± 108 g, bukan 100 g. Hitung massa jenis larutan A dan persen massa gulanya. Mengapa persen massa berbeda dari persen b/v?

5. Penjual es teh ingin membuat 40 gelas @ 250 mL dengan kadar gula 8% (b/v) dari gula cair berkadar 50% (b/v). Berapa mL gula cair yang ia perlukan?

6. Mengapa saat membuat larutan stok air ditambahkan 'sampai 500 mL', bukan 'sebanyak 500 mL'? Apa akibatnya bila 100 g gula dicampur dengan 500 mL air?

✓ Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang hubungan faktor pengenceran dengan kadar gula, kepekatan warna, dan massa jenis larutan, serta apakah data kelompokmu mendukung $M_1V_1 = M_2V_2$.

💡 Refleksi

- Bagian yang paling membuatku penasaran hari ini adalah ...
- Sekarang aku bisa menjelaskan kepada keluargaku cara membuat minuman yang selalu sama manisnya, yaitu ...
- Hal yang masih ingin kuselidiki tentang larutan adalah ...

💻 Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Seri Pengenceran Sirup** di subbab 23.4: pilih faktor 2x, tekan ▶ Semua langkah, ketuk setiap gelas untuk membaca kadarnya, lalu uji matamu dengan 🔍 Gelas misteri. Cocokkan hitunganmu dengan Rumus Hidup **Pengenceran** dan **Molaritas dari massa zat**, lalu latih kecepatanmu di Adu Cepat **Pengenceran kilat**. Lab Mini **Gelas Ajaib** menunjukkan apa yang terjadi bila zat terus ditambahkan sampai jenuh.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b23-4

Kentang yang Kehausan: Mencari Konsentrasi Isotonik

Bab 24 • Sifat Koligatif Larutan

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMA kelas XI–XII (Fase F); dapat dikaitkan dengan biologi

2 × 45 menit (termasuk perendaman 60 menit)

Model: Inkuiri terbimbing dengan POE (predict–observe–explain)

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat mengamati perubahan massa dan kelenturan irisan kentang dalam larutan garam berbagai kadar.
- Peserta didik dapat menentukan kadar larutan NaCl yang isotonik dengan cairan sel kentang dari grafik perubahan massa.
- Peserta didik dapat menjelaskan arah perpindahan air melalui membran sel dengan konsep osmosis pada tingkat partikel.
- Peserta didik dapat memperkirakan tekanan osmotik cairan sel kentang dengan rumus $\pi = MRTi$.

Cerita pemantik



Laras membantu ibunya membuat asinan sawi. Begitu sawi diremas dengan garam, daunnya layu dan air menetes keluar. "Kok sawinya jadi lemas, padahal tidak dimasak?" tanya Bima. Kak Tirta tersenyum, "Sel-sel sawi kehilangan air. Ke mana airnya pergi, dan berapa kepekatan garam yang membuat sel tidak kehilangan maupun mendapat air?" Kimo menambahkan, "Rumah sakit memakai prinsip yang sama untuk cairan infus. Ayo kita cari jawabannya dengan kentang!"

? Rumusan masalah

Bagaimana kadar larutan garam memengaruhi massa dan kelenturan irisan kentang? Pada kadar NaCl berapa larutan menjadi isotonik dengan cairan sel kentang?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Kadar NaCl larutan perendam (0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0 g per 100 mL)	Persentase perubahan massa dan kelenturan batang kentang	Ukuran batang kentang, jenis dan asal kentang, volume larutan (200 mL), lama perendaman (60 menit), suhu ruang, cara mengeringkan sebelum ditimbang

Alat dan bahan

- 2 buah kentang ukuran sedang (kentang yang sama untuk semua batang)
- Pisau dapur, talenan, dan penggaris (pemotongan didampingi guru atau orang dewasa)

- Timbangan dapur digital (ketelitian 0,1 g; lebih baik 0,01 g)
- Garam dapur ± 20 g
- 6 gelas plastik bening 250 mL, diberi label
- Gelas takar atau botol air mineral bertanda 200 mL
- Sendok teh dan pengaduk
- Tisu dapur, spidol, dan stopwatch HP

Keselamatan

Pisau tajam: potong di atas talenan, arahkan pisau menjauhi tubuh, dan lakukan di bawah pengawasan guru atau orang dewasa. Buang bagian kentang yang berwarna hijau, dan jangan memakan kentang mentah atau kentang yang sudah direndam. Air garam pekat terasa perih pada luka dan mata; bila terkena mata, bilas dengan air mengalir. Segera lap tumpahan agar lantai tidak licin. Larutan garam encer boleh dibuang ke wastafel sambil dialiri air; potongan kentang dibuang ke tempat sampah organik atau kompos. Cuci tangan setelah praktikum.

Langkah kerja

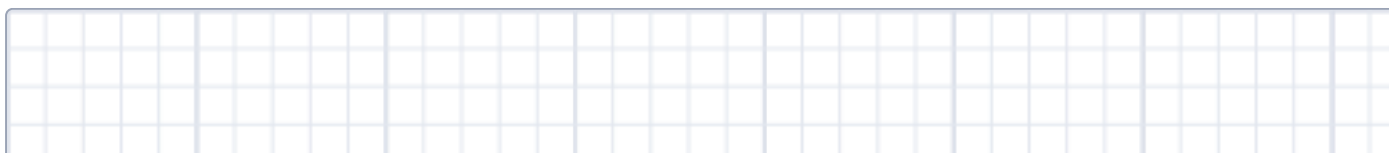
1. Beri label enam gelas: 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; dan 3,0%. Buat larutan dengan melarutkan 0; 1; 2; 3; 4; dan 6 g garam dalam air hingga volumenya 200 mL, aduk sampai larut.
2. Bersama guru, kupas kentang lalu potong menjadi enam batang berukuran sama, 1 cm $\times$ 1 cm $\times$ 5 cm.
3. Keringkan setiap batang dengan tisu, timbang (massa awal), catat di tabel, dan rasakan kelenturannya dengan menekuk perlahan.
4. Tulis prediksimu: di gelas mana kentang akan bertambah berat, dan di gelas mana berkurang?
5. Masukkan satu batang ke setiap gelas sampai terendam seluruhnya. Mulai stopwatch 60 menit.
6. Setelah 60 menit, angkat setiap batang, keringkan dengan cara yang sama persis, lalu timbang lagi (massa akhir) dan uji kelenturannya.
7. Hitung perubahan massa (akhir – awal) dan persen perubahan massa ($(\text{perubahan} \div \text{awal}) \times 100\%$).
8. Buat grafik persen perubahan massa terhadap kadar NaCl dan tentukan titik potong grafik dengan garis nol.

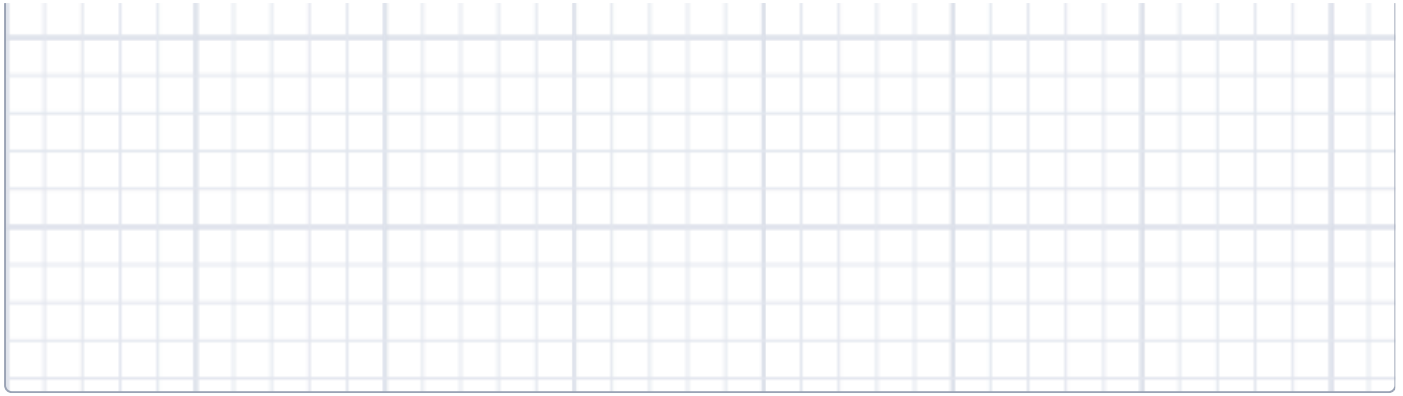
Tabel pengamatan osmosis pada kentang

Kadar NaCl (%)	Massa awal (g)	Massa akhir (g)	Perubahan massa (g)	Perubahan massa (%)	Kelenturan
0 (air tawar)					
0,5					
1,0					
1,5					
2,0					
3,0					

Grafik

Buat grafik garis: sumbu mendatar kadar NaCl (%), sumbu tegak persen perubahan massa (boleh negatif). Tarik garis nol, lalu baca kadar NaCl pada titik potong grafik dengan garis nol (titik isotonik).





Analisis

1. Pada larutan mana kentang bertambah massa, dan pada larutan mana berkurang? Ke arah mana air bergerak pada masing-masing larutan?

2. Dari grafikmu, berapa kadar NaCl yang isotonik dengan cairan sel kentang?

3. Ubah kadar isotonik itu menjadi molaritas NaCl (M_r 58,5), lalu perkirakan tekanan osmotik cairan sel kentang pada 27 °C ($i = 2$, $R = 0,082 \text{ L}\cdot\text{atm}/(\text{mol}\cdot\text{K})$).

4. Mengapa kita membandingkan persen perubahan massa, bukan perubahan massa dalam gram saja?

5. Jelaskan pada tingkat partikel mengapa batang kentang dalam larutan NaCl 3% menjadi lentur, sedangkan dalam air tawar menjadi kaku.

6. Kaitkan hasilmu dengan kehidupan sehari-hari: mengapa sawi yang diremas garam menjadi layu, dan mengapa cairan infus memakai NaCl 0,9%?

7. Sebutkan dua sumber galat dalam percobaan ini dan cara menguranginya.

✓ Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang hubungan kadar larutan dengan arah perpindahan air, sertakan kadar isotonik yang kamu temukan dan perkiraan tekanan osmotik cairan sel kentang.

💡 Refleksi

- Hal yang paling mengejutkan bagiku dalam percobaan ini adalah ...
- Sekarang aku bisa menjelaskan kepada keluargaku mengapa sayur asinan layu, yaitu ...
- Aku masih penasaran tentang ...

💻 Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Membran Semipermeabel: siapa yang boleh lewat?** di subbab 24.5. Anggap ruang kiri sebagai cairan sel kentang dan ruang kanan sebagai larutan perendam. Atur jumlah zat terlarut di ruang kanan lebih sedikit, sama, dan lebih banyak daripada ruang kiri, lalu amati arah aliran air dan beda tinggi kolom. Hitung tekanan osmotik dengan Rumus Hidup **Tekanan osmotik** di subbab yang sama.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b24-5

Detektif Tiga Gelas: Larutan, Koloid, atau Suspensi?

Bab 25 • Sistem Koloid

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMA kelas XI (juga cocok untuk SMP kelas VII–VIII)

2 × 45 menit

Model: POE (predict–observe–explain) dalam inkuiri terbimbing

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat membedakan larutan, koloid, dan suspensi dengan uji efek Tyndall, pengendapan, dan penyaringan.
- Peserta didik dapat menghubungkan hasil pengamatan dengan rentang ukuran partikel ($< 1\text{ nm}$, $1\text{--}1000\text{ nm}$, $> 1000\text{ nm}$).
- Peserta didik dapat menjelaskan efek Tyndall dan kestabilan koloid pada tingkat partikel.
- Peserta didik dapat menyusun pohon keputusan untuk menggolongkan campuran yang belum dikenal.

Cerita pemantik



Malam itu Bima menyorotkan senter HP ke segelas air gula dan segelas susu encer. "Di susu ada pedang cahaya, di air gula tidak!" serunya. Laras tidak mau percaya begitu saja: "Kita uji enam campuran. Kita diamkan dan saring juga, baru kita simpulkan." Kak Tirta menambahkan, "PDAM di kotamu memakai pengetahuan yang sama untuk menjernihkan air sungai." Kimo berbisik, "Petunjuk: lihat dari samping, bukan dari depan!"

? Rumusan masalah

Bagaimana cara membedakan larutan, koloid, dan suspensi dengan uji efek Tyndall, pengendapan, dan penyaringan?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Jenis campuran (air gula, air garam, susu encer, air sabun, santan encer, air tanah)	Tampak atau tidaknya berkas cahaya, terbentuknya endapan setelah didiamkan, dan sisa di kertas saring	Volume air (150 mL), jarak dan arah senter, lama didiamkan (15 menit), jenis kertas saring

Alat dan bahan

- 6 gelas plastik bening ($\pm 200\text{ mL}$) yang sama ukurannya
- Senter HP (bukan pointer laser)
- Kertas saring kopi atau tisu dapur tebal 2 lapis, dan corong plastik
- Gula pasir 2 sendok makan dan garam dapur 1 sendok teh
- Susu cair 2 sendok makan dan santan kemasan 2 sendok makan
- Sabun cuci piring cair $\frac{1}{2}$ sendok teh

- Tanah kebun 1 sendok teh
- Karton hitam sebagai latar, spidol, dan label
- Air bersih ± 1 L, sendok, pengaduk, stopwatch HP

Keselamatan

Gunakan senter HP, jangan pointer laser: sinar laser dapat merusak retina meskipun hanya sesaat, jadi jangan pernah menyorotkan cahaya apa pun ke mata teman. Jangan mencicipi campuran apa pun, termasuk yang dibuat dari bahan pangan, karena alatnya dipakai bersama sabun dan tanah. Lap tumpahan agar lantai tidak licin. Buang cairan ke wastafel dengan air mengalir; tanah dan kertas saring bekas dibuang ke tempat sampah. Cuci tangan dengan sabun setelah selesai.

Langkah kerja

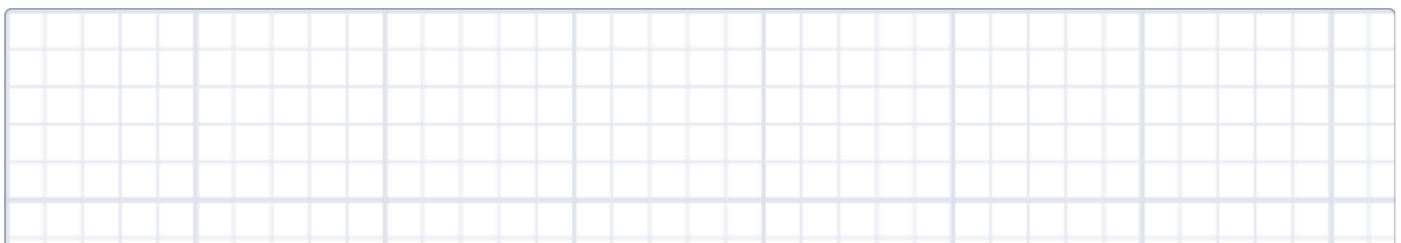
1. Beri label gelas A–F, lalu isi masing-masing dengan 150 mL air.
2. Tambahkan: A 2 sdm gula, B 1 sdt garam, C 2 sdm susu cair, D $\frac{1}{2}$ sdt sabun cuci piring (aduk pelan agar tidak banyak busa), E 2 sdm santan, F 1 sdt tanah kebun. Aduk setiap gelas dengan pengaduk bersih.
3. Tulis dugaanmu di buku: campuran mana yang akan memperlihatkan berkas cahaya, dan mana yang akan mengendap?
4. Redupkan ruangan dan letakkan karton hitam di belakang gelas. Sorotkan senter HP mendatar menembus sisi gelas, lalu amati dari samping (tegak lurus berkas). Catat: berkas tampak jelas, samar, atau tidak tampak.
5. Catat penampilan awal setiap campuran (jernih atau keruh, warnanya).
6. Diamkan semua gelas 15 menit tanpa diguncang. Amati apakah ada endapan atau lapisan yang memisah.
7. Aduk lagi, lalu saring ± 50 mL setiap campuran dengan kertas saring baru. Amati sisa di kertas saring dan kejernihan filtrat; sorot filtratnya lagi dengan senter.
8. Golongkan setiap campuran sebagai larutan, koloid, atau suspensi, lalu bandingkan dengan dugaanmu.

