



MODUL
TEMA 11



Amazing Larutan

KIMIA PAKET C SETARA SMA/MA KELAS XII



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal PAUD, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah
Direktorat Pendidikan Masyarakat dan Pendidikan Khusus
Tahun 2020



MODUL
TEMA 11

Amazing Larutan

KIMIA PAKET C SETARA SMA/MA KELAS XII



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal PAUD, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah
Direktorat Pendidikan Masyarakat dan Pendidikan Khusus
Tahun 2020

Kimia Paket C Setara SMA/MA Kelas XII
Modul Tema 11 : Amazing Larutan

- **Penulis:** Musyarofah
- **Editor:** Dr. Samto; Dr. Subi Sudarto
Dra. Maria Listiyanti; Dra. Suci Paresti, M.Pd.; Apriyanti Wulandari, M.Pd.
- **Diterbitkan oleh:** Direktorat Pendidikan Masyarakat dan Pendidikan Khusus–Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah–Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

iv+ 48 hlm + ilustrasi + foto; 21 x 28,5 cm

Kata Pengantar

Pendidikan kesetaraan sebagai pendidikan alternatif memberikan layanan kepada masyarakat yang karena kondisi geografis, sosial budaya, ekonomi dan psikologis tidak berkesempatan mengikuti pendidikan dasar dan menengah di jalur pendidikan formal. Kurikulum pendidikan kesetaraan dikembangkan mengacu pada kurikulum 2013 pendidikan dasar dan menengah hasil revisi berdasarkan peraturan Mendikbud No.24 tahun 2016. Proses adaptasi kurikulum 2013 ke dalam kurikulum pendidikan kesetaraan adalah melalui proses kontekstualisasi dan fungsionalisasi dari masing-masing kompetensi dasar, sehingga peserta didik memahami makna dari setiap kompetensi yang dipelajari.

Pembelajaran pendidikan kesetaraan menggunakan prinsip flexible learning sesuai dengan karakteristik peserta didik kesetaraan. Penerapan prinsip pembelajaran tersebut menggunakan sistem pembelajaran modular dimana peserta didik memiliki kebebasan dalam penyelesaian tiap modul yang di sajikan. Konsekuensi dari sistem tersebut adalah perlunya disusun modul pembelajaran pendidikan kesetaraan yang memungkinkan peserta didik untuk belajar dan melakukan evaluasi ketuntasan secara mandiri.

Tahun 2017 Direktorat Pembinaan Pendidikan Keaksaraan dan Kesetaraan, Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini dan Pendidikan Masyarakat mengembangkan modul pembelajaran pendidikan kesetaraan dengan melibatkan Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru dan tutor pendidikan kesetaraan. Modul pendidikan kesetaraan disediakan mulai paket A tingkat kompetensi 2 (kelas 4 Paket A). Sedangkan untuk peserta didik Paket A usia sekolah, modul tingkat kompetensi 1 (Paket A setara SD kelas 1-3) menggunakan buku pelajaran Sekolah Dasar kelas 1-3, karena mereka masih memerlukan banyak bimbingan guru/tutor dan belum bisa belajar secara mandiri.

Kami mengucapkan terimakasih atas partisipasi dari Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemdikbud, para akademisi, pamong belajar, guru, tutor pendidikan kesetaraan dan semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penyusunan modul ini.

Jakarta, 1 Juli 2020
Plt. Direktur Jenderal



Hamid Muhammad

Modul Dinamis: Modul ini merupakan salah satu contoh bahan ajar pendidikan kesetaraan yang berbasis pada kompetensi inti dan kompetensi dasar dan didesain sesuai kurikulum 2013. Sehingga modul ini merupakan dokumen yang bersifat dinamis dan terbuka lebar sesuai dengan kebutuhan dan kondisi daerah masing-masing, namun merujuk pada tercapainya standar kompetensi dasar.

Daftar Isi

Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Pengantar Modul	1
Petunjuk Penggunaan Modul	2
Tujuan yang Diharapkan Setelah Mempelajari Modul	2
UNIT 1 RAHASIA DIBALIK KOLAM APUNG, ES PUTAR, DAN TEH CELUP	3
A. Pengertian Larutan	3
Penugasan 1	3
B. Satuan Konsentrasi Larutan	4
C. Sifat Koligatif Larutan	7
Penugasan 2	12
Penugasan 3	16
Penugasan 4	19
Latihan	21
UNIT 2 AWAS KESETRUM	24
A. Sifat Koligatif Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit	24
B. Derajat Pengionan	26
Penugasan 5	29
Latihan	30
Rangkuman	32
Uji Kompetensi	33
Kunci Jawaban dan Penilaian	36
Kriteria Pindah Modul	45
Saran Referensi	46
Daftar Pustaka	46
Daftar Istilah	47
Profil Penulis	48



AMAZING LARUTAN



Pengantar Modul

Anda tentu pernah menikmati kelembutan es krim atau es putar, bukan? Pernahkah Anda berpikir bagaimana cara membuat es krim? Mengapa garam dapur ditambahkan saat membuat es krim? Ternyata untuk membekukan es krim, diperlukan suhu di bawah 0°C . Garam dapur yang ditambahkan saat membuat es krim berfungsi untuk menurunkan titik beku larutan. Garam dapur juga dapat mencairkan salju. Negara yang mengalami musim dingin, tumpukan salju di jalan mudah dibersihkan dengan menambahkan garam dapur karena butiran garam dapur menyerap air di sekitarnya membentuk larutan garam sehingga titik beku turun di bawah 0°C dan salju mencair. Jadi, pembuatan es krim dan mencairkan salju memanfaatkan sifat koligatif larutan, yaitu penurunan titik beku.

Dalam bidang kesehatan, jika seorang pasien memerlukan nutrisi dari injeksi cairan infus maka tekanan osmotik cairan infus harus sama dengan tekanan osmotik darah (isotonik) agar injeksi cairan infus dapat diterima dengan baik oleh tubuh. Demikian juga obat tetes mata harus isotonik dengan cairan tubuh kita agar obat dapat diterima dengan baik. Tekanan osmotik termasuk sifat koligatif larutan.

Anda mungkin pernah mendengar istilah laut mati atau menonton laut mati di youtube. Laut mati mempunyai daya apung yang tinggi karena mengandung kadar garam yang sangat tinggi, yaitu 32% sehingga orang yang tercebur ke laut mati tidak akan pernah tenggelam. Ikan dan tumbuhan tidak bisa hidup di laut ini. Laut mati merupakan contoh terjadinya penurunan tekanan uap pelarut oleh zat terlarut NaCl yang sukar menguap. Penurunan tekanan uap pelarut juga termasuk sifat koligatif larutan.

Modul 11 ini diberi judul “Amazing Larutan”, dirancang ke dalam 2 (dua) unit, yaitu: (1) Rahasia Dibalik Kolam Apung, Es Putar, dan Teh Celup, dan (2) Awas Kesetrum. Adapun rincian setiap

unit dideskripsikan sebagai berikut.

1. Unit 1 Rahasia Dibalik Kolam Apung, Es Putar, dan Teh Celup membahas sifat koligatif larutan, meliputi: penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku, dan tekanan osmotik serta penerapannya dalam kehidupan.
2. Unit 2 Awas Kesetrum membahas perbedaaan sifat koligatif larutan elektrolit dan nonelektrolit serta derajat pengionan.

Petunjuk Penggunaan Modul

1. Bacalah tujuan yang diharapkan setelah mempelajari modul ini agar Anda fokus dalam mempelajari materi modul.
2. Bacalah pengantar modul dengan cermat agar Anda memahami isi modul secara keseluruhan
3. Pelajarilah materi kimia di modul ini secara berurutan dan bersungguh-sungguh serta tanyakan kepada tutor apabila ada materi yang belum dipahami.
4. Kerjakan setiap tugas dan latihan soal pada modul ini. Selanjutnya cocokkan jawaban Anda dengan rubrik atau kunci jawaban di bagian belakang modul ini. Jika Anda mengalami kesulitan diskusikan dengan teman atau tanyakan kepada tutor.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah soal yang dijawab benar}}{\text{Total jumlah soal}} \times 100\%$$

Tujuan yang Diharapkan Setelah Mempelajari Modul

Setelah mempelajari Modul 11 Amazing Larutan, Anda diharapkan mampu:

1. Memahami sifat koligatif larutan yang meliputi: penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku, dan tekanan osmosis serta kegunaannya dalam kehidupan sehari-hari
2. Menerapkan sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari, misalnya: penurunan titik beku larutan dalam membuat es krim atau es putar) dan kenaikan titik didih dalam memasak makanan.
3. Menumbuhkan sikap jujur, mandiri, rasa ingin tahu, dan kreatif serta menyadari kebesaran Tuhan Yang Maha Esa melalui pengamatan sifat koligatif larutan.