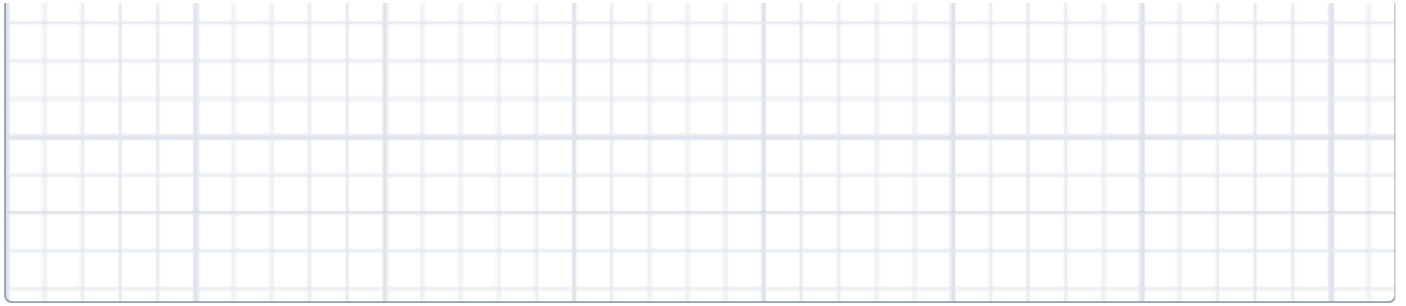
Tabel pengamatan enam campuran

Campuran	Penampilan awal	Berkas senter	Setelah 15 menit	Sisa di kertas saring	Jenis campuran
A. Air gula					
B. Air garam					
C. Susu encer					
D. Air sabun					
E. Santan encer					
F. Air tanah					

Grafik

Buat pohon keputusan (bagan alir) dengan tiga pertanyaan berurutan: Berkas tampak? Mengendap setelah dideiamkan? Tertahan di kertas saring? Letakkan keenam campuran di ujung cabang yang sesuai.





Analisis

1. Campuran mana saja yang memperlihatkan berkas cahaya? Apa persamaan partikel-partikelnya?

2. Mengapa berkas cahaya tidak tampak pada air gula dan air garam? Jelaskan pada tingkat partikel.

3. Campuran mana yang membentuk endapan setelah 15 menit dan meninggalkan sisa di kertas saring? Apa artinya tentang ukuran partikelnya?

4. Susu encer dan santan lolos kertas saring tetapi memperlihatkan berkas. Jelaskan dengan rentang ukuran partikel koloid.

5. Filtrat air tanah sering masih sedikit keruh dan memperlihatkan berkas samar. Apa penyebabnya, dan bagaimana PDAM mengatasinya?

6. Air sabun tampak hampir jernih tetapi memperlihatkan berkas. Apa yang dapat kamu simpulkan tentang pernyataan "koloid selalu keruh"?

7. Gunakan pohon keputusanmu untuk menggolongkan kabut pagi dan air kopi tubruk. Jelaskan alasanmu.

✓ Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang cara membedakan larutan, koloid, dan suspensi, dan hubungkan setiap hasil uji dengan ukuran partikelnya.

💡 Refleksi

- Hal yang paling mengejutkan bagiku hari ini adalah ...
- Sekarang, setiap kali melihat kabut atau sorot lampu di jalan, aku akan teringat bahwa ...
- Aku masih penasaran tentang ...

💻 Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Pedang Cahaya: Uji Efek Tyndall** di subbab 25.1: pilih campuran yang sama, ganti sumber cahaya, tekan "Aduk lagi", dan amati apa yang terjadi saat campuran didiamkan. Kaitkan dengan Rumus Hidup **Skala ukuran partikel** (25.1) dan Lab Mini **Gumpalkan Koloidnya!** (25.4) untuk melihat mengapa air tanah dijernihkan dengan tawas.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b25-1

Pelangi pH dari Dapur: Indikator Alami Kubis Ungu, Kunyit, dan Bunga Sepatu

Bab 26 • Asam & Basa

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMA kelas XI (dapat disederhanakan untuk SMP kelas VII–IX)



2 × 45 menit

Model: Inkuiri terbimbing dengan pola POE (predict–observe–explain)

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat membuat larutan indikator alami dari kubis ungu, kunyit, dan bunga sepatu.
- Peserta didik dapat mengelompokkan bahan rumah tangga menjadi asam, netral, dan basa berdasarkan perubahan warna indikator.
- Peserta didik dapat menyusun skala pH sederhana dan membandingkan ketelitian ketiga indikator alami.
- Peserta didik dapat menjelaskan perubahan warna indikator sebagai akibat perpindahan ion H^+ pada molekul pewarna.

Cerita pemantik



Sepulang sekolah, Bima melihat ibunya memasak sayur asem dan merendam tahu dalam air kunyit. "Kenapa air kunyit di panci sayur asem tetap kuning, tetapi di gelas berisi air kapur sirih jadi merah?" tanyanya. Laras membuka buku catatannya: "Mungkin kunyit bisa 'merasakan' asam dan basa. Tapi apakah hanya kunyit?" Kak Tirta tersenyum sambil mengambil kubis ungu dan setangkai bunga sepatu dari halaman. "Ayo kita buat laboratorium pH dari dapur. Syaratnya satu: tidak ada yang dicicipi!" Kimo menambahkan, "Kubis ungu punya lebih banyak warna daripada pelangi, lho!"

? Rumusan masalah

Bagaimana warna indikator alami kubis ungu, kunyit, dan bunga sepatu berubah pada bahan rumah tangga yang berbeda? Indikator manakah yang paling teliti untuk menyusun skala pH?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Jenis bahan uji (keasaman atau kebasaannya)	Warna campuran bahan uji dan indikator	Volume bahan uji (± 2 sendok makan), jumlah indikator (1 sendok teh), ukuran gelas, latar putih dan pencahayaan saat mengamati

Alat dan bahan

- Kubis ungu $\frac{1}{4}$ buah (± 200 g), 1 ruas kunyit (± 20 g), dan 6 kuntum bunga sepatu merah

- Air panas dari termos ± 500 mL (dituang oleh orang dewasa atau guru), mangkuk, pisau, parutan, dan saringan teh
- 27 gelas plastik bening kecil (3 set $\times$ 9 gelas), spidol, dan label
- Sendok teh dan sendok makan, atau pipet tetes plastik
- Bahan uji (± 30 mL tiap jenis): air jeruk nipis, cuka dapur, air asam jawa, air mineral, larutan gula, larutan garam dapur, larutan soda kue (1 sendok teh dalam 100 mL air), air sabun mandi, air kapur sirih ($\frac{1}{2}$ sendok teh kapur sirih dalam 100 mL air, ambil bagian jernihnya)
- Kertas indikator universal (bila tersedia) dan kamera HP untuk dokumentasi

Keselamatan

Pakai kacamata pelindung saat menangani air kapur sirih dan air sabun; bila terkena mata, segera bilas dengan air mengalir selama 15 menit dan lapor guru. Air panas dituang oleh guru atau orang dewasa, dan hati-hati memakai pisau serta parutan. **Jangan mencicipi** bahan apa pun selama praktikum walaupun berasal dari dapur, karena alat dipakai bersama. **Jangan memakai** pemutih pakaian, pembersih kloset, atau pembersih saluran, dan jangan mencampur pembersih apa pun karena dapat melepaskan gas beracun. Ekstrak kunyit menodai kain dan kulit; pakai celemek. Sisa larutan dibuang ke saluran pembuangan dengan banyak air, lalu cuci tangan dengan sabun.

Langkah kerja

1. Buat ekstrak kubis ungu: iris tipis kubis, masukkan ke mangkuk, minta guru menyiramnya dengan ± 250 mL air panas, tunggu 10 menit, lalu saring. Larutan berwarna ungu.
2. Buat ekstrak kunyit: parut kunyit, tambahkan ± 100 mL air hangat, aduk, lalu saring. Buat ekstrak bunga sepatu dengan meremas kelopak dalam ± 100 mL air hangat, lalu saring.
3. Siapkan tiga set gelas berlabel (set K = kubis, set T = kunyit, set S = bunga sepatu). Isi setiap set dengan 9 bahan uji, masing-masing ± 2 sendok makan.
4. Sebelum menetes, tulis dugaanmu: bahan mana yang asam, netral, dan basa? Warna apa yang akan muncul?
5. Teteskan 1 sendok teh ekstrak kubis ungu ke setiap gelas set K. Aduk, amati di atas kertas putih, dan catat warnanya.
6. Ulangi langkah 5 dengan ekstrak kunyit untuk set T dan ekstrak bunga sepatu untuk set S.
7. Bila tersedia, celupkan kertas indikator universal ke setiap bahan uji dan catat pH-nya. Bila tidak, gunakan Lab Mini **Kubis Ungu Virtual** untuk memperkirakan pH dari warna kubis ungu.
8. Susun gelas set K dari warna merah ke kuning sehingga menjadi "pita pH", lalu potret ketiga set untuk laporan.

Bahan uji	Perkiraan pH	Warna kubis ungu	Warna kunyit	Warna bunga sepatu	Sifat (asam/netral/basa)
Air jeruk nipis					
Cuka dapur					
Air asam jawa					
Air mineral					
Larutan gula					
Larutan garam dapur					
Larutan soda kue					
Air sabun mandi					
Air kapur sirih					

Grafik

Tempel foto gelas set kubis ungu yang sudah diurutkan dari merah ke kuning menjadi "pita pH", lalu tulis perkiraan pH di bawah setiap gelas.

Analysis

1. Kelompokkan kesembilan bahan uji menjadi asam, netral, dan basa. Apa dasar pengelompokanmu?

2. Indikator mana yang menghasilkan warna paling beragam, dan mana yang paling sedikit? Mengapa kunyit hanya dapat membedakan larutan basa dari yang lain?

3. Mengapa larutan gula dan larutan garam dapur tidak mengubah warna ekstrak kubis ungu?

4. Jelaskan pada tingkat partikel mengapa molekul antosianin berubah warna ketika suasana larutan berubah dari asam ke basa.

5. Gelas berisi larutan soda kue dan gelas berisi cuka (keduanya sudah diberi kubis ungu) dicampur. Perkirakan warna akhirnya dan tuliskan persamaan reaksinya.

6. Ibu Laras sering sakit maag. Dari bahan uji, mana yang sebaiknya tidak dikonsumsi saat lambung perih? Mengapa obat maag bersifat basa?

Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang hubungan sifat asam-basa bahan dengan warna setiap indikator alami, lalu nyatakan indikator mana yang paling cocok untuk menyusun skala pH dan alasannya.

Refleksi

- Hal yang paling mengejutkan bagiku dalam percobaan ini adalah ...

- Sekarang, ketika melihat kunyit atau kubis ungu di dapur, aku teringat bahwa ...

- Aku masih penasaran tentang ...

Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Kubis Ungu Virtual: pelangi pH 1-14** di subbab 26.1: mode Jelajah untuk melihat warna antosianin di setiap pH, lalu mode Tebak untuk melatih membaca pH dari warna. Ukur pH dan warna kunyit dengan Lab Mini **Pengukur pH Dapur** di subbab 26.5, dan putar molekul kurkumin pada **Molekul 3D** "Kurkumin dan asam-asam dapur".

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b26-1

Chemipedia • LKPD Bab 26 • © 2026 dr. Rachmat Hidayat, M.Sc, PhD • Editor: Abdullah Hanif Hidayat • Boleh diperbanyak untuk pembelajaran nonkomersial.

Berapa Persen Asam di Cuka Dapurku? Titrasi Sederhana dengan Indikator Kubis Ungu

Bab 27 • Titrasi, Penyangga & Hidrolisis

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMA kelas XI (Fase F)

3 × 45 menit

Model: POE (predict-observe-explain) dalam kerangka inkuiri terbimbing

Nama _____ Kelas _____ Kelompok _____ Tanggal _____

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat membuat larutan baku sederhana (soda kue 0,50 M) dan indikator alami dari kubis ungu.
- Peserta didik dapat melakukan titrasi sederhana dengan suntikan plastik tanpa jarum sebagai buret dan menentukan titik akhir dari perubahan warna.
- Peserta didik dapat menghitung kadar asam asetat dalam cuka dari data titrasi dan membandingkannya dengan label.
- Peserta didik dapat menjelaskan perubahan warna indikator dan sumber galat titrasi pada tingkat partikel.

Cerita pemantik



Bima membeli sebotol cuka dapur berlabel 25% untuk membuat acar. "Kok baunya kurang tajam, ya? Jangan-jangan isinya cuma air," gumamnya. Laras membuka catatannya: "Kita tidak boleh menuduh tanpa bukti. Analis pangan memeriksa kadar cuka dengan titrasi." Kak Tirta tersenyum, "Kita tidak punya buret dan NaOH, tetapi kita punya spuit obat, soda kue, dan kubis ungu. Ayo jadi analis dapur!" Kimo menambahkan, "Jangan lupa: satu tetes bisa menentukan!"

? Rumusan masalah

Berapa kadar asam asetat dalam cuka dapur yang diuji, dan apakah sesuai dengan label kemasannya?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Volume larutan soda kue yang ditambahkan	Warna campuran (indikator kubis ungu) dan volume soda kue saat titik akhir	Volume dan pengenceran cuka, konsentrasi soda kue, jumlah indikator, cara mengaduk

Alat dan bahan

- 2 suntikan plastik 10 mL tanpa jarum (spuit obat anak): satu sebagai buret, satu sebagai pipet
- Cuka dapur pekat berlabel 25% (± 10 mL) atau cuka makan siap pakai
- Soda kue (NaHCO_3) 4,2 g dan timbangan digital (ketelitian 0,1 g)
- Botol atau gelas ukur 100 mL dan air minum kemasan ± 250 mL

- Ekstrak kubis ungu ($\pm \frac{1}{4}$ kubis diiris, direndam 150 mL air panas, disaring)
- 3–4 gelas plastik bening, sendok kecil pengaduk, kertas putih sebagai alas
- Kacamata pelindung dan sarung tangan plastik

Keselamatan

Cuka 25% bersifat iritan: pakai kacamata pelindung dan sarung tangan, dan pengenceran dilakukan oleh guru atau orang dewasa. Bila terpercik ke mata atau kulit, segera bilas dengan air mengalir. Air panas untuk ekstrak kubis dituang oleh orang dewasa. Gunakan suntikan plastik baru tanpa jarum; jangan pernah memakai jarum. Jangan mencicipi bahan apa pun dan jangan mencampurkan cuka dengan pembersih rumah tangga (misalnya pemutih). Reaksi cuka dengan soda kue menghasilkan buih CO_2 yang tidak berbahaya, tetapi bisa meluap bila gelasnya terlalu kecil. Limbah (larutan natrium asetat encer) dibuang ke wastafel dengan air mengalir; cuci tangan sesudahnya.

Langkah kerja

1. Buat larutan baku: timbang 4,2 g soda kue, larutkan dalam air sampai volumenya tepat 100 mL, aduk sampai larut. Konsentrasinya 0,50 M ($\text{Mr NaHCO}_3 = 84$).
2. Encerkan cuka: 10 mL cuka 25% dicampur air sampai 50 mL (pengenceran 5 $\times$), dilakukan oleh guru atau orang dewasa. Jika memakai cuka makan siap pakai, langkah ini dilewati.
3. Tuliskan hipotesismu: berapa mL larutan soda kue yang kamu duga dibutuhkan jika label cuka benar 25%?
4. Ambil tepat 5,0 mL cuka encer dengan suntikan pertama, masukkan ke gelas bening. Tambahkan ± 20 mL air dan 1 sendok makan ekstrak kubis ungu. Catat warnanya.
5. Isi suntikan kedua dengan larutan soda kue tepat sampai 10,0 mL. Catat sebagai bacaan awal.
6. Tekan suntikan perlahan sambil mengaduk. Tunggu buih mereda setiap kali menambah. Mendekati perubahan warna (ungu kebiruan), tambahkan 0,1 mL demi 0,1 mL.
7. Hentikan saat warna biru bertahan setelah diaduk 30 detik dan buih tidak muncul lagi. Catat bacaan akhir dan warna.
8. Ulangi titrasi minimal tiga kali. Percobaan pertama dianggap titrasi kasar. Hitung rata-rata dua titre yang paling dekat.
9. Hitung kadar asam asetat dalam cuka asli dan bandingkan dengan label.

Data titrasi cuka dengan larutan soda kue 0,50 M

Percobaan	Volume cuka encer (mL)	Bacaan awal suntikan (mL)	Bacaan akhir suntikan (mL)	Volume soda kue terpakai (mL)	Warna di titik akhir
1 (kasar)					
2					
3					
Rata-rata percobaan 2 dan 3					

Grafik

Buat pita warna: gambar warna campuran setiap kali 1 mL larutan soda kue ditambahkan (dari 0 mL sampai titik akhir), berurutan dari kiri ke kanan.





Analisis

1. Tuliskan persamaan reaksi setara antara asam asetat dan soda kue. Gas apa yang membentuk buih?

2. Mengapa warna ekstrak kubis ungu berubah selama titrasi? Jelaskan apa yang terjadi pada ion H^+ di dalam gelas.

3. Hitung kadar asam asetat (% b/v) dalam cuka asli dari data rata-rata kelompokmu. Apakah sesuai dengan label 25%?

4. Mengapa percobaan pertama tidak diikutkan dalam rata-rata, dan mengapa titrasi perlu diulang?

5. Mengapa titik akhir dengan kubis ungu dan soda kue kurang tajam dibandingkan titrasi dengan NaOH dan fenolftalein di laboratorium?

6. Sebutkan dua sumber galat dalam percobaan ini dan cara mengurangnya.

7. Bagaimana analis pangan memastikan bahwa cuka di pasaran sesuai label, dan mengapa hal itu penting bagi konsumen?

✓ Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang kadar asam asetat dalam cuka yang kamu uji, apakah sesuai dengan label, dan seberapa yakin kamu terhadap hasilnya (sebutkan selisih antartitre).

💡 Refleksi

- Hal yang paling menantang saat menentukan titik akhir adalah ...
- Sekarang aku memahami bahwa label pada kemasan pangan ...
- Aku ingin menguji kadar asam pada ... di rumahku.

💻 Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Titration Virtual** di subbab 27.1: pilih sampel "Cuka dapur pekat 25%" dan bandingkan indikator fenolftalein, metil jingga, dan kubis ungu. Lanjutkan dengan Rumus Hidup **Kadar asam asetat dalam cuka** di subbab 27.2 dan Grafik Hidup **Kurva titrasi** di subbab 27.3 untuk melihat mengapa pemilihan indikator menentukan ketepatan hasil.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b27-2

Napas yang Membuat Batu: Endapan CaCO_3 dari Air Kapur Sirih

Bab 28 · Kelarutan & Hasil Kali Kelarutan

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMA kelas XI (juga cocok sebagai pengayaan SMP kelas IX)

2 x 45 menit

Model: POE (predict-observe-explain)

Nama _____ Kelas _____ Kelompok _____ Tanggal _____

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat mengamati terbentuknya endapan CaCO_3 ketika CO_2 dari napas dialirkan ke air kapur.
- Peserta didik dapat menjelaskan terbentuknya endapan dengan membandingkan Q_{sp} dan K_{sp} .
- Peserta didik dapat menjelaskan larutnya kembali endapan CaCO_3 oleh CO_2 berlebih dan oleh asam (cuka) pada tingkat partikel.
- Peserta didik dapat mengaitkan hasil percobaan dengan terbentuknya gua kapur, stalaktit, dan kerak teko.

Cerita pemantik



Sepulang dari Gua Gong, Bima masih terkagum-kagum. "Stalaktitnya butuh ribuan tahun? Kita tidak bisa melihat batunya terbentuk, dong!" Laras membuka catatannya: "Kata pemandunya, batu gua muncul karena CO_2 kabur dari tetesan air." Kak Tirta tersenyum sambil mengambil kapur sirih dari dapur. "Kita balik caranya. Kalau CO_2 kabur membuat batu, apa yang terjadi bila CO_2 kita tiupkan ke air kapur? Siapkan napas kalian, dan kacamata!" Kimo berbisik, "Ingat, tiup, jangan sedot!"

Rumusan masalah

Apa yang terjadi pada air kapur jernih bila dihembus napas sebentar, dihembus sangat lama, dan bila endapannya ditetesi cuka? Mengapa demikian?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Lama menghembuskan napas (0, 30, 60, 120 detik, dan 5-10 menit) serta penambahan cuka	Kekeruhan larutan (skala 0-3) dan munculnya gelembung	Volume air kapur (50 mL), jenis gelas, kekuatan hembusan, suhu ruang

Alat dan bahan

- Kapur sirih putih 1 sendok teh (± 5 g)
- Air matang dingin 300 mL
- Saringan kopi kertas atau kain bersih dan corong
- 3 gelas plastik bening (± 200 mL), diberi label A, B, C
- Sedotan baru, satu untuk setiap anggota kelompok
- Cuka dapur ± 20 mL dan pipet tetes atau sendok teh

- Kertas hitam sebagai latar dan senter HP
- Stopwatch HP, spidol, kacamata pelindung, sarung tangan plastik

Keselamatan

Air kapur (larutan jenuh $\text{Ca}(\text{OH})_2$) bersifat basa (pH sekitar 12) dan dapat merusak mata serta mengiritasi kulit: semua anggota memakai kacamata pelindung dan sarung tangan. Hembuskan napas pelan lewat sedotan dan JANGAN pernah menyedot; satu sedotan untuk satu orang. Jangan meminum atau mencicipi larutan apa pun. Bila terciprat ke mata, segera bilas dengan air mengalir selama 15 menit dan lapor ke guru. Jangan mencampur cuka dengan pemutih atau pembersih lain. Limbah diencerkan dengan banyak air lalu dibuang ke wastafel; endapan boleh dibuang ke tanah. Cuci tangan setelah selesai.

Langkah kerja

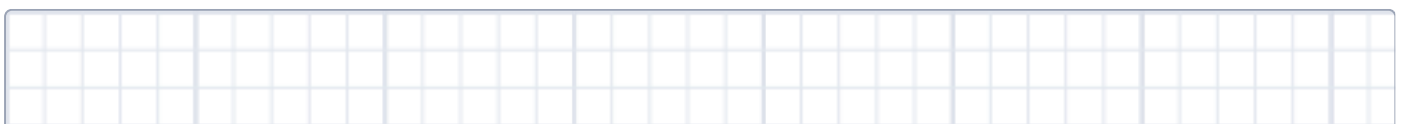
1. Buat air kapur: larutkan 1 sendok teh kapur sirih ke dalam 300 mL air, aduk 2 menit, diamkan minimal 30 menit (lebih baik semalam), lalu saring sampai jernih.
2. Tuang 50 mL air kapur jernih ke gelas A, B, dan C. Letakkan di depan kertas hitam. Gelas A adalah kontrol yang tidak dihembus.
3. Tulis prediksimu: apa yang akan terjadi bila air kapur dihembus napas? Apa yang terjadi bila dihembus sangat lama?
4. Gelas B: hembuskan napas pelan lewat sedotan selama 30 detik. Sorot dari samping dengan senter HP dan beri nilai kekeruhan (0 = jernih, 3 = sangat keruh). Ulangi pengamatan pada 60 dan 120 detik.
5. Gelas C: hembuskan napas bergantian (sedotan masing-masing) selama 5–10 menit. Catat apakah kekeruhan bertambah lalu berkurang lagi.
6. Ke gelas B yang keruh, teteskan cuka sedikit demi sedikit sambil diaduk. Amati gelembung dan kejernihannya.
7. Setelah 30 menit, amati permukaan gelas A (kontrol) yang dibiarkan terbuka.
8. Bersihkan alat, buang limbah sesuai petunjuk keselamatan, lalu diskusikan hasilnya dalam kelompok.

Tabel pengamatan air kapur, napas, dan cuka

Gelas / perlakuan	Waktu (detik)	Kekeruhan (0–3)	Gelembung?	Catatan pengamatan
A • kontrol (tanpa napas)				
B • napas 30 detik				
B • napas 60 detik				
B • napas 120 detik				
C • napas 5–10 menit				
B • ditetesi cuka				

Grafik

Buat grafik garis kekeruhan (sumbu tegak, 0–3) terhadap lama menghembuskan napas (sumbu datar, detik) untuk gelas B dan C.





Analisis

1. Apa yang kamu amati pada gelas B setelah dihembus napas? Tuliskan persamaan reaksinya.

2. Jelaskan terbentuknya endapan memakai Q_{sp} dan K_{sp} CaCO_3 .

3. Mengapa kekeruhan di gelas C bisa berkurang bila napas dihembuskan sangat lama? Tuliskan persamaannya.

4. Apa peran cuka? Dari mana gelembung yang muncul? Tuliskan persamaan reaksinya.

5. Mengapa permukaan air kapur di gelas A (kontrol) juga membentuk selaput tipis setelah dibiarkan terbuka?

6. Hubungkan percobaanmu dengan terbentuknya lorong gua dan stalaktit di Gua Gong. Langkah mana yang mirip pelarutan batu kapur, dan mana yang mirip pembentukan stalaktit?

7. Berdasarkan percobaan ini, sarankan cara aman membersihkan kerak teko di rumah dan jelaskan alasannya.

✓ Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang kapan CaCO_3 mengendap dan kapan ia larut kembali, kaitkan dengan CO_2 , pH, serta perbandingan Q_{sp} dan K_{sp} .

💡 Refleksi

- Hal yang paling mengejutkan bagiku hari ini adalah ...
- Sekarang aku memandang stalaktit dan kerak teko sebagai ...
- Satu hal yang masih ingin kuselidiki tentang kelarutan adalah ...

💻 Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Gua Waktu** di subbab 28.5: ubah CO_2 udara tanah dan udara gua, lalu amati kapan CaCO_3 mengendap dan seberapa cepat stalaktit tumbuh. Coba juga Lab Mini **Campur & Lihat** di subbab 28.3 dengan pasangan $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3$ untuk melihat kapan Q_{sp} melewati K_{sp} , serta stepper pembentukan stalaktit di subbab 28.5.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b28-5

Antioksidan Melawan Si Cokelat: Balapan Pencokelatan Buah

Bab 29 • Reaksi Redoks

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMA kelas X (dapat disederhanakan untuk SMP kelas VIII–IX)

 2 × 45 menit (pengamatan lanjutan boleh di rumah)

Model: Inkuiri terbimbing dengan pola POE (predict–observe–explain)

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat merancang percobaan yang adil untuk membandingkan laju pencokelatan irisan buah.
- Peserta didik dapat mengamati dan mencatat perubahan warna dengan skala warna 0–5.
- Peserta didik dapat menjelaskan pencokelatan buah sebagai reaksi oksidasi senyawa fenol oleh oksigen yang dipercepat enzim.
- Peserta didik dapat menjelaskan peran vitamin C sebagai reduktor (antioksidan) yang dikorbankan.

Cerita pemantik



Bima membawa bekal irisan apel ke sekolah. Saat istirahat, apelnya sudah cokelat. "Yah, apelku basi!" keluhnya. Laras mengeluarkan apel yang masih putih: "Punyaku kuberi perasan jeruk nipis tadi pagi." Kak Tirta tersenyum, "Apel Bima tidak basi, hanya teroksidasi. Ada pencuri elektron di udara, dan ada pahlawan yang rela dicuri lebih dulu. Mari kita buktikan siapa pahlawannya!" Kimo menambahkan, "Salak dari Sleman dan apel dari Batu juga mengalami hal yang sama, lho!"

? Rumusan masalah

Bagaimana pengaruh jenis perlakuan (air biasa, jeruk nipis, larutan vitamin C, air garam, dan pendinginan) terhadap kecepatan pencokelatan irisan buah?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Jenis perlakuan pada irisan buah (tanpa perlakuan, air biasa, jeruk nipis, larutan vitamin C, air garam, disimpan di lemari es)	Skor warna cokelat (skala 0–5) setiap 10 menit dan waktu sampai skor mencapai 3	Jenis dan kematangan buah, ketebalan irisan, lama perendaman (2 menit), suhu ruang, waktu pengamatan, pencahayaan saat memotret

Alat dan bahan

- 2 buah apel (atau salak/pisang) yang sama jenis dan kematangannya
- Pisau dan talenan (dipakai oleh guru atau orang dewasa)

- 6 piring kecil atau gelas plastik bening berlabel A–F
- 2 buah jeruk nipis dan alat pemeras
- 1 tablet vitamin C 500 mg biasa (bukan effervescent) yang dilarutkan dalam 100 mL air matang
- 1 sendok teh garam dapur dan 300 mL air matang
- Gelas ukur atau sendok takar, stopwatch atau jam HP, kamera HP
- Kartu skala warna buatan sendiri (0 = krem, 5 = cokelat tua)

Keselamatan

Pemotongan buah dilakukan oleh guru atau orang dewasa; jari dijauhkan dari mata pisau dan talenan diletakkan di permukaan yang stabil. Semua bahan adalah bahan pangan, tetapi irisan buah percobaan TIDAK boleh dimakan karena dibiarkan terbuka lama dan disentuh banyak tangan. Hindari percikan air jeruk nipis ke mata; bila terkena, bilas dengan air mengalir. Jangan memakai pemutih, cuka pekat, atau bahan pembersih apa pun dalam percobaan ini, dan jangan pernah mencampur pemutih dengan pembersih lain. Buang sisa buah ke tempat sampah organik atau kompos, lalu cuci piring dan tangan.

Langkah kerja

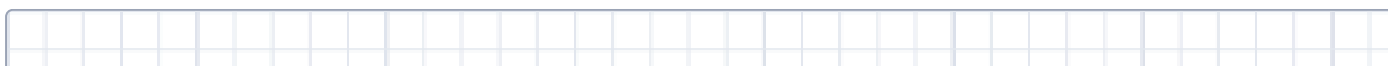
1. Tulis prediksimu: irisan mana yang paling cepat dan paling lambat menjadi cokelat? Berikan alasannya.
2. Siapkan larutan perendam dalam gelas berlabel: (B) 100 mL air matang, (C) perasan 1 jeruk nipis + 50 mL air, (D) larutan vitamin C (1 tablet 500 mg dalam 100 mL air), (E) 1 sendok teh garam dalam 100 mL air.
3. Guru atau orang dewasa memotong apel menjadi 6 irisan setebal ± 1 cm dengan pisau yang sama, secepat mungkin.
4. Irisan A dibiarkan tanpa perlakuan (kontrol). Rendam irisan B, C, D, dan E masing-masing selama 2 menit, lalu tiriskan di piring berlabel. Irisan F (tanpa perlakuan) dimasukkan ke lemari es di piring tertutup.
5. Mulai stopwatch. Letakkan irisan A–E berjajar di meja yang sama, jauh dari sinar matahari langsung.
6. Setiap 10 menit selama 60 menit, beri skor warna 0–5 dengan kartu skala dan foto semua irisan dari jarak dan sudut yang sama. Amati irisan F pada menit 0 dan 60 saja.
7. Catat data di tabel, lalu buat grafik skor warna terhadap waktu untuk setiap irisan.
8. Kerjakan versi virtual di Lab Mini untuk membandingkan hasilmu dengan model.

Skor warna cokelat (0 = krem, 5 = cokelat tua)

Irisan / perlakuan	0 menit	10 menit	20 menit	30 menit	40 menit	50 menit	60 menit
A • tanpa perlakuan							
B • air biasa							
C • jeruk nipis							
D • larutan vitamin C							
E • air garam							
F • lemari es							

Grafik

Buat grafik garis skor warna (sumbu tegak) terhadap waktu (sumbu datar) untuk irisan A–E dalam satu bidang, dengan warna garis berbeda untuk setiap irisan.





Analisis

1. Urutkan irisan dari yang paling cepat sampai paling lambat menjadi cokelat. Apakah sesuai prediksiimu?

2. Mengapa irisan B (air biasa) diperlukan dalam percobaan ini? Apa yang dapat disimpulkan dengan membandingkan B dengan C, D, dan E?

3. Pencokelatan terjadi ketika enzim polifenol oksidase membantu oksigen mengoksidasi senyawa fenol menjadi kuinon. Pada reaksi itu, zat apa yang bertindak sebagai oksidator dan zat apa yang teroksidasi?

4. Vitamin C, $C_6H_8O_6$, berubah menjadi $C_6H_6O_6$. Tuliskan setengah reaksinya dan tentukan apakah vitamin C mengalami oksidasi atau reduksi.

5. Irisan D mungkin tetap pucat untuk sementara, lalu mulai cokelat. Jelaskan pada tingkat partikel mengapa ada 'masa tunggu' itu.

6. Mengapa irisan di lemari es lebih lambat cokelat walaupun tidak diberi antioksidan?

7. Sarankan dua cara yang dapat dipakai pedagang rujak atau es buah agar potongan buah tetap menarik, dan jelaskan alasan kimianya.

✓ Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang pengaruh antioksidan (jeruk nipis dan vitamin C), air garam, dan suhu rendah terhadap pencokelatan buah, dikaitkan dengan konsep oksidator, reduktor, dan laju reaksi.

💡 Refleksi

- Aku jadi menyadari bahwa reaksi redoks di dapurku ...
- Bagian yang paling menyenangkan dari percobaan ini adalah ...
- Pertanyaan yang masih ingin kuselidiki adalah ...

💻 Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Balapan Pencokelatan** di subbab 29.6: pilih buah dan suhu, jalankan waktu, lalu bandingkan irisan yang dibiarkan, diberi jeruk nipis, direndam air garam, dan diberi perlakuan pilihanmu (air biasa, vitamin C, dikukus, atau dibungkus plastik). Perhatikan bilah vitamin C yang terus berkurang. Lihat juga Lab Mini **Pencuri Elektron** (subbab 29.1) untuk mengamati oksidator dan reduktor pada tingkat atom.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b29-6

Baterai Buah: Siapa Juara Tegangan?

Bab 30 • Sel Volta & Baterai

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMA kelas XI–XII (Fase F); versi sederhana untuk SMP kelas IX

2 × 45 menit

Model: Inkuiri terbimbing dengan POE (predict–observe–explain)

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat merangkai sel volta sederhana dari buah, dua logam berbeda, dan kabel penghubung.
- Peserta didik dapat mengukur tegangan dan menghubungkan besar tegangan dengan letak pasangan logam di deret volta.
- Peserta didik dapat membandingkan pengaruh susunan seri dan paralel terhadap tegangan dan nyala LED.
- Peserta didik dapat menjelaskan aliran elektron di kawat dan aliran ion di dalam buah pada tingkat partikel.

Cerita pemantik



Menjelang pameran sains, Bima ingin menyalakan LED dengan jeruk nipis. Satu jeruk gagal. "Mungkin jeruknya kurang asam," katanya. Laras menggeleng, "Atau pasangan logamnya yang kurang cocok?" Kak Tirta menyodorkan multimeter, "Jangan menebak-nebak. Ukur!" Kimo sudah menjajarkan paku galvanis, paku besi, dan kawat tembaga di atas meja, lalu berbisik, "LED merah baru mau menyala di atas $\pm 1,8$ volt, lho."