UNIT 1

RAHASIA DIBALIK KOLAM APUNG, ES PUTAR, DAN TEH CELUP

Pada Modul 4 Kelas X anda sudah belajar tentang larutan elektrolit dan larutan nonelektrolit. Anda tentu masih ingat, bahwa dalam larutan elektrolit terdapat ion-ion dari zat terlarut yang dapat menghantarkan arus listrik sedangkan larutan nonelektrolit tidak mengandung ion-ion zat terlarut. Pada modul ini anda akan belajar tentang sifat koligatif larutan, yang meliputi: penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku, dan tekanan osmotik serta penerapannya dalam kehidupan. Apa yang dimaksud dengan sifat koligatif larutan? Mengapa sifat koligatif larutan penting dipelajari? Apa saja manfaat sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari? Ayo kita pelajari!

A. Pengertian Larutan

Larutan merupakan campuran homogen (tidak dapat dibedakan atau sama) antara dua zat atau lebih zat. Zat yang jumlahnya sedikit disebut **zat terlarut**, sedangkan zat yang jumlahnya banyak disebut **zat pelarut**. Perhatikan gambar di berikut ini:

Manakah yang termasuk larutan? Air dan pasir atau air dan gula? Air dan pasir jika diaduk terus menerus pasir tetap tidak berubah, antara air dan pasir tetap bisa dibedakan. Sedangkan air dan gula jika diaduk terus menerus, gula akan larut dan tidak dapat dibedakan antara air dan gula. Jadi, yang termasuk larutan adalah air dan gula membentuk larutan gula. Air sebagai zat pelarut dan gula sebagai zat terlarut.



Gambar 1. Air dan Pasir

Gambar 2. Air dan Gula

sumber: www.siyavula.com

PENUGASAN 1

Membedakan Larutan dan Bukan Larutan

1. Tujuan

Peserta didik dapat membedakan larutan dan bukan larutan

2. Media

Data campuran berbagai zat

3. Langkah-langkah

Perhatikan campuran zat yang terdapat pada tabel di bawah ini.

Lengkapilah tabel dengan memberi tanda centang (✓) pada kolom yang sesuai.

Tabel 1 Membedakan Larutan dan Bukan Larutan

No	Campuran	Jenis Campuran	
		Larutan	Bukan Larutan
1	Air dan gula	✓	
2	Air dan kerikil		
3	Air dan minyak goreng		
4	Spirtus dan pasir		
5	Air dan susu bubuk		
6	Air dan kopi		
7	Air dan garam		
8	Minyak dan kapas		
9	Air dan alkohol		
10	Air dan cuka		

B. Satuan Konsentrasi Larutan

Konsentrasi (kepekatan) larutan untuk menggambarkan jumlah partikel terlarut dalam larutan dinyatakan dalam molaritas, fraksi mol, dan molalitas.

a. Molaritas [M]

Molaritas menyatakan banyaknya mol zat terlarut di dalam setiap 1 liter larutan. Satuan konsentrasi molar atau molaritas dinyatakan dalam mol dm⁻³ atau mol/liter dan diberi lambang M. Pembuatan larutan 1 M dilakukan dengan cara melarutkan 1 mol zat ke dalam air hingga volumenya 1 liter. Secara matematis dinyatakan sebagai berikut:

$$M = \frac{n}{V}$$

Dengan, M = molaritas larutan
n = jumlah mol zat terlarut
V = volume larutan (Liter)

Contoh Soal:

Rika melarutkan 2 gram kristal NaOH ke dalam air hingga volumenya 500 ml. Hitunglah konsentrasi larutan yang dibuat oleh Rika! (Mr NaOH = 40).