Rumusan masalah

Bagaimana pengaruh pasangan logam elektrode dan cara merangkai buah (seri atau paralel) terhadap tegangan baterai buah dan nyala LED?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Pasangan logam elektrode (Zn–Cu, Fe–Cu, Zn–Fe, Cu–Cu) serta jumlah dan susunan buah (1–4 buah, seri atau paralel)	Tegangan terukur (V) dan nyala LED	Jenis buah, kedalaman tusukan (± 2 cm), jarak antarelektrode (± 2 cm), multimeter yang sama, suhu ruang

Alat dan bahan

- 4–6 jeruk nipis segar (boleh diganti lemon atau kentang)
- 6 paku galvanis (berlapis seng) ± 5 cm dan 2 paku besi biasa tanpa lapisan
- 6 potong kawat tembaga ± 8 cm dari kabel bekas yang dikupas (atau koin berwarna tembaga)
- 6–8 kabel berpenjepit buaya
- 1 multimeter digital (skala DC V 2 V atau 20 V)
- 1 LED merah kecil (5 mm)
- Amplas halus, tisu, piring plastik, dan kantong plastik untuk sampah buah

Keselamatan

Ujung paku dan kawat tajam: tusukkan perlahan dengan arah menjauhi tangan. Jangan pernah menyambungkan rangkaian ke stopkontak, aki, atau baterai sungguhan, dan jangan membongkar baterai apa pun (baterai litium dapat terbakar, baterai alkalin berisi basa korosif). Buah yang sudah ditusuk logam mengandung ion seng dan tembaga: **jangan dimakan** dan jangan diberikan kepada hewan; masukkan ke kantong plastik lalu buang ke tempat sampah. Amplas logam di atas tisu agar serbuknya tidak tercecer. Cuci tangan dengan sabun setelah praktikum.

Langkah kerja

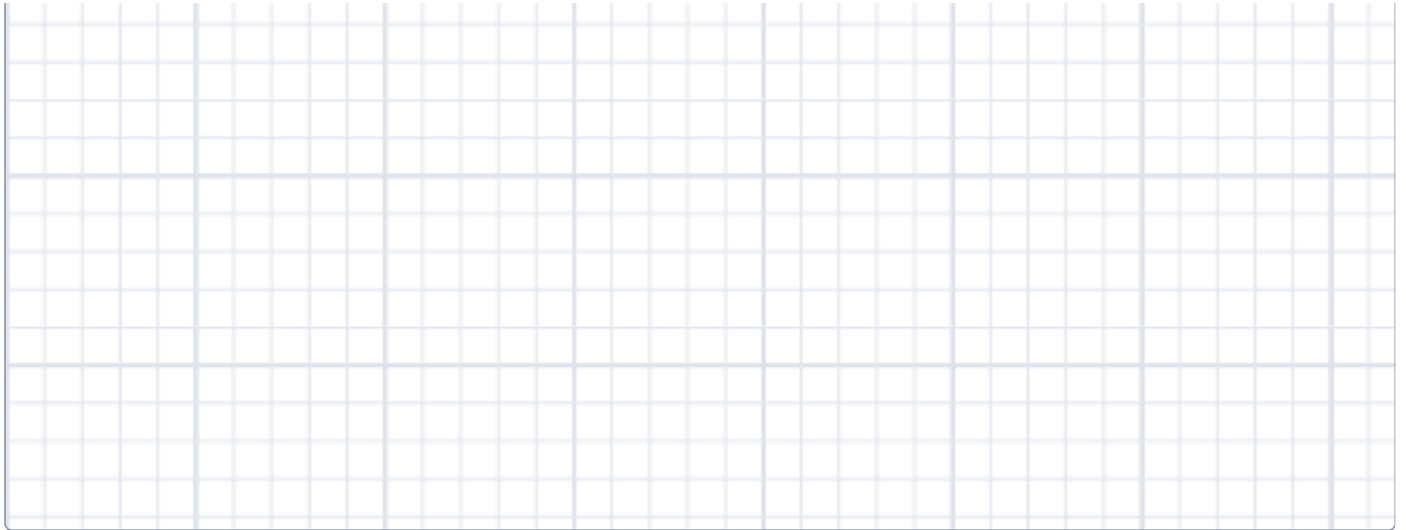
1. Gulingkan setiap jeruk nipis di atas meja sambil ditekan pelan agar sarinya keluar. Amplas paku dan kawat sampai mengilap.
2. Tulis prediksimu (Predict) untuk setiap baris tabel sebelum mengukur.
3. Tusukkan satu paku galvanis dan satu kawat tembaga ke jeruk pertama sedalam ± 2 cm, berjarak ± 2 cm, dan tidak saling bersentuhan.
4. Ukur tegangan (Observe): kabel hitam (COM) ke paku, kabel merah (V) ke kawat tembaga. Bila angkanya negatif, berarti kabel tertukar.
5. Ulangi dengan pasangan paku besi-tembaga, paku galvanis-paku besi, dan tembaga-tembaga. Pakai lubang tusukan baru untuk setiap pasangan.
6. Rangkai 2, 3, lalu 4 jeruk secara seri dengan pasangan Zn-Cu: kawat tembaga jeruk pertama dihubungkan ke paku galvanis jeruk berikutnya. Ukur tegangan di kedua ujung rangkaian.
7. Hubungkan LED ke rangkaian seri: kaki panjang (+) ke ujung tembaga, kaki pendek (–) ke ujung paku galvanis. Amati di ruangan yang direduksi.
8. Rangkai 3 jeruk secara paralel (semua paku galvanis disatukan, semua kawat tembaga disatukan). Ukur tegangannya dan uji LED.
9. Diskusikan dan jelaskan (Explain) perbedaan antara prediksi dan hasil pengamatan kelompokmu.

Tabel pengamatan baterai jeruk nipis

Percobaan (pasangan • susunan)	Prediksi tegangan (V)	Tegangan terukur (V)	LED menyala?	Catatan
1. Zn-Cu • 1 jeruk				
2. Fe-Cu • 1 jeruk				
3. Zn-Fe • 1 jeruk				
4. Cu-Cu • 1 jeruk				
5. Zn-Cu • 2 jeruk seri				
6. Zn-Cu • 3 jeruk seri				
7. Zn-Cu • 4 jeruk seri				
8. Zn-Cu • 3 jeruk paralel				

Grafik

Buat grafik tegangan terukur (sumbu tegak) terhadap jumlah jeruk yang dirangkai seri (1–4 buah, sumbu datar) untuk pasangan Zn-Cu. Tarik garis lurus terbaik dan tentukan kemiringannya.



Analisis

1. Pasangan elektrode mana yang menghasilkan tegangan terbesar untuk satu jeruk? Hubungkan jawabanmu dengan letak kedua logam di deret volta.

2. Mengapa pasangan Cu-Cu hampir tidak menghasilkan tegangan?

3. Tuliskan setengah reaksi yang terjadi di paku galvanis dan di kawat tembaga pada baterai jeruk Zn-Cu. Elektrode mana anode dan mana katode?

4. Berapa kemiringan grafik tegangan terhadap jumlah jeruk yang dirangkai seri? Apa artinya?

5. Mengapa 3 jeruk yang dirangkai paralel tidak mampu menyalakan LED, padahal 3 jeruk yang dirangkai seri mampu?

6. Tegangan terukur Zn–Cu ($\pm 0,9$ V) berbeda dari selisih E° seng dan tembaga (1,10 V). Jelaskan penyebabnya.

7. Gambarkan pada tingkat partikel: apa yang bergerak di kawat, dan apa yang bergerak di dalam sari jeruk?

8. Usulkan cara agar LED menyala lebih terang tanpa menambah jumlah jeruk.

✓ Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang (1) hubungan letak pasangan logam di deret volta dengan tegangan satu sel, dan (2) pengaruh susunan seri dan paralel terhadap tegangan, berdasarkan data kelompokmu.

💡 Refleksi

- Bagian percobaan yang paling membuatku penasaran adalah ...

- Sekarang aku memahami bahwa baterai di ponselku sebenarnya ...

- Satu pertanyaan yang masih ingin kuselidiki adalah ...

💻 Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Baterai Buah: seri atau paralel?** di subbab 30.5: ganti pasangan elektrode, jenis buah, jumlah buah, dan susunan seri/paralel, lalu nyalakan LED setelah "mematikan lampu kamar". Untuk menjelaskan reaksinya, pakai Lab Mini **Sel Volta Virtual** dan Rumus Hidup **Potensial sel standar** di subbab 30.3.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b30-5

Paku di Tepi Pantai: Menyelidiki Penyebab Korosi Besi

Bab 31 • Elektrolisis & Korosi

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing) dengan pengamatan selama satu minggu

SMA kelas XI–XII (versi sederhana untuk SMP kelas IX)

🕒 1 × 45 menit (persiapan) + pengamatan 7 hari (5 menit/hari) + 1 × 45 menit (analisis dan diskusi)

Model: Inkuiri terbimbing dengan pola POE (predict–observe–explain)

Nama Kelas Kelompok Tanggal

🎯 Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat merancang percobaan untuk menguji syarat terjadinya korosi besi dengan mengendalikan variabel.
- Peserta didik dapat membuktikan bahwa korosi besi membutuhkan air dan oksigen sekaligus, serta dipercepat oleh garam.
- Peserta didik dapat menjelaskan pengaruh logam lain (tembaga, seng) terhadap korosi besi memakai potensial elektrode standar dan istilah anode–katode.
- Peserta didik dapat mengusulkan cara pencegahan korosi yang tepat untuk bangunan di daerah pesisir.

🔭 Cerita pemantik



Saat liburan di Makassar, Laras memotret pagar besi di Pantai Losari yang karatan, padahal baru dicat dua tahun lalu. "Di rumah Nenek di Malang, pagar yang lebih tua masih bagus," katanya. Bima menebak, "Pasti karena panas matahari pantai!" Kak Tirta tersenyum, "Tebakan boleh, tapi ilmuwan butuh bukti. Bagaimana kalau kita uji sendiri dengan paku?" Kimo menambahkan fakta: kerugian akibat korosi di seluruh dunia diperkirakan sekitar 3% PDB dunia setiap tahun.

? Rumusan masalah

Faktor apa saja yang diperlukan dan yang mempercepat korosi besi? Bagaimana logam lain yang menempel pada besi dapat mempercepat atau mencegah korosi?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Kondisi lingkungan paku: ada/tidaknya air, ada/tidaknya oksigen, ada/tidaknya garam, dan logam lain yang menempel (tembaga, seng)	Banyaknya karat (skor 0–4) dan warna air/endapan pada hari ke-1, ke-3, dan ke-7	Jenis dan ukuran paku, perlakuan amplas, volume cairan (± 50 mL), tempat penyimpanan dan suhu, lama pengamatan, serta cara memberi skor

Alat dan bahan

- 6 paku besi baru yang sama ukurannya (± 5 cm, bukan paku galvanis), ditambah 1 paku galvanis (paku seng untuk atap)
- 6 gelas plastik bening atau botol bekas air mineral yang dipotong (± 200 mL)
- Air keran ± 300 mL dan air matang yang sudah didinginkan dalam wadah tertutup ± 100 mL
- Garam dapur 3 sendok teh
- Minyak goreng ± 20 mL
- 2–3 sachet silika gel dari kemasan sepatu atau tas, plastik pembungkus dan karet gelang
- Kawat tembaga ± 15 cm dari sisa kabel listrik (kulit plastiknya dikupas)
- Amplas halus, spidol, label, kaca pembesar atau kamera HP, penggaris

Keselamatan

Paku tajam: pegang bagian kepalanya dan jangan diarahkan ke teman. Luka tertusuk paku, apalagi yang berkarat, harus segera dicuci dengan sabun dan air mengalir lalu dilaporkan kepada guru. Pengupasan kabel dengan cutter dan pendidihan air dilakukan oleh guru atau orang dewasa. Silika gel tidak boleh dibuka, dimakan, atau diberikan kepada anak kecil. Jangan mencicipi air rendaman. Di akhir percobaan, buang cairan ke wastafel sambil dialiri air, bungkus paku dengan kertas sebelum dibuang ke tempat sampah, dan cuci tangan.

Langkah kerja

1. Tulis hipotesismu: gelas mana yang paling cepat berkarat dan gelas mana yang tidak berkarat sama sekali? Beri alasan.
2. Amplas ringan semua paku besi agar permukaannya sama bersih, lalu cuci dan keringkan. Beri label gelas A–F.
3. Gelas A: masukkan silika gel dan satu paku, lalu tutup rapat dengan plastik dan karet (udara kering). Gelas B: masukkan paku, isi air matang ± 50 mL, lalu tuang minyak goreng setebal ± 1 cm di atasnya.
4. Gelas C: paku dalam ± 50 mL air keran, biarkan terbuka. Gelas D: sama seperti C, tetapi airnya dilarutkan 1 sendok teh garam.
5. Gelas E: lilitkan kawat tembaga pada paku besi, lalu masukkan ke air garam seperti gelas D. Gelas F: paku galvanis dalam air garam seperti gelas D.
6. Simpan semua gelas di tempat teduh yang sama. Foto dan amati setiap hari pada jam yang sama selama 7 hari.
7. Beri skor karat: 0 = mengkilap, 1 = bintik kecil, 2 = karat di beberapa bagian, 3 = karat menyebar, 4 = karat tebal di seluruh paku. Catat juga warna air dan endapan.
8. Pada hari ke-7, angkat paku dengan pinset atau tisu, bandingkan, lalu diskusikan hasilnya dalam kelompok.

Tabel pengamatan korosi paku selama 7 hari

Gelas dan kondisi	Hari ke-1	Hari ke-3	Hari ke-7	Skor karat akhir (0-4)	Warna air/endapan
A • udara kering (silika gel, tertutup)					
B • air matang + lapisan minyak					
C • air keran, terbuka					
D • air garam, terbuka					
E • air garam + kawat tembaga					
F • paku galvanis dalam air garam					

Grafik

Buat diagram batang skor karat hari ke-7 untuk keenam gelas. Bila sempat, buat juga grafik garis skor karat terhadap hari untuk gelas C, D, dan E pada satu sumbu.



Analisis

1. Gelas mana yang pakunya tidak berkarat sama sekali? Zat apa yang tidak ada (atau hampir tidak ada) di gelas-gelas itu?

2. Bandingkan gelas A, B, dan C. Apa dua syarat yang harus ada agar besi berkarat?

3. Mengapa paku di gelas D berkarat lebih banyak daripada di gelas C? Jelaskan pada tingkat ion.

4. Pada gelas C, di bagian paku mana karat paling banyak muncul? Hubungkan dengan tempat oksigen paling mudah masuk ke air.

5. Paku di gelas E berkarat paling parah, padahal kawat tembaganya tetap mengkilap. Jelaskan memakai nilai E° ($\text{Fe}^{2+}/\text{Fe} = -0,44 \text{ V}$; $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu} = +0,34 \text{ V}$) serta istilah anode dan katode.

6. Mengapa paku galvanis di gelas F tidak berkarat walaupun berada di air garam? Endapan putih apa yang muncul?

7. Sarankan dua cara melindungi pagar besi di tepi pantai, lalu jelaskan prinsip kimia masing-masing.

✓ Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang (1) syarat terjadinya korosi besi, (2) faktor yang mempercepatnya, dan (3) cara logam lain mempercepat atau mencegah korosi, berdasarkan data kelompokmu. Bandingkan dengan hipotesis awalmu.

Refleksi

- Hal yang paling mengejutkan dari percobaan ini adalah ...

- Setelah percobaan ini, aku akan memperhatikan ... di rumah atau di sekolahku.

-
- Aku masih penasaran tentang ...
-

Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Uji Korosi Paku: minggu demi minggu** di subbab 31.5: jalankan sampai hari ke-28, ketuk setiap tabung untuk membaca penjelasannya, lalu ganti isi tabung F (galvanis, galvanis tergores, timah tergores, dililit magnesium, dicat) dan ubah suhu ruang. Ikuti juga animasi langkah korosi besi di bawah tetesan air (subbab 31.5) dan Penyetara Reaksi **Setarakan reaksi korosi**.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b31-5

Chemipedia · LKPD Bab 31 · © 2026 dr. Rachmat Hidayat, M.Sc, PhD · Editor: Abdullah Hanif Hidayat · Boleh diperbanyak untuk pembelajaran nonkomersial.

Kembar Rumus, Beda Wajah: Merakit Isomer Butana dan Pentana

Bab 32 · Hidrokarbon & Minyak Bumi

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing) dengan model molekul

SMA kelas XI (dapat disederhanakan untuk kelas X)



2 x 45 menit

Model: Discovery learning

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat merakit semua isomer struktur C_4H_{10} dan C_5H_{12} dengan model molekul.
- Peserta didik dapat memberi nama IUPAC setiap isomer dan menentukan jenis atom karbonnya (primer, sekunder, tersier, kuarternar).
- Peserta didik dapat membedakan isomer sejati dari molekul yang sama yang hanya digambar atau ditekuk berbeda.
- Peserta didik dapat menjelaskan hubungan percabangan dengan titik didih berdasarkan gaya London.

Cerita pemantik



Di bengkel dekat sekolah, Bima melihat dua kaleng isi ulang korek gas: "butana" dan "isobutana". "Rumusnya sama-sama C_4H_{10} , pasti sama saja," katanya. Laras membuka catatannya: "Titik didih butana $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, isobutana $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kalau sama, kenapa datanya beda?" Kak Tirta menyodorkan plastisin dan tusuk gigi: "Jangan berdebat, rakit saja! Ada berapa cara menyusun empat karbon? Bagaimana dengan lima karbon?" Kimo menambahkan, "Hati-hati, rantai yang cuma ditekuk bukan isomer baru!"

? Rumusan masalah

Ada berapa isomer struktur C_4H_{10} dan C_5H_{12} ? Bagaimana memberi nama setiap isomer, dan bagaimana percabangan memengaruhi titik didihnya?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Susunan rantai karbon (lurus, satu cabang, dua cabang)	Nama IUPAC, bentuk model, dan titik didih (dari kartu data)	Rumus molekul (jumlah atom C dan H sama), jenis ikatan (semua tunggal), bahan model yang sama

Alat dan bahan

- Plastisin/malam dua warna: gelap untuk C ($\pm 40\text{ g}$) dan terang untuk H ($\pm 40\text{ g}$) per kelompok
- Tusuk gigi ± 30 batang (atau potongan lidi sepanjang 3 cm)
- Kertas HVS dan spidol untuk menggambar rumus struktur
- Busur derajat untuk memperkirakan sudut antartusuk

- Kartu data titik didih isomer (dibagikan guru setelah langkah 6)
- Gawai dengan Chemipedia untuk versi virtual (bila tersedia)

Keselamatan

Ujung tusuk gigi tajam: arahkan menjauh dari wajah, jangan dipakai bercanda, dan kumpulkan kembali setelah selesai. Plastisin bukan makanan, jadi jangan dimasukkan ke mulut. Cuci tangan dengan sabun setelah praktikum. Simpan sisa plastisin dalam wadah tertutup dan buang tusuk gigi bekas ke tempat sampah, bukan ke lantai.

Langkah kerja

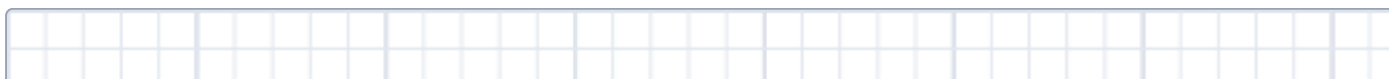
1. Tulis hipotesismu: berapa isomer yang dimiliki C_4H_{10} dan C_5H_{12} ?
2. Buat 5 bola gelap (C) berdiameter ± 2 cm dan 12 bola terang (H) berdiameter ± 1 cm. Setiap C harus punya tepat 4 tusuk gigi, setiap H tepat 1.
3. Rakit C_4H_{10} dengan empat C berderet. Gambar rumus struktur singkatnya, beri nama IUPAC, dan catat sebagai Model 1.
4. Bongkar rantainya dan cari susunan empat C yang lain. Uji setiap model baru: bila rantai terpanjang dan posisi cabangnya sama dengan model sebelumnya (hanya ditekuk atau diputar), itu bukan isomer baru.
5. Tambahkan 1 C dan 2 H, lalu temukan semua isomer C_5H_{12} . Gambar dan namai setiap isomer dengan aturan IUPAC.
6. Untuk setiap isomer, hitung jumlah C primer, sekunder, tersier, dan kuarternar.
7. Ambil kartu data titik didih dari guru, pasangkan dengan isomer yang tepat, lalu gulirkan model di meja untuk membandingkan "kebulatannya".
8. Bandingkan hasil kelompokmu dengan kelompok lain, lalu periksa dengan Lab Mini Perakit Alkana.

Tabel pengamatan isomer C_4H_{10} dan C_5H_{12}

Model	Rumus struktur singkat	Nama IUPAC	C primer / sekunder / tersier / kuarternar	Bentuk model	Titik didih ($^{\circ}C$, kartu data)
Model 1 (C_4H_{10})					
Model 2 (C_4H_{10})					
Model 3 (C_5H_{12})					
Model 4 (C_5H_{12})					
Model 5 (C_5H_{12})					

Grafik

Buat diagram batang titik didih kelima isomer, dikelompokkan menurut rumus molekulnya (C_4H_{10} dan C_5H_{12}), dan urutkan dari yang paling sedikit cabangnya.





Analisis

1. Berapa isomer C_4H_{10} dan C_5H_{12} yang kamu temukan? Apakah sesuai dengan hipotesismu?

2. Bima menekuk rantai butana menjadi bentuk huruf L dan menyebutnya isomer baru. Benarkah? Jelaskan.

3. Tuliskan nama IUPAC isomer C_5H_{12} yang bercabang dua. Mengapa nama "tetrametilmetana" tidak dipakai?

4. Isomer mana yang memiliki atom C kuarterner? Berapa jumlah C primernya?

5. Urutkan titik didih ketiga isomer C_5H_{12} dan jelaskan urutannya dengan gaya London.

6. Mengapa isobutana dipakai sebagai gas korek dan zat pendingin kulkas, padahal rumusnya sama dengan butana?

7. Ramalkan: berapa isomer yang dimiliki C_6H_{14} ? Uji ramalanmu dengan Perakit Alkana.

✓ Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang jumlah isomer C_4H_{10} dan C_5H_{12} , cara memberi nama isomer bercabang, dan hubungan percabangan dengan titik didih, berdasarkan model dan data kelompokmu.

💡 Refleksi

- Hal yang paling mengejutkan bagiku saat merakit isomer adalah ...
- Cara yang kupakai untuk memastikan dua model bukan molekul yang sama adalah ...
- Aku masih ingin tahu tentang ...

💻 Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Perakit Alkana** di subbab 32.2: rakit setiap isomer, cocokkan nama IUPAC dan titik didihnya, dan perhatikan penghitungan isomer (2 untuk C_4H_{10} , 3 untuk C_5H_{12} , 5 untuk C_6H_{14}). Bandingkan bentuk 3D butana dan isobutana pada **Molekul 3D** "Kembar rumus, beda bentuk" (subbab 32.3), lalu lihat tren titik didih pada **Grafik Hidup** titik didih alkana (subbab 32.2).

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b32-3

Detektif Aroma Dapur: Alkohol, Asam, atau Ester?

Bab 33 • Gugus Fungsi

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMA kelas XI/XII (Fase F); dapat disederhanakan untuk SMP kelas IX



2 × 45 menit

Model: Inkuiri terbimbing dengan pola POE (prediksi–observasi–eksplanasi)

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat membedakan alkohol, asam karboksilat, dan ester berdasarkan bau, sifat asam dengan indikator alami, reaksi dengan soda kue, dan kelarutan dalam air.
- Peserta didik dapat mengaitkan setiap sifat yang diamati dengan gugus fungsi $-OH$, $-COOH$, dan $-COO-$.
- Peserta didik dapat menjelaskan perbedaan kelarutan dengan konsep ikatan hidrogen dan panjang rantai karbon.
- Peserta didik dapat menerapkan cara mencium zat yang aman (mengipas uap).

Cerita pemantik



Di dapur Laras ada beberapa botol tanpa label berisi cairan bening atau kekuningan. Kata ibunya, isinya alkohol pembersih, cuka, esens pisang untuk kue, dan minyak goreng. Bima langsung ingin mencicipi untuk menebak. "Stop!" seru Kak Tirta. "Kimiawan tidak menebak dengan lidah. Kita pakai bau yang dikipas, indikator kubis ungu, soda kue, dan air. Setiap gugus fungsi punya sidik jari sifatnya sendiri." Kimo menambahkan, "Etanol dan asam asetat sama-sama punya dua atom karbon dan sama-sama punya OH, tetapi wajahnya berbeda!"

Rumusan masalah

Bagaimana cara membedakan alkohol, asam karboksilat, dan ester dari sifat-sifat yang dapat diamati, dan bagaimana sifat itu berkaitan dengan gugus fungsinya?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Jenis zat (air sebagai kontrol, alkohol 70%, cuka, esens pisang, minyak goreng)	Bau, warna indikator kubis ungu, ada/tidaknya gelembung dengan soda kue, dan kelarutan dalam air	Volume zat dan indikator, jumlah soda kue, ukuran gelas, dan suhu ruang

Alat dan bahan

- Alkohol 70% (etanol) dari apotek, ± 20 mL
- Cuka dapur (asam asetat $\pm 5\%$), ± 20 mL
- Esens/perisa pisang untuk kue (mengandung isoamil asetat), ± 5 mL
- Minyak goreng (trigliserida, ester besar), ± 20 mL
- Air kubis ungu (rebusan $\frac{1}{2}$ lembar daun kubis ungu, didinginkan) sebagai indikator alami, ± 100 mL
- Soda kue (NaHCO_3), 2 sendok teh

- Air matang, 10 gelas plastik bening kecil, pipet tetes atau sedotan, sendok teh dan sendok makan
- Spidol, kertas label, tisu, dan kacamata pelindung (atau kacamata biasa)

 Keselamatan

Alkohol 70% dan esens mudah terbakar: jauhkan dari api, lilin, dan kompor. Jangan mencicipi bahan apa pun, walaupun berasal dari dapur, karena alat dipakai bersama. Cium bau dengan mengipas uap ke arah hidung, jangan menghirup langsung dari mulut gelas. Cuka dan alkohol perih bila terkena mata: pakai kacamata, dan bila terciprat bilas dengan air mengalir selama 10 menit. Jangan mencampur bahan selain yang diminta LKPD. Limbah cair dibuang ke wastafel dengan banyak air, kecuali minyak: kumpulkan dalam botol bekas lalu buang ke tempat sampah. Cuci tangan setelah praktikum.

Langkah kerja

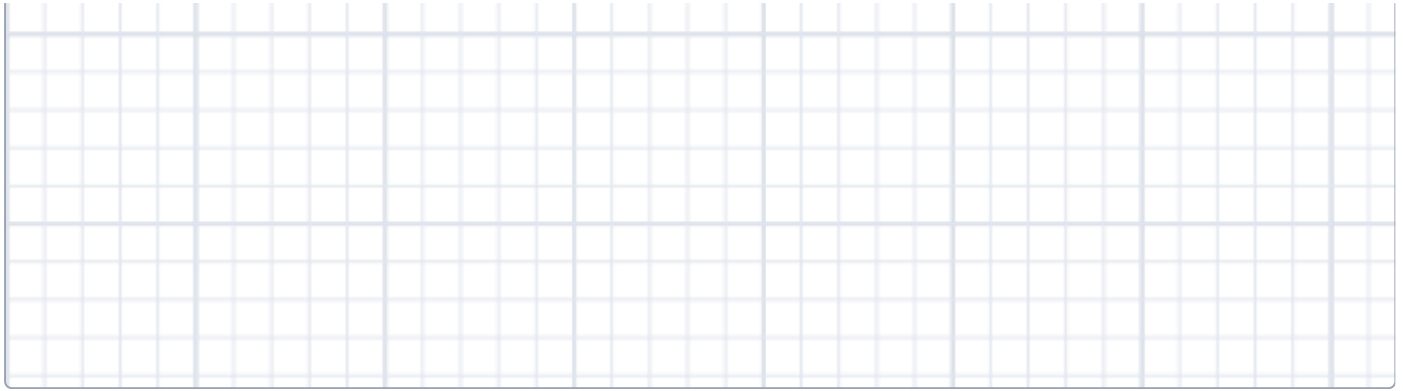
1. Beri label lima gelas: Air, Alkohol, Cuka, Esens, Minyak. Isi masing-masing dengan ± 1 sendok makan zat. Tulis dulu prediksimu untuk setiap uji.
2. Uji bau: kipaskan uap dari mulut gelas ke arah hidung dengan tangan. Catat baunya (tajam, asam menusuk, harum buah, atau hampir tak berbau).
3. Uji indikator: ambil 1 sendok teh setiap zat ke gelas baru, tambahkan 1 sendok teh air kubis ungu, lalu aduk. Bandingkan warnanya dengan gelas air (kontrol).
4. Uji soda kue: ke sisa zat di gelas berlabel, tambahkan $\frac{1}{4}$ sendok teh soda kue. Amati ada atau tidaknya gelembung gas selama 30 detik.
5. Uji kelarutan: ambil 1 sendok teh setiap zat ke gelas baru berisi 3 sendok makan air, aduk, lalu diamkan 1 menit. Amati: bercampur sempurna, keruh, atau membentuk dua lapisan?
6. Lengkapi tabel pengamatan, lalu bandingkan hasilnya dengan prediksimu.
7. Bersihkan alat dan buang limbah sesuai petunjuk keselamatan.

 Tabel pengamatan sifat lima zat dapur

Zat	Gugus fungsi utama	Bau (dikipas)	Warna kubis ungu	Gelembung dengan soda kue	Kelarutan dalam air
Air (kontrol)					
Alkohol 70% (etanol)					
Cuka (asam asetat)					
Esens pisang (isoamil asetat)					
Minyak goreng (trigliserida)					

 Grafik

Tidak perlu grafik. Sebagai gantinya, buat diagram alir (kunci determinasi) ya/tidak yang dapat memisahkan kelima zat, misalnya dimulai dengan pertanyaan "Berbuih dengan soda kue?".



Analisis

1. Zat mana yang mengubah warna kubis ungu menjadi merah muda dan berbuih dengan soda kue? Gugus fungsi apa yang bertanggung jawab?

2. Alkohol punya gugus $-OH$. Mengapa alkohol tidak mengubah warna kubis ungu menjadi hijau seperti basa?

3. Tuliskan persamaan reaksi antara asam asetat dan soda kue. Gas apa yang terbentuk dan bagaimana cara membuktikannya?

4. Mengapa alkohol bercampur sempurna dengan air, sedangkan minyak goreng membentuk dua lapisan? Jelaskan dengan ikatan hidrogen dan panjang rantai karbon.

5. Esens pisang dan minyak goreng sama-sama ester. Mengapa esens berbau harum kuat, sedangkan minyak goreng hampir tidak berbau?

6. Isoamil asetat dapat dibuat dari asam asetat dan 3-metil-1-butanol. Tuliskan persamaan reaksinya dan sebutkan syarat reaksinya.

7. Susun kunci determinasi sederhana (paling sedikit tiga pertanyaan ya/tidak) untuk mengenali alkohol, asam karboksilat, dan ester yang tidak berlabel.

✓ Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang sifat khas alkohol, asam karboksilat, dan ester, serta gugus fungsi yang menyebabkannya, berdasarkan data kelompokmu.

💡 Refleksi

- Sifat yang paling mengejutkan bagiku hari ini adalah ...
- Sekarang aku mengerti bahwa rumus yang sama-sama memuat OH belum tentu sifatnya sama, karena ...
- Aku ingin mencoba membedakan ... dengan cara yang aman.

💻 Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Laboratorium Uji Gugus** di subbab 33.3 untuk menguji asam etanoat dan etanol dengan soda kue serta pereaksi lain, lalu Lab Mini **Pabrik Aroma** di subbab 33.4 untuk membuat isoamil asetat dari asam etanoat dan 3-metil-1-butanol. Bandingkan juga etanol, asam asetat, dan etil asetat pada **Molekul 3D** "Satu rangka dua karbon, banyak wajah" di subbab 33.1.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b33-4

Siapa Paling Tak Jenuh? Uji Iodin pada Minyak dan Lemak Dapur

Bab 34 • Reaksi & Mekanisme Organik

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMA kelas XII (juga dapat untuk kelas XI)

2 × 45 menit

Model: POE (predict-observe-explain) dipadu inkuiri terbimbing

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat membandingkan ketidakjenuhan beberapa minyak dan lemak dapur melalui pemudaran warna larutan iodin.
- Peserta didik dapat menjelaskan pemudaran warna sebagai reaksi adisi halogen pada ikatan rangkap $C=C$.
- Peserta didik dapat menghubungkan tingkat ketidakjenuhan dengan wujud lemak pada suhu kamar dan dengan proses hidrogenasi margarin.
- Peserta didik dapat merancang percobaan yang adil dengan variabel kontrol yang jelas.

Cerita pemantik



Bima heran melihat minyak goreng tetap cair di dapur, sedangkan mentega dan margarin padat. "Padahal semuanya sama-sama lemak, kan?" tanyanya. Laras membuka catatannya: "Bedanya ada di jumlah ikatan rangkap $C=C$. Tapi bagaimana membuktikannya tanpa laboratorium canggih?" Kak Tirta mengangkat botol antiseptik luka berwarna cokelat: "Iodin juga halogen, seperti brom. Ia bisa diadisi oleh ikatan $C=C$. Makin banyak $C=C$, makin banyak iodin yang 'dimakan'." Kimo menambahkan, "Pabrik di Indonesia memakai prinsip yang sama untuk mengukur bilangan iodin minyak sawit!"

? Rumusan masalah

Bagaimana urutan ketidakjenuhan minyak kelapa, minyak sawit, minyak kedelai, mentega, dan margarin bila diukur dari banyaknya tetes iodin yang warnanya memudar?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Jenis minyak atau lemak	Jumlah tetes iodin yang memudar sebelum warna cokelat bertahan, dan waktu memudarnya tetes pertama	Volume sampel (1 sendok teh), volume alkohol 70% (1 sendok teh), suhu air hangat ($\pm 50^\circ\text{C}$), cara dan lama pengadukan, sumber iodin yang sama

Alat dan bahan

- Larutan povidon-iodin 10% (antiseptik luka) 1 botol kecil, dengan pipet tetes
- Minyak goreng sawit, minyak kelapa, dan minyak kedelai atau jagung, masing-masing ± 10 mL
- Mentega dan margarin, masing-masing ± 1 sendok teh
- Alkohol 70% dari apotek ± 20 mL (pelarut bantu)
- 6 gelas sloki atau tabung reaksi bening, sendok teh, tusuk gigi
- Mangkuk berisi air hangat dari dispenser (± 50 °C) dan termometer dapur
- Stopwatch HP, alas koran, sarung tangan plastik, tisu

Keselamatan

Pakai sarung tangan plastik dan alas koran: povidon-iodin menodai kulit, pakaian, dan meja. Jangan mencicipi bahan apa pun, termasuk minyak, selama praktikum, dan jauhkan iodine dari mata (bila terkena, bilas dengan air mengalir 15 menit). Peserta yang alergi iodine tidak menangani larutan iodine. Alkohol 70% mudah terbakar: tidak boleh ada api, kompor, atau lilin di meja praktikum; pemanasan hanya memakai air hangat dari dispenser (± 50 °C), bukan api. Minyak bekas diserap tisu lalu dibuang ke tempat sampah, bukan ke wastafel. Cuci tangan dengan sabun setelah selesai.