Jawab:

Langkah-langkah penyelesaian:

1. Menentukan unsur-unsur yang diketahui dalam soal

$$\text{Massa NaOH} = 2 \text{ gram}$$

$$\text{Mr NaOH} = 40$$

$$\text{Volume larutan} = 500 \text{ ml} = 0,5 \text{ liter}$$

2. Menghitung jumlah mol NaOH (n)

$$n = \frac{\text{massa NaOH}}{\text{Mr NaOH}} = \frac{2}{40} = 0,05 \text{ mol}$$

3. Menghitung konsentrasi larutan NaOH (M)

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0,05}{0,5} = 0,1 \text{ mol/liter}$$

b. Fraksi Mol [X]

Fraksi mol suatu zat di dalam suatu larutan menyatakan perbandingan banyaknya mol dari zat tersebut terhadap jumlah mol seluruh komponen dalam larutan. Jumlah fraksi mol dari seluruh komponen dalam campuran adalah 1. Bila N_A mol zat A bercampur dengan N_B mol zat B, maka fraksi mol zat A (X_A) dan fraksi mol zat B (X_B) dinyatakan dengan:

$$X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B} \quad \text{dan} \quad X_B = \frac{n_B}{n_A + n_B}$$

Sehingga

$$X_A + X_B = \frac{n_A}{n_A + n_B} + \frac{n_B}{n_A + n_B}$$

$$X_A + X_B = 1$$

Contoh Soal:

Joni ingin membuat larutan yang rasanya manis. Ia melarutkan 6 gram glukosa ke dalam 90 gram air. Jika Mr glukosa = 180 dan Mr air = 18, tentukan fraksi mol dari glukosa dan air tersebut!

Jawab:

Langkah-langkah penyelesaian:

- Menentukan unsur-unsur yang diketahui dalam soal

Massa glukosa = 6 gram
 Mr glukosa = 180
 Massa air = 90 gram
 Mr air = 18

- Menghitung jumlah mol glukosa (n_A)

$$n_A = \frac{\text{massa glukosa}}{\text{Mr glukosa}} = \frac{6}{180} = 0,033 \text{ mol}$$

- Menghitung jumlah mol air (n_B)

$$n_B = \frac{\text{massa air}}{\text{Mr air}} = \frac{100}{18} = 5,55 \text{ mol}$$

- Menghitung fraksi mol glukosa (X_A)

$$X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B} = \frac{0,033}{0,033 + 5,55} = 0,006$$

- Menghitung fraksi mol air (X_B)

$$X_B = \frac{n_B}{n_A + n_B} = \frac{5,55}{0,033 + 5,55} = 0,994$$

c. Molalitas [m]

Molalitas menyatakan banyaknya mol zat terlarut di dalam setiap 1000 gram pelarut. Untuk larutan dalam air, massa pelarut dapat dinyatakan dalam volume pelarut, sebab massa jenis air adalah 1 gram mL⁻¹. Secara matematis pernyataan tersebut dapat dinyatakan dengan rumus :

$$m = n \times \frac{1000}{p}$$

dengan, m = molalitas larutan
 n = jumlah mol terlarut
 p = massa pelarut

Contoh Soal:

Hitunglah molalitas larutan yang terjadi bila 24 gram kristal MgSO₄ dilarutkan dalam 400 gram air. (Mr MgSO₄ = 120).

Jawab:

Langkah-langkah penyelesaian:

- Menentukan unsur-unsur yang diketahui dalam soal

Diketahui :

Massa MgSO₄ = 24 gram
 Mr MgSO₄ = 120
 Massa pelarut = 400 gram

- Menghitung molalitas larutan

C. Sifat Koligatif Larutan

Sifat koligatif larutan adalah sifat larutan yang hanya dipengaruhi oleh jumlah partikel zat terlarut di dalam larutan dan tidak dipengaruhi oleh sifat dari zat terlarut. Sifat koligatif larutan meliputi penurunan titik uap (ΔP), kenaikan titik didih (ΔT_b), penurunan titik beku (ΔT_f), dan tekanan osmotik (π).

1. Penurunan Tekanan Uap (ΔP)

Laut mati adalah contoh terjadinya penurunan tekanan uap pelarut oleh zat terlarut NaCl yang tidak mudah menguap. Air berkadar garam sangat tinggi ini terletak di daerah gurun yang sangat panas, kering, dan tidak berhubungan dengan laut bebas, sehingga konsentrasi zat terlarutnya semakin tinggi.

Pada saat berenang di laut mati, kita tidak akan tenggelam karena konsentrasi zat terlarutnya yang sangat tinggi. Hal ini tentu saja dapat dimanfaatkan sebagai sarana hiburan atau rekreasi bagi manusia. Penerapan prinsip yang sama dengan laut mati dapat kita temui di beberapa tempat wisata di Indonesia yaitu kolam apung.

Terjadinya penurunan tekanan uap larutan disebabkan oleh adanya zat terlarut. Untuk menentukan pengaruh jumlah partikel zat terlarut



sumber: www.kimkim.comwww.jakarta.go.id

Gambar 3. Laut mati (atas) dan kolam apung (bawah)

terhadap penurunan tekanan uap, perlu ditentukan hubungan antara besarnya penurunan tekanan uap (ΔP) dengan jumlah partikel zat terlarut. Besarnya penurunan tekanan uap larutan (ΔP) merupakan selisih dari tekanan uap pelarut murni (P^0) dengan tekanan uap larutan (P), sehingga dapat dinyatakan:

$$\Delta P = P^0 - P$$

Karena $P = P^0 X_{\text{pelarut}}$, maka persamaan tersebut dapat ditulis menjadi:

$$\Delta P = P^0 - P^0 X_{\text{pelarut}}$$

$$\Delta P = P^0 (1 - X_{\text{pelarut}})$$

Jika fraksi mol total dalam suatu larutan = 1, atau $X_{\text{pelarut}} + X_{\text{terlarut}} = 1$,

Untuk menghitung penurunan tekanan uap, cermatilah latihan soal berikut!

Contoh Soal:

1. Sebanyak 3 gram urea dilarutkan kedalam 180 gram air pada suhu 20°C. jika tekanan uap air murni pada suhu tersebut 17 mmHg dan M_r urea = 60, hitunglah:

- tekanan uap larutan
- penurunan tekanan uap

Jawaban:

Langkah penyelesaian:

- pertama, hitung mol urea dan mol air
- kedua, cari fraksi mol dari air
- ketiga, gunakan persamaan hukum Roult
- keempat, gunakan rumus penurunan tekanan uap

$$n_{\text{urea}} = \frac{30}{60} \text{ mol}$$

$$= 0,05 \text{ mol}$$

$$n_{\text{air}} = \frac{180}{18} \text{ mol}$$

$$= 10 \text{ mol}$$

$$\text{a. } P = P^0 X_{\text{air}}$$

$$P = 17 \left(\frac{10}{10 + 0,05} \right)$$

$$= 16,915 \text{ mmHg}$$

$$\text{b. } \Delta P = P^0 - P$$

$$= 0,084 \text{ mmHg}$$

- Sari membuat larutan gula
Tentukan penurunan tekanan uap larutan yang mengandung 34 gram gula tebu ($C_{12}H_{22}O_{11}$) dalam 360 gram air, apabila tekanan uap jenuh air pada suhu tersebut 25,21 mmHg!

Jawaban: $\Delta P = P^0 - P^0 X_{\text{pelarut}}$

$$= 25,21 - [25,21 \times (360 : (34 + 360))]]$$

$$= 25,21 - 23,034$$

$$= 2,17 \text{ mmHg}$$



sumber: www.youtube.com

- Diketahui fraksi mol etanol adalah 0,25.

Jika pada suhu tersebut tekanan uap air adalah 80 mmHg, tentukan P dan ΔP larutan!



Jawaban: $P = P^0 X_{\text{pelarut}}$

$$= 80 \times (1 - X_{\text{terlarut}})$$

$$= 80 \times (1 - 0,25)$$

$$= 80 \times 0,75$$

$$= 60 \text{ mmHg}$$

$$\Delta P = P^0 - P$$

$$= 80 \text{ mmHg} - 60 \text{ mmHg}$$

$$= 20 \text{ mmHg}$$

- Diketahui fraksi mol urea dalam air adalah 0,5.