Langkah kerja

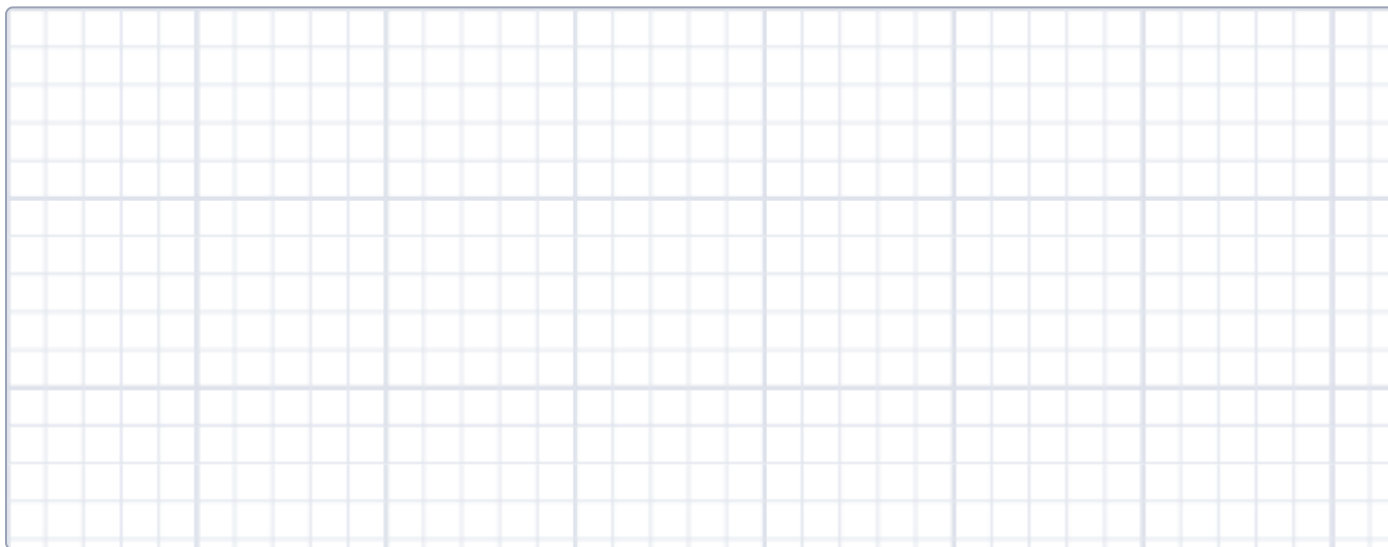
1. Tulis prediksimu: sampel mana yang paling banyak memudahkan iodine dan mana yang paling sedikit? Beri alasan.
2. Beri label enam gelas: air (kontrol), minyak kelapa, minyak sawit, minyak kedelai/jagung, mentega, dan margarin.
3. Masukkan 1 sendok teh setiap sampel ke gelas. Lelehkan mentega dan margarin dengan merendam gelasnya di air hangat.
4. Tambahkan 1 sendok teh alkohol 70% ke setiap gelas, aduk 20 detik dengan tusuk gigi yang berbeda.
5. Letakkan semua gelas di mangkuk air hangat (± 50 °C, periksa dengan termometer).
6. Teteskan 1 tetes povidon-iodine ke gelas pertama, aduk 20 detik, nyalakan stopwatch, dan catat waktu sampai warna coklat memudar menjadi kuning pucat (hentikan pengamatan setelah 10 menit). Ulangi untuk gelas lain.
7. Lanjutkan menetes satu per satu (aduk setiap kali) sampai warna coklat bertahan lebih dari 2 menit. Catat jumlah tetesnya.
8. Bandingkan semua gelas dengan latar kertas putih, foto hasilnya, dan susun peringkat ketidakjenuhan.

Tabel pengamatan uji iodin

Sampel	Wujud pada suhu kamar	Tetes iodin sampai warna bertahan	Waktu tetes pertama memudar (detik)	Peringkat ketidakjenuhan
Air (kontrol)				
Minyak kelapa				
Minyak goreng sawit				
Minyak kedelai/jagung				
Mentega (dilelehkan)				
Margarin (dilelehkan)				

Grafik

Buat diagram batang jumlah tetes iodin yang memudar untuk setiap sampel. Di sebelahnya, buat diagram batang bilangan iodin dari literatur (minyak kelapa ± 9 , mentega ± 32 , minyak sawit ± 53 , minyak kedelai ± 130) lalu bandingkan urutannya.



Analisis

1. Sampel mana yang paling banyak memudarkan iodin, dan mana yang paling sedikit? Apakah sesuai prediksimu?

2. Mengapa gelas berisi air tetap berwarna coklat? Apa gunanya gelas ini dalam percobaan?

3. Jelaskan pada tingkat partikel apa yang terjadi pada molekul iodin ketika warnanya hilang. Tuliskan persamaan reaksinya memakai satu ikatan $C=C$.

4. Hubungkan hasilmu dengan wujud sampel pada suhu kamar. Mengapa lemak yang lebih jenuh cenderung padat?

5. Margarin dibuat dari minyak nabati cair. Reaksi apa yang memadatkannya, dan mengapa margarin memudahkan iodin lebih sedikit daripada minyak kedelai?

6. Sebutkan dua sumber galat dalam percobaan ini dan cara mengatasinya.

Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang hubungan antara jumlah ikatan rangkap $C=C$, banyaknya iodin yang teradisi, dan wujud lemak pada suhu kamar, berdasarkan data kelompokmu.

Refleksi

- Hal yang paling mengejutkan bagiku dalam percobaan ini adalah ...

- Sekarang, saat melihat label minyak goreng di warung, aku akan memperhatikan ...

- Bagian yang masih membuatku penasaran adalah ...

Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Tetes demi Tetes: Uji Air Brom** di subbab 34.4: pilih minyak kelapa, sawit, zaitun, kedelai, dan mentega, lalu hitung tetes yang warnanya hilang dan bandingkan dengan grafik bilangan iodin. Coba juga heksana di tempat gelap dan di bawah sinar matahari. Lihat sebaran elektron π pada **Molekul 3D** "Di mana elektron π bersembunyi?" di subbab yang sama.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b34-4

Chemipedia · LKPD Bab 34 · © 2026 dr. Rachmat Hidayat, M.Sc, PhD · Editor: Abdullah Hanif Hidayat · Boleh diperbanyak untuk pembelajaran nonkomersial.

Bioplastik dari Tepung Singkong: Seberapa Lentur Plastik Buatanku?

Bab 35 • Polimer & Material

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing) dan proyek mini

SMA kelas XI–XII (dapat disederhanakan untuk SMP kelas IX dengan pendampingan)

2 × 45 menit + pengamatan selama 7 hari

Model: Inkuiri terbimbing dengan pola POE (predict–observe–explain)

Nama _____ Kelas _____ Kelompok _____ Tanggal _____

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat membuat lembaran bioplastik dari pati singkong (tapioka) dengan variasi jumlah gliserin.
- Peserta didik dapat membandingkan kelenturan, kekuatan sobek, ketahanan air, dan keterurai bioplastik dengan plastik polietilena.
- Peserta didik dapat menjelaskan peran gliserin sebagai pelentur pada tingkat partikel (ikatan hidrogen antarrantai pati).
- Peserta didik dapat menilai kelebihan dan keterbatasan bioplastik sebagai pengganti plastik sekali pakai.

Cerita pemantik



Di pasar, Laras menerima kantong belanja yang terasa licin seperti plastik, tetapi labelnya bertuliskan "terbuat dari singkong". Bima tidak percaya: "Masa singkong bisa jadi plastik? Singkong kan untuk getuk!" Kak Tirta tertawa: "Pati singkong itu polimer, rantai panjang glukosa. Kalau rantainya kita bantu bergeser dengan sedikit gliserin, jadilah lembaran yang lentur." Kimo menambahkan, "Indonesia termasuk penghasil singkong terbesar di dunia. Bayangkan kalau sebagian kantong plastik diganti singkong!" Hari ini kalian akan membuat bioplastik sendiri dan mengujinya.

? Rumusan masalah

Bagaimana pengaruh jumlah gliserin terhadap kelenturan, kekuatan sobek, ketahanan air, dan keterurai bioplastik dari tepung singkong, dibandingkan dengan kantong polietilena?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Volume gliserin per 10 g tepung (0, 1, 2, dan 3 mL)	Kelenturan saat dilipat, beban sampai sobek, perubahan setelah direndam, dan keadaan setelah dikubur 7 hari	Massa tepung (10 g), volume air (60 mL), volume cuka (5 mL), lama dan besar api pemanasan, ketebalan lapisan (± 2 mm saat basah), lama pengeringan, dan ukuran potongan uji

Alat dan bahan

- Tepung tapioka (pati singkong) 40 g (4 × 10 g)
- Air bersih 240 mL (4 × 60 mL)
- Cuka dapur 20 mL (4 × 5 mL)
- Gliserin cair dari apotek ±6 mL
- Panci kecil atau wajan antilengket kecil dan kompor (dengan pengawasan orang dewasa)
- Sendok kayu, gelas ukur, sendok takar 1 mL (atau pipet tetes), timbangan dapur
- Empat alas cetak: kertas roti di atas nampan atau mika plastik, diberi label G0–G3
- Penggaris, gunting, penjepit kertas, kantong plastik kecil berisi koin sebagai beban (ditimbang)
- Gelas berisi air untuk uji rendam, pot atau gelas plastik berisi tanah lembap untuk uji kubur
- Sepotong kantong plastik polietilena sebagai pembanding
- Lap tebal atau sarung tangan tahan panas

Keselamatan

Campuran pati yang dipanaskan menjadi kental dan sangat panas, dapat meletup dan menempel di kulit: gunakan api kecil, aduk dengan sendok kayu bergagang panjang, dan biarkan orang dewasa atau guru menangani kompor serta panci. Pakai lap atau sarung tangan tahan panas saat menuang. Jangan mencicipi bahan atau hasil bioplastik, karena alat dipakai untuk praktikum. Gliserin dan cuka aman dalam jumlah ini, tetapi jauhkan dari mata; bila terkena, bilas dengan air mengalir. Bersihkan tumpahan agar lantai tidak licin. Sisa adonan dan potongan bioplastik dapat dibuang ke tempat kompos; potongan kantong plastik pembanding dibuang ke tempat sampah anorganik.

Langkah kerja

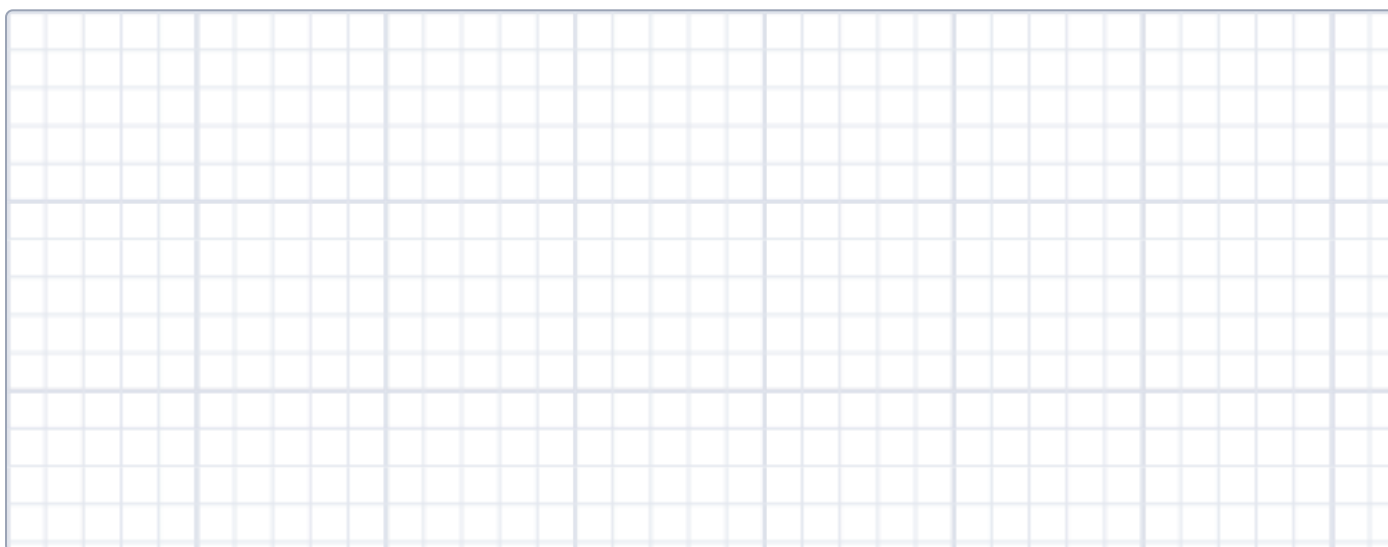
1. Beri label empat alas cetak: G0 (0 mL gliserin), G1 (1 mL), G2 (2 mL), dan G3 (3 mL). Tulis hipotesismu: sampel mana yang paling lentur dan mana yang paling kuat?
2. Untuk G0, campurkan 10 g tepung tapioka, 60 mL air, dan 5 mL cuka di dalam panci. Aduk sampai tidak ada gumpalan sebelum api dinyalakan.
3. Tambahkan gliserin sesuai label (G0 tanpa gliserin).
4. Bersama orang dewasa, panaskan dengan api kecil sambil terus diaduk selama 5–8 menit sampai campuran mengental, berubah dari putih keruh menjadi bening, dan mulai meletup kecil. Jangan sampai gosong.
5. Matikan api, tuang ke alas berlabel, lalu ratakan setebal ±2 mm dengan punggung sendok. Cuci panci, lalu ulangi langkah 2–5 untuk G1, G2, dan G3.
6. Keringkan lembaran 1–2 hari pada suhu kamar di tempat yang tidak lembap, lalu lepaskan perlahan dari alas.
7. Uji kelenturan: lipat sepotong lembaran 180°. Catat apakah retak, patah, atau tetap utuh.
8. Uji kekuatan: potong strip 2 cm × 8 cm, jepit kedua ujungnya, gantung pada satu ujung, lalu tambahkan beban koin sedikit demi sedikit sampai strip sobek. Catat massa beban total.
9. Uji air dan keterurai: rendam potongan 2 cm × 2 cm dalam air selama 10 menit; kubur potongan lain sedalam ±3 cm di tanah lembap bersama potongan kantong plastik pembanding, lalu amati setelah 7 hari.

Tabel pengamatan sifat bioplastik tepung singkong

Sampel (gliserin per 10 g tepung)	Tampilan setelah kering	Dilipat 180°	Beban sampai sobek (g)	Setelah direndam 10 menit	Setelah dikubur 7 hari
G0 • 0 mL					
G1 • 1 mL					
G2 • 2 mL					
G3 • 3 mL					
Pembanding: kantong polietilena					

Grafik

Buat grafik batang beban sampai sobek (sumbu tegak, gram) terhadap volume gliserin (sumbu datar, mL). Tambahkan keterangan kelenturan (retak atau tidak) di atas setiap batang.



Analisis

1. Apa yang terjadi pada campuran tepung saat dipanaskan sehingga berubah dari putih keruh menjadi bening dan kental?

2. Bagaimana pengaruh jumlah gliserin terhadap kelenturan dan kekuatan lembaran? Jelaskan pada tingkat partikel.

3. Mengapa sampel tanpa gliserin cenderung rapuh, sedangkan sampel dengan gliserin terlalu banyak menjadi lembek dan lengket?

4. Mengapa bioplastik pati melunak saat direndam air, sedangkan kantong polietilena tidak berubah?

5. Bandingkan keadaan potongan bioplastik dan kantong plastik setelah dikubur 7 hari. Mengapa hasilnya berbeda?

6. Apa kira-kira fungsi cuka dalam resep ini?

7. Sarankan satu kegunaan yang cocok untuk bioplastik buatanmu dan satu kelemahan yang perlu diperbaiki.

Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang hubungan jumlah gliserin dengan kelenturan dan kekuatan bioplastik, serta perbandingan ketahanan air dan keterurai bioplastik pati dengan polietilena, berdasarkan data kelompokmu.

Refleksi

- Hal yang paling mengejutkan bagiku dalam praktikum ini adalah ...

- Sekarang aku memandang kantong plastik sekali pakai sebagai ...

- Satu kebiasaan yang ingin kuubah tentang pemakaian plastik adalah ...

Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Perangkai Polimer** di subbab 35.3: pilih "Kondensasi · amilum (glukosa)" dan "selulosa" untuk melihat bagaimana glukosa bergandengan lewat ikatan glikosida sambil melepas air. Bandingkan dengan polietilena yang rantainya hanya C–C. Lalu mainkan **Pemilah Plastik** di subbab 35.5 untuk menemukan kode 7 (termasuk PLA dan bioplastik), dan putar glukosa pada **Molekul 3D** "Monomer bertangan dua dan ikatan peptida" untuk menemukan gugus –OH yang membentuk ikatan hidrogen.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b35-5

Chemipedia · LKPD Bab 35 · © 2026 dr. Rachmat Hidayat, M.Sc, PhD · Editor: Abdullah Hanif Hidayat · Boleh diperbanyak untuk pembelajaran nonkomersial.

Detektif Gizi Jajanan Pasar: Uji Zat Makanan pada Pangan Lokal

Bab 36 • Biokimia: Molekul Kehidupan

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMA kelas XI–XII (juga bisa untuk SMP kelas VIII dengan bimbingan guru)

2 × 45 menit

Model: Inkuiri terbimbing dengan POE (predict–observe–explain)

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat melakukan uji iodine, Benedict, biuret, dan noda kertas pada bahan pangan lokal dengan aman.
- Peserta didik dapat menyimpulkan kandungan amilum, gula pereduksi, protein, dan lemak dari perubahan warna dan noda.
- Peserta didik dapat menjelaskan hasil uji pada tingkat partikel, termasuk mengapa sukrosa bukan gula pereduksi.
- Peserta didik dapat menyusun menu bergizi seimbang dari bahan lokal berdasarkan data percobaan.

Cerita pemantik



Pagi itu Bima membeli jajanan pasar: kue lapis, nagasari, dan segelas susu kedelai. "Semua isinya cuma gula, kan?" katanya. Laras menggeleng: "Belum tentu. Tepung beras dan tapioka itu pati, kedelai kaya protein, santan mengandung lemak." Kak Tirta tersenyum dan mengeluarkan tiga botol pereaksi. "Hari ini kalian jadi detektif gizi. Warna tidak bisa berbohong!" Kimo menambahkan, "Hati-hati, gula pasir itu pandai menyamar."

? Rumusan masalah

Zat gizi apa saja (amilum, gula pereduksi, protein, lemak) yang terkandung dalam bahan pangan lokal di sekitar kita, dan bagaimana kita membuktikannya dengan uji kimia sederhana?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Jenis bahan pangan yang diuji	Perubahan warna (iodin, Benedict, biuret) dan noda tembus cahaya pada kertas	Volume sampel (± 2 mL), jumlah pereaksi, suhu dan lama pemanasan Benedict (± 80 °C, 5 menit), waktu pengamatan; air sebagai kontrol negatif

Alat dan bahan

- 10 tabung reaksi dan rak (atau gelas plastik bening kecil), 4 pipet tetes (satu untuk setiap pereaksi)
- Larutan povidon-iodin 10% (obat luka) yang diencerkan 1 : 10 dengan air, ± 20 mL

- Pereaksi Benedict ± 30 mL dan pereaksi biuret ± 30 mL (disiapkan guru dari laboratorium sekolah)
- Penangas air: panci atau gelas tahan panas berisi air ± 80 °C dari termos atau teko listrik, penjepit tabung
- Kertas HVS atau kertas cokelat dipotong 5×5 cm, 10 lembar
- Sampel pangan lokal: nasi, tepung tapioka, gula pasir, air kelapa muda, pisang matang, susu, putih telur, tempe, minyak goreng (masing-masing 1–2 sendok)
- Cobek atau mortar kecil, sendok, air bersih, spidol, label, kacamata pelindung, sarung tangan plastik

Keselamatan

Pakai kacamata pelindung dan sarung tangan plastik selama memakai pereaksi biuret dan Benedict: biuret mengandung NaOH yang korosif (bisa melukai mata dan kulit), Benedict mengandung tembaga sulfat yang berbahaya bila tertelan. Bila terpercik, segera bilas dengan air mengalir 15 menit dan lapor guru. Povidon-iodin meninggalkan noda cokelat pada kulit dan baju; siswa yang alergi iodine cukup mengamati. Jangan memakai api: panaskan hanya di penangas air dan pegang tabung dengan penjepit, arahkan mulut tabung menjauhi teman. JANGAN mencicipi sampel apa pun setelah bercampur pereaksi, walaupun bahannya makanan. Limbah yang mengandung tembaga (Benedict, biuret) dikumpulkan di wadah limbah yang disediakan guru; sisa iodine encer boleh dibuang ke wastafel dengan banyak air. Cuci tangan setelah selesai.

Langkah kerja

1. Haluskan setiap sampel padat dengan sedikit air (± 1 sendok sampel + 3 sendok air), masukkan ke gelas kecil, dan beri label. Sampel cair dipakai langsung.
2. Tulis hipotesismu di tabel: perkirakan zat gizi utama setiap sampel (POE: prediksi).
3. Uji iodine: masukkan ± 2 mL sampel ke tabung, teteskan 3 tetes povidon-iodine encer, goyangkan perlahan, amati warnanya.
4. Uji Benedict: campurkan ± 2 mL sampel dengan ± 2 mL pereaksi Benedict, letakkan tabung di penangas air ± 80 °C selama 5 menit, lalu amati warna dan endapan.
5. Uji biuret: campurkan ± 2 mL sampel dengan ± 2 mL pereaksi biuret, goyangkan, tunggu 2 menit, amati warnanya dengan latar kertas putih.
6. Uji noda kertas: oleskan sedikit sampel pada potongan kertas, biarkan kering ± 10 menit, lalu angkat ke arah cahaya jendela.
7. Lakukan keempat uji pada air sebagai kontrol. Catat semua pengamatan dengan kata-kata dan tanda (–, +, ++, +++).
8. Kumpulkan limbah sesuai arahan guru, cuci alat, rapikan meja, lalu diskusikan hasil kelompokmu.

Tabel pengamatan uji zat makanan

Sampel	Uji iodin (amilum)	Uji Benedict (gula pereduksi)	Uji biuret (protein)	Uji noda kertas (lemak)	Kesimpulan zat gizi
Air (kontrol)					
Nasi					
Tepung tapioka					
Gula pasir					
Air kelapa muda					
Pisang matang					
Susu					
Putih telur					
Tempe					
Minyak goreng					

Grafik

Buat "peta gizi" berwarna: tabel 10 × 4 yang setiap selnya diwarnai sesuai hasil uji (misalnya biru-hitam, merah bata, ungu, kuning) dan diberi tanda -/+ /++ /+++.

1. Sampel mana saja yang mengandung amilum? Apa buktinya?

2. Gula pasir terasa manis, tetapi hasil uji Benedict-nya negatif. Jelaskan berdasarkan struktur sukrosa.

3. Mengapa uji Benedict harus dipanaskan, sedangkan uji iodine dan biuret tidak?

4. Apa gunanya air sebagai kontrol dalam percobaan ini?

5. Susu memberikan hasil positif pada tiga uji. Zat gizi apa saja yang dikandungnya? Kaitkan dengan fungsi susu bagi anak mamalia.

6. Jelaskan pada tingkat partikel mengapa iodine menjadi biru-hitam bila bertemu amilum, tetapi tidak dengan glukosa.

7. Bima ingin sarapan yang mengandung karbohidrat, protein, dan lemak. Berdasarkan datamu, susun satu menu dari bahan lokal dan beri alasannya.

✓ Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang kandungan zat gizi setiap sampel dan pereaksi yang membuktikannya. Bandingkan dengan hipotesismu: mana yang tepat dan mana yang mengejutkan?

💡 Refleksi

- Hasil yang paling mengejutkan bagiku hari ini adalah ...

- Sekarang aku melihat makanan di piringku sebagai ...

- Aku masih ingin tahu kandungan gizi dari ... karena ...

💻 Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Detektif Gizi: uji makanan virtual** di subbab 36.3: pilih sampel, ketuk botol pereaksi, panaskan tabung Benedict, dan isi tabel hasil sampai lengkap. Bandingkan dengan Molekul 3D **Gula di lidahmu** (subbab 36.1) untuk melihat mengapa sukrosa tidak punya gugus aldehida bebas, lalu jelajahi Lab Mini **Enzim di Dapur** (subbab 36.4) untuk melihat bagaimana amilase memecah pati.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b36-3

Chemipedia • LKPD Bab 36 • © 2026 dr. Rachmat Hidayat, M.Sc, PhD • Editor: Abdullah Hanif Hidayat • Boleh diperbanyak untuk pembelajaran nonkomersial.

Jam Koin: Menemukan Waktu Paruh dengan Koin dan Dadu

Bab 37 · Kimia Inti & Radioaktivitas

Praktikum kelompok (simulasi, penemuan terbimbing)

SMA kelas X–XII (juga bisa untuk SMP kelas IX)

2 × 40 menit

Model: Inkuiri terbimbing dengan pola POE (predict–observe–explain)

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat memodelkan peluruhan radioaktif memakai koin dan dadu sebagai inti atom.
- Peserta didik dapat menentukan waktu paruh dari data dan grafik peluruhan.
- Peserta didik dapat membandingkan waktu paruh dua "isotop" dengan peluang meluruh yang berbeda.
- Peserta didik dapat menjelaskan mengapa peluruhan satu inti acak tetapi peluruhan banyak inti dapat diramalkan, serta mengaitkannya dengan penanggalan karbon-14.

Cerita pemantik



Di Museum Sangiran, Bima bertanya bagaimana ilmuwan tahu umur tulang purba. Kimo menjawab bahwa atom karbon-14 di dalamnya meluruh separuh setiap ± 5.730 tahun. "Tapi bagaimana mungkin tahu separuh, kalau kita tidak bisa melihat satu atom pun?" protes Bima. Laras membuka buku catatannya: "Kita perlu data." Kak Tirta tersenyum dan menumpahkan sekotak koin ke meja: "Hari ini setiap koin adalah satu inti atom. Mari kita buat jam atom kita sendiri!"

Rumusan masalah

Bagaimana jumlah "inti" yang belum meluruh berubah setiap kali dilempar, berapa waktu paruhnya, dan apa pengaruh peluang meluruh (koin $1/2$, dadu $1/6$) terhadap waktu paruh?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Jenis "inti" (koin dengan peluang meluruh $1/2$, dadu dengan peluang meluruh $1/6$) dan nomor lemparan	Jumlah inti yang belum meluruh setelah setiap lemparan	Jumlah inti awal (100), cara mengocok dan menumpahkan, aturan meluruh yang sama setiap lemparan

Alat dan bahan

- 100 koin logam (boleh campuran pecahan; atau 100 permen pipih yang satu sisinya diberi tanda spidol)
- 30–60 dadu biasa bermata 1–6 (boleh dibagi beberapa kelompok)
- 1 kotak sepatu berpenutup atau gelas plastik besar untuk mengocok
- 1 nampan plastik atau baki sebagai tempat menumpahkan
- Kertas grafik, pensil, penggaris, dan kalkulator
- Stopwatch ponsel (opsional) dan ponsel untuk memotret data

Keselamatan

Percobaan ini hanya simulasi: tidak ada bahan radioaktif sungguhan. Tumpahkan koin dan dadu di atas nampan agar tidak menggelinding ke lantai dan membuat orang terpeleset. Jauhkan koin, dadu, dan permen kecil dari anak balita karena bisa tertelan. Permen yang sudah dipakai jangan dimakan. Cuci tangan dengan sabun setelah memegang koin. Kembalikan semua koin dan dadu sesudah selesai.

Langkah kerja

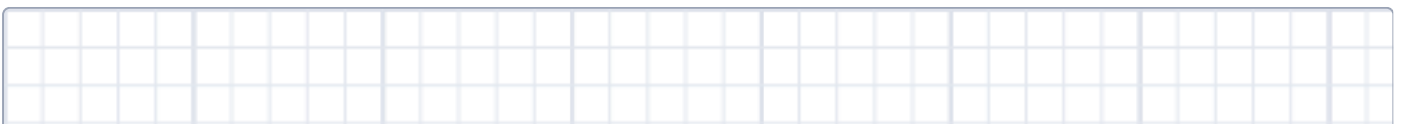
1. Tuliskan dugaanmu (hipotesis): setelah dua kali lemparan, berapa koin yang masih tersisa dari 100 koin? Apakah dadu akan habis lebih cepat atau lebih lambat?
2. Hitung tepat 100 koin dan masukkan ke kotak. Ini lemparan ke-0: catat 100 di tabel.
3. Tutup kotak, kocok 5 kali, lalu tumpahkan isinya pelan-pelan ke nampan.
4. Sisihkan semua koin yang menunjukkan sisi angka. Koin itu dianggap sudah "meluruh". Hitung koin yang tersisa (sisi gambar) dan catat.
5. Masukkan kembali hanya koin yang tersisa ke kotak, lalu ulangi langkah 3–4 sampai koin habis atau sampai lemparan ke-8.
6. Hitung sisa menurut teori untuk setiap lemparan, yaitu $100 \times \left(\frac{1}{2}\right)^n$, dan tuliskan di tabel.
7. Ulangi seluruh percobaan memakai dadu (gabungkan dadu beberapa kelompok sampai 100 jika ada). Dadu dianggap meluruh jika muncul mata 6.
8. Gambar kedua data (koin dan dadu) pada satu grafik: sumbu mendatar nomor lemparan, sumbu tegak jumlah inti tersisa. Tandai garis 50 inti untuk membaca waktu paruh.

Tabel pengamatan peluruhan koin dan dadu (100 inti awal)

Lemparan ke-	Koin tersisa	Koin yang meluruh pada lemparan ini	Sisa teori koin: $100 \times \left(\frac{1}{2}\right)^n$	Dadu tersisa
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

Grafik

Gambar grafik jumlah inti tersisa (sumbu tegak) terhadap nomor lemparan (sumbu mendatar) untuk koin dan dadu pada satu bidang. Hubungkan titik-titik dengan kurva mulus, lalu tarik garis mendatar pada 50 inti untuk membaca waktu paruh masing-masing.





Analisis

1. Berapa lemparan yang dibutuhkan sampai koin tinggal sekitar 50? Itulah waktu paruh koin. Bagaimana dengan dadu?

2. Bagaimana bentuk grafiknya: garis lurus atau kurva? Jelaskan mengapa jumlah koin yang meluruh pada setiap lemparan makin sedikit.

3. Dapatkah kamu meramalkan koin *mana* yang akan meluruh pada lemparan berikutnya? Lalu mengapa jumlah totalnya dapat diramalkan?

4. Mengapa data kelompokmu tidak tepat sama dengan nilai teori (misalnya 52, bukan 50)? Bagaimana caranya agar data lebih mendekati teori?

5. Dadu mempunyai peluang meluruh $\frac{1}{6}$ per lemparan. Mengapa waktu paruhnya lebih panjang daripada koin? Isotop seperti apa yang mirip dadu?

6. Setelah 2 lemparan, apakah koin sudah habis? Gunakan datamu untuk membantah pernyataan "setelah dua waktu paruh, zat radioaktif habis".

7. Andaikan satu lemparan koin sama dengan 5.730 tahun (waktu paruh karbon-14). Sebuah tulang hanya menyisakan 25% karbon-14. Berapa umurnya? Mengapa jam ini tidak dapat dipakai untuk fosil Sangiran yang berumur lebih dari sejuta tahun?

✓ Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang bentuk kurva peluruhan, arti waktu paruh, hubungan peluang meluruh dengan waktu paruh, dan alasan mengapa peluruhan satu inti acak tetapi peluruhan banyak inti teratur, berdasarkan data kelompokmu.

💬 Refleksi

- Hal yang paling mengejutkan bagiku dari percobaan koin ini adalah ...
- Sekarang aku bisa menjelaskan "jam atom" kepada adik atau orang tuaku dengan cara ...
- Aku masih penasaran tentang ...

💻 Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Gunakan Lab Mini **Peluruhan Koin & Dadu** di subbab 37.3: pilih koin atau dadu, ubah jumlah inti dari 100 sampai 2.000, dan bandingkan $T_{1/2}$ terukur dengan $T_{1/2}$ teori. Lalu geser $T_{1/2}$ pada Grafik Hidup **Kurva peluruhan** dan hitung umur fosil dengan Rumus Hidup **Umur dari sisa karbon-14** (subbab 37.3).

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b37-3

Detektif Air: Membandingkan Kualitas Air dari Lima Sumber

Bab 38 · Kimia Lingkungan & Kimia Hijau

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMA kelas X (juga dapat untuk SMP kelas VII-IX)

🕒 2 x 45 menit (sampel dikumpulkan sehari sebelumnya)

Model: Inkuiri terbimbing dengan pola POE (predict-observe-explain)

Nama Kelas Kelompok Tanggal

🎯 Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat memperkirakan pH beberapa sampel air dengan indikator alami kubis ungu.
- Peserta didik dapat membandingkan kekeruhan air dengan metode tabung kekeruhan sederhana.
- Peserta didik dapat membandingkan kesadahan air melalui uji busa sabun dan menjelaskannya dengan reaksi ion kalsium.
- Peserta didik dapat menyimpulkan bahwa air jernih belum tentu aman dan mengusulkan pengolahan yang sesuai.