Tekanan uap air pada 20°C adalah 17,5 mmHg. Berapakah tekanan uap jenuh larutan tersebut pada suhu tersebut?

Jawaban: $P = P^0 X_{\text{pelarut}}$

$$= 17,5 \times (1 - X_{\text{terlarut}})$$

$$= 17,5 \times (1 - 0,5)$$

$$= 17,5 \times 0,5$$

$$= 8,75 \text{ mmHg}$$



- Manitol sebanyak 18,04 gram dilarutkan dalam 100 gram air

pada suhu 20°C. Manitol adalah obat diuretik yang digunakan untuk mengurangi tekanan dalam kepala akibat pembengkakan otak, Ternyata tekanan uap jenuh larutan adalah 17,227 mmHg. Jika tekanan uap air pada suhu tersebut 17,54 mmHg, hitunglah massa molekul manitol.

Jawaban:

$$\text{Massa manitol (} m_{\text{terlarut}} \text{)} = 18,04 \text{ gram}$$

$$\text{Massa air (} m_{\text{pelarut}} \text{)} = 100 \text{ gram}$$

$$\text{Tekanan uap air (} P \text{)} = 17,227 \text{ mmHg}$$

Suhu = 20°C
 Tekanan uap air jenuh (P°) = 17,54 mmHg
 Hitunglah massa molekul manitol!
 $P_0 - P = \frac{\text{mol manitol}}{\text{mol manitol} + \text{mol air}} P_0$
 $17.54 - 17.227 = \frac{(18.04/Mr)}{(18.04/Mr + 100/18)} 17.54$
 Mr Manitol = 178.72 gr/mol

6. Fraksi mol larutan urea dalam air adalah 0,2. Tekanan uap jenuh air murni pada suhu 20°C sebesar 17,5 mmHg. Tentukan tekanan uap jenuh larutan pada suhu tertentu!

Jawaban:

Fraksi mol urea (X_{terlarut}) = 0,2 gram
 Suhu = 20°C
 Tekanan uap air jenuh (P°) = 17,5 mmHg
 Hitunglah tekanan uap jenuh larutan !
 $P = P^0 X_{\text{pelarut}}$
 $= 17,5 \times (1 - 0,2)$
 $= 14 \text{ mmHg}$

2. Kenaikan Titik Didih

Anda tentu pernah merebus mie instan. Apakah Anda memasukkan mie instan dan bumbu setelah air mendidih atau sebelum air mendidih? Apakah ada perbedaan titik didih air sebelum dan setelah penambahan mie instan dan bumbunya?

Nah, pada materi kenaikan titik didih larutan kita akan membahas tentang kejadian yang berkaitan dengan merebus mie instan.

Mana yang sering Anda lakukan? Gambar 1 atau 2?



sumber: brainly.co.id

Ternyata lebih cepat mendidih apabila mie instan dan bumbu tidak dimasukkan terlebih dahulu, kok bisa ya? Mari kita simak penjelasannya.

Penambahan mie instan dan bumbu (sebagai zat terlarut) pada air (zat pelarut) sebelum mendidih akan menaikkan kenaikan titik didih. Air yang seharusnya pada suhu 100° C sudah

mendidih menjadi belum mendidih akibat penambahan mie instan. Titik didih air lebih rendah dibanding titik didih larutan. Hal seperti ini adalah sifat koligatif larutan, yaitu sifat larutan yang tergantung pada banyaknya partikel zat terlarut dalam larutan dan bukan pada jenis partikel zat terlarut. Jadi, supaya airnya cepat mendidih sebaiknya mie instan jangan dimasukkan terlebih dahulu sebelum air mendidih.

Keadaan pada saat tekanan uap zat cair di atas permukaan zat cair tersebut sama dengan tekanan udara disekitarnya disebut **mendidih** dan suhu ketika tekanan uap diatas permukaan cairan sama dengan tekanan uap luar disebut **titik didih**.

Bila kedalam air murni dilarutkan suatu zat yang sukar menguap, maka pada suhu 100°C tekanan uap air belum mencapai 1 atm, dan itu berarti air belum mendidih. Untuk dapat mendidih (tekanan uap air mencapai 1 atm) maka diperlukan suhu yang lebih tinggi. Besarnya kenaikan suhu itulah yang disebut kenaikan titik didih (ΔT_b).