🔭 Cerita pemantik



Laras pulang dari rumah neneknya di Gunung Kidul. "Di sana air sumurnya jernih sekali, tetapi sabun susah berbusa dan ketel penuh kerak putih," ceritanya. Bima menimpali, "Air keran di rumahku sedikit bau kaporit, tapi busanya banyak." Kimo menjulurkan lidahnya: "Air sungai di belakang sekolah malah cokelat!" Kak Tirta tersenyum, "Kalau begitu, hari ini kita jadi detektif air. Jernih, tidak berbau, dan berbusa belum tentu berarti sama. Mari kita uji!"

? Rumusan masalah

Bagaimana perbedaan pH, kekeruhan, dan kesadahan air dari lima sumber, dan sumber mana yang paling layak dipakai sehari-hari setelah pengolahan yang sesuai?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Sumber air (air minum kemasan, PDAM, sumur, hujan, sungai/kolam)	Warna indikator (perkiraan pH), tinggi air saat tanda silang hilang (kekeruhan), dan tinggi busa sabun (kesadahan)	Volume sampel, jumlah tetes indikator, jumlah larutan sabun, jumlah kocokan, ukuran botol, dan waktu menunggu sebelum mengukur busa

Alat dan bahan

- Lima sampel air ± 600 mL dalam botol bening berlabel: air minum kemasan, air keran/PDAM, air sumur, air hujan, air sungai atau kolam
- Larutan indikator kubis ungu ± 100 mL (seperempat kubis ungu direndam air panas, disaring)
- Sabun mandi batang (bukan deterjen) ± 5 g yang diserut dan dilarutkan dalam 100 mL air hangat
- Lima botol plastik bening bertutup ukuran sama (± 330 mL) untuk uji busa
- Gelas plastik bening, sendok teh, pipet tetes atau sedotan
- Botol bening tinggi ($\pm 1,5$ L) yang alasnya ditempel kertas putih bergambar tanda silang hitam
- Penggaris 30 cm, spidol, stopwatch HP, senter HP
- Cuka dapur dan larutan soda kue sebagai pembanding warna asam dan basa
- Sarung tangan plastik dan sabun cuci tangan

Keselamatan

Air sungai atau kolam diambil oleh orang dewasa, memakai sarung tangan, dan tidak dari tepi sungai yang curam atau berarus deras. Jangan meminum atau mencicipi sampel apa pun, termasuk air hujan dan air minum yang sudah dipakai untuk uji. Air panas untuk membuat indikator kubis ungu hanya ditangani orang dewasa. Jangan menambahkan pemutih, pembersih lantai, atau bahan kimia lain ke sampel. Tutup botol rapat saat mengocok. Setelah selesai, buang sampel ke saluran pembuangan (bukan ke bak cuci piring), cuci semua alat, dan cuci tangan dengan sabun.

Langkah kerja

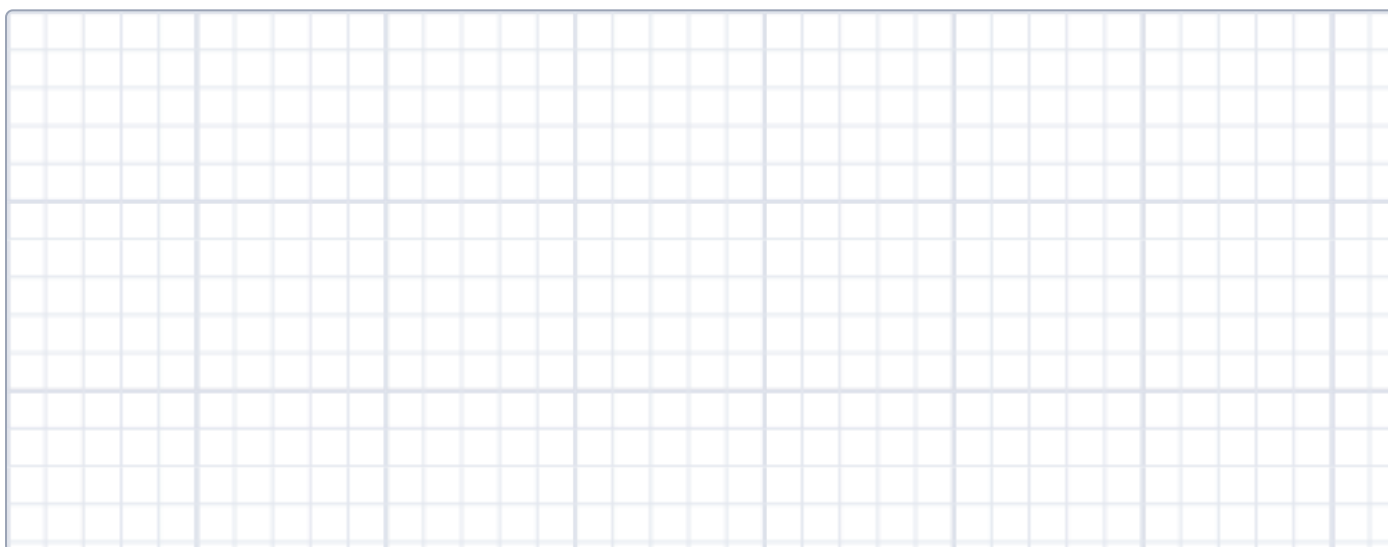
1. Tuliskan prediksimu: sumber mana yang paling asam, paling keruh, dan paling sadah? Berikan alasannya.
2. Uji pH: tuang 20 mL setiap sampel ke gelas bening, tambahkan 1 sendok teh indikator kubis ungu, aduk, lalu bandingkan warnanya di atas kertas putih dengan gelas pembanding cuka (asam), air minum kemasan (netral), dan soda kue (basa).
3. Uji kekeruhan: letakkan botol tinggi di atas kertas bertanda silang. Tuang sampel sedikit demi sedikit sambil melihat dari atas tegak lurus. Berhenti saat tanda silang tidak terlihat lagi, lalu ukur tinggi air dengan penggaris. Bila sampai botol penuh tanda silang tetap terlihat, tulis "> tinggi botol". Kembalikan sampel ke botolnya.
4. Uji kesadahan: masukkan 50 mL setiap sampel ke botol plastik bertutup, tambahkan 10 tetes larutan sabun, tutup rapat, lalu kocok 20 kali dengan kuat.
5. Diamkan 30 detik, lalu ukur tinggi lapisan busa dengan penggaris. Amati juga apakah muncul buih kotor atau lapisan seperti lemak.
6. Catat bau dan warna setiap sampel (cium dengan mengibaskan tangan di atas mulut botol, jangan menghirup langsung).
7. Masukkan semua data ke tabel, lalu buat diagram batang tinggi busa untuk kelima sampel.
8. Diskusikan dalam kelompok: cocokkan hasil dengan prediksi pada langkah 1.

Tabel pengamatan kualitas air

Sumber air	Warna dengan kubis ungu	Perkiraan pH	Tinggi air saat tanda silang hilang (cm)	Tinggi busa sabun (cm)	Catatan bau, warna, buih
Air minum kemasan (pembanding)					
Air keran/PDAM					
Air sumur					
Air hujan					
Air sungai/kolam					

Grafik

Buat diagram batang tinggi busa sabun (sumbu tegak, cm) untuk kelima sumber air (sumbu datar). Beri warna batang sesuai warna indikator kubis ungu yang teramati.



Analisis

1. Sampel mana yang paling asam? Mengapa air hujan bisa bersifat sedikit asam, bahkan di tempat yang bersih?

2. Sampel mana yang paling keruh? Jelaskan pada tingkat partikel apa yang membuat air itu keruh dan mengapa partikelnya tidak mudah mengendap.

3. Sampel mana yang busanya paling sedikit? Tuliskan persamaan reaksi yang menjelaskannya.

4. Air minum kemasan dan air sumur sama-sama jernih. Apakah keduanya pasti aman diminum? Jelaskan.

5. Tahap pengolahan apa saja yang diperlukan agar air sungai sampelmu layak menjadi air minum? Urutkan dan beri alasan.

6. Mengapa uji kesadahan ini memakai sabun batang, bukan deterjen bubuk?

7. Sebutkan dua tindakan yang dapat dilakukan keluargamu untuk menjaga kualitas air di lingkunganmu.

Kesimpulan

Tuliskan kesimpulan tentang perbedaan pH, kekeruhan, dan kesadahan kelima sumber air, kaitannya dengan partikel dan ion yang terkandung di dalamnya, serta sumber mana yang paling layak dipakai setelah pengolahan.

Refleksi

- Hal yang paling mengejutkan dari data kelompokku adalah ...

- Sekarang, setiap kali melihat air yang jernih, aku akan berpikir ...

-
- Satu kebiasaan di rumah yang ingin kuubah demi air yang lebih bersih adalah ...
-

Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Jalankan Lab Mini **Instalasi Pengolahan Air PDAM** di subbab 38.5: coba urutan tahap yang benar dan yang salah, ubah dosis tawas dan klorin, lalu bandingkan kekeruhan, E. coli, pH, dan sisa klor dengan syarat air minum. Pakai Rumus Hidup **ppm, mg/L, dan mol/L di air** untuk mengubah data kesadahan, dan Lab Mini **Patung Marmer di Bawah Hujan Asam** (38.2) untuk melihat dampak pH hujan.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b38-5

Chemipedia · LKPD Bab 38 · © 2026 dr. Rachmat Hidayat, M.Sc, PhD · Editor: Abdullah Hanif Hidayat · Boleh diperbanyak untuk pembelajaran nonkomersial.

Detektif Serbuk Putih di Dapur

Bab 39 · Detektif Molekul: Analisis & Spektroskopi

Praktikum kelompok (penemuan terbimbing)

SMP kelas IX – SMA kelas X (bisa untuk pengayaan SD kelas 6 dengan pendampingan penuh)

 2 x 40 menit

Model: Inkuiri terbimbing dengan pola POE (predict–observe–explain)

Nama Kelas Kelompok Tanggal

Tujuan pembelajaran

- Peserta didik dapat merancang urutan uji sederhana untuk membedakan lima serbuk putih dapur tanpa mencicipinya.
- Peserta didik dapat mengamati dan mencatat perubahan (kelarutan, warna, gelembung, perubahan saat dipanaskan) secara teliti.
- Peserta didik dapat menyimpulkan identitas setiap serbuk dari gabungan beberapa bukti, bukan dari satu uji saja.
- Peserta didik dapat mengaitkan uji sederhana dengan kerja laboratorium BPOM dan analisis instrumen.

Cerita pemantik



Di kantin sekolah, label lima toples serbuk putih terlepas semua karena terkena air. Ibu kantin bingung: mana gula, garam, tepung tapioka, soda kue, dan kapur untuk merendam pisang goreng? Bima langsung mengambil sendok, "Cicip saja, Bu!" Kak Tirta menahan tangannya. "Detektif kimia tidak pernah mencicipi zat tak dikenal. Kapur bisa membuat mulut perih." Laras membuka buku catatannya: "Kita pakai uji seperti petugas BPOM: air, iodine, cuka, dan indikator kubis ungu." Kimo menambahkan, "Ingat, satu uji saja tidak cukup!"

? Rumusan masalah

Bagaimana mengenali lima serbuk putih dapur (gula, garam, tepung, soda kue, kapur) tanpa mencicipinya, hanya dengan serangkaian uji sederhana?

Hipotesis (tebakan) kelompok kami:

Variabel bebas	Variabel terikat	Variabel kontrol
Jenis serbuk (A–E)	Perubahan yang teramati pada setiap uji: kelarutan, warna dengan iodine, gelembung dengan cuka, warna indikator kubis ungu, dan perubahan saat dipanaskan	Jumlah serbuk ($\frac{1}{4}$ sendok teh), jumlah pereaksi (3 sendok makan air, 3 tetes iodine, 1 sendok makan cuka, 5 tetes kubis ungu), jenis wadah, dan suhu ruang

Alat dan bahan

- 5 serbuk putih dalam wadah berlabel A–E (± 2 sendok teh masing-masing): gula pasir, garam dapur, tepung tapioka, soda kue, dan kapur CaCO_3 (boleh diganti serbuk cangkang telur yang dihaluskan)
- Air matang ± 250 mL
- Cuka dapur ± 50 mL
- Obat luka povidon iodine, diencerkan 10 kali dengan air (± 20 mL)
- Air rebusan kubis ungu sebagai indikator (± 50 mL)
- 15 gelas plastik bening kecil atau tutup botol, sendok teh plastik, pipet tetes atau sedotan
- Sendok logam bergagang panjang, penjepit kayu, dan lilin (untuk uji pemanasan oleh guru)
- Spidol, label, nampan, lap, dan kaca pembesar (atau kamera HP)

Keselamatan

Semua serbuk diperlakukan sebagai zat tak dikenal: DILARANG mencicipi, mencium dari dekat, atau menyentuh mata. Gunakan sendok yang berbeda untuk setiap serbuk agar tidak tercampur. Uji pemanasan hanya dilakukan guru atau orang dewasa dengan penjepit, di atas nampan logam, jauh dari kertas dan kain; gula yang meleleh sangat panas. Larutan iodine menodai kain dan kulit, jadi pakai alas koran. Jangan mencampur cuka atau iodine dengan pembersih rumah tangga. Setelah selesai, buang larutan ke wastafel dengan air mengalir, buang sisa serbuk ke tempat sampah, lalu cuci tangan dengan sabun.

Langkah kerja

1. Tuliskan prediksi: uji mana yang menurutmu akan membedakan setiap serbuk? Isi kolom dugaan sementara.
2. Amati setiap serbuk dengan kaca pembesar: bentuk butiran (kristal kubus, kristal tak beraturan, atau serbuk halus) dan teksturnya saat diaduk dengan sendok. Catat.
3. Uji kelarutan: masukkan $\frac{1}{4}$ sendok teh setiap serbuk ke gelas berisi 3 sendok makan air, aduk 30 detik. Catat larut jernih, keruh, atau mengendap.
4. Uji iodine: teteskan 3 tetes larutan iodine encer ke setiap gelas dari langkah 3. Catat warnanya (kuning kecokelatan atau biru kehitaman).
5. Uji cuka: masukkan $\frac{1}{4}$ sendok teh setiap serbuk ke gelas kering yang baru, lalu tuang 1 sendok makan cuka. Amati ada tidaknya buih selama 1 menit.
6. Uji indikator: siapkan lagi larutan setiap serbuk dalam air (seperti langkah 3), teteskan 5 tetes air kubis ungu, bandingkan warnanya dengan air kubis ungu dalam air biasa.
7. Uji pemanasan (oleh guru): sedikit serbuk yang masih meragukan dipanaskan di sendok logam di atas lilin selama ± 1 menit. Amati meleleh, berubah warna, atau tetap.
8. Isi tabel, tentukan identitas setiap serbuk, dan buat bagan alir (kunci determinasi) yang paling singkat.

Tabel pengamatan identifikasi serbuk putih

Serbuk	Kelarutan dalam air	+ Iodin	+ Cuka	+ Kubis ungu	Dipanaskan	Dugaan identitas
A						
B						
C						
D						
E						

Grafik

Buat bagan alir bercabang (kunci determinasi) yang dimulai dari uji kelarutan, lalu bercabang ke uji iodin, cuka, kubis ungu, dan pemanasan, sampai setiap cabang berakhir pada satu nama serbuk.



Analisis

1. Serbuk mana yang tidak larut dalam air? Uji apa yang membedakan keduanya?

2. Serbuk mana yang berubah biru kehitaman dengan iodin? Zat apa yang menyebabkan warna itu?

3. Serbuk mana yang berbuih dengan cuka? Gas apa yang terbentuk, bagaimana membuktikannya di laboratorium sekolah, dan tuliskan persamaan reaksinya untuk soda kue.

4. Mengapa gula dan garam sulit dibedakan dengan uji air, iodin, cuka, dan kubis ungu? Uji apa yang akhirnya membedakan keduanya dan mengapa?

5. Mengapa satu uji saja tidak cukup untuk menentukan identitas sebuah serbuk? Berikan contoh dari datamu.

6. Petugas BPOM menguji jajanan dengan kit uji cepat sebelum mengirim sampel ke laboratorium. Apa kelebihan dan keterbatasan uji sederhana seperti percobaanmu dibandingkan spektroskopi?

✓ Kesimpulan

Tuliskan identitas serbuk A-E beserta bukti terkuat untuk masing-masing, lalu simpulkan mengapa identifikasi zat memerlukan gabungan beberapa uji.

💡 Refleksi

- Uji yang paling mengejutkan bagiku hari ini adalah ... karena ...
- Sekarang aku tidak akan pernah mencicipi zat tak dikenal karena ...
- Aku ingin tahu bagaimana laboratorium sungguhan mengenali ...

💻 Tidak punya alat? Pakai versi virtual

Kerjakan Lab Mini **Detektif Tabung** di subbab 39.1: pecahkan tiga kasus garam misterius dengan uji sesedikit mungkin, lalu bandingkan strategimu dengan bagan alir LKPD ini. Untuk melihat bagaimana laboratorium BPOM mengukur pewarna, gunakan Lab Mini **Spektrofotometer virtual** di subbab 39.3.

Versi interaktif: aurumgen.my.id/chemipedia#b39-1

Chemipedia • LKPD Bab 39 • © 2026 dr. Rachmat Hidayat, M.Sc, PhD • Editor: Abdullah Hanif Hidayat • Boleh diperbanyak untuk pembelajaran nonkomersial.