Menurut Hukum Raoult, besarnya kenaikan titik didih larutan sebanding dengan hasil kali dari molalitas larutan (m) dan kenaikan titik didih molal (K_b)

$$\Delta T_b = K_b \cdot m$$

$$\text{Jika } m = n \times \frac{1000}{p}$$

Maka rumus di atas dapat dinyatakan sebagai berikut: $\Delta T_b = K_b \left(n \times \frac{1000}{p} \right)$

Dengan,

ΔT_b = kenaikan titik didih molal

K_b = tetapan kenaikan titik didih molal

n = jumlah mol zat terlarut

P = massa pelarut

Titik didih larutan merupakan titik didih pelarut murni ditambah dengan kenaikan titik didihnya atau $T_b = T_b^0 + \Delta T_b$

Tabel 2 Data Konstanta Kenaikan Titik Didih Molal Beberapa Cairan

Pelarut	Titik Didih (°C)	K_b (°C/ molal)
Air	100	0,52
Aseton	56,5	1,72
Etanol	78,4	1,2
Benzena	80,1	2,52
Etil eter	34,6	2,11
Asam asetat	118,3	3,07
Kloroform	61,2	3,63

Berikut ini contoh cara menghitung kenaikan titik didih, perhatikan dengan cermat.

Contoh Soal:

1. Sebanyak 9 gram glukosa dilarutkan dalam 100 gram air. Hitunglah titik didih larutan yang terjadi, jika diketahui massa molekul relatif glukosa 180 dan tetapan kenaikan titik didih air 0,52 °C/molal.

Langkah-langkah penyelesaian:

pertama : Menghitung mol glukosa

kedua : Menghitung perubahan titik didih

ketiga : Menghitung menghitung titik didih (100°C + perubahan titik didih)

Jawab:

$$\text{mol glukosa (n)} = \frac{9}{180} \text{ mol} = 0,05 \text{ mol}$$

$$\text{Massa pelarut (p)} = 100 \text{ gram}$$

$$\text{Tetapan titik didih } K_b = 0,52 \text{ } ^\circ\text{C/molal}$$

$$\text{Perubahan titik didih } (\Delta T_b) = K_b \left(n \times \frac{1000}{p} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{Perubahan titik didih } (\Delta T_b) &= K_b \left(0,52 \times \frac{1000}{p} \right) \\ &= 0,26^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik didih } (T_b) &= T_b^\circ + \Delta T_b \\ &= 100 + 0,26 \\ &= 100,26 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

PENUGASAN 2

Pengaruh Zat Terlarut pada Kenaikan Titik Didih

1. Tujuan

Peserta didik dapat menyimpulkan titik didih larutan lebih tinggi dari pada titik didih pelarut berdasarkan data hasil pengamatan.

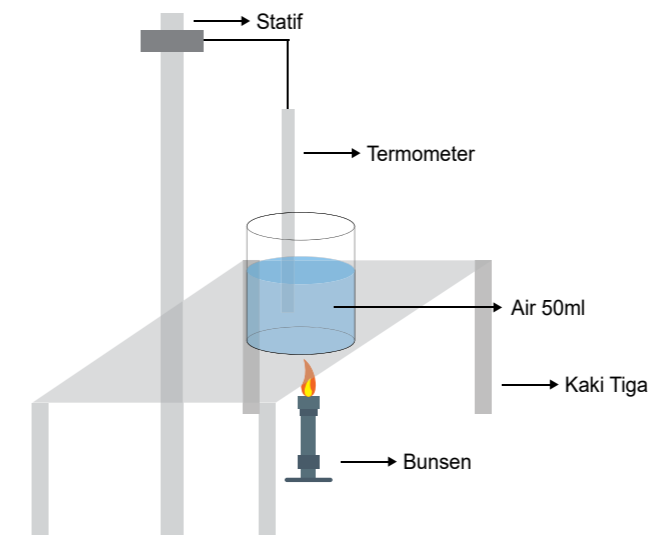
2. Media

Alat: gelas kimia, statif, bunsen, termometer, kaki tiga (semuanya sebanyak 3 buah)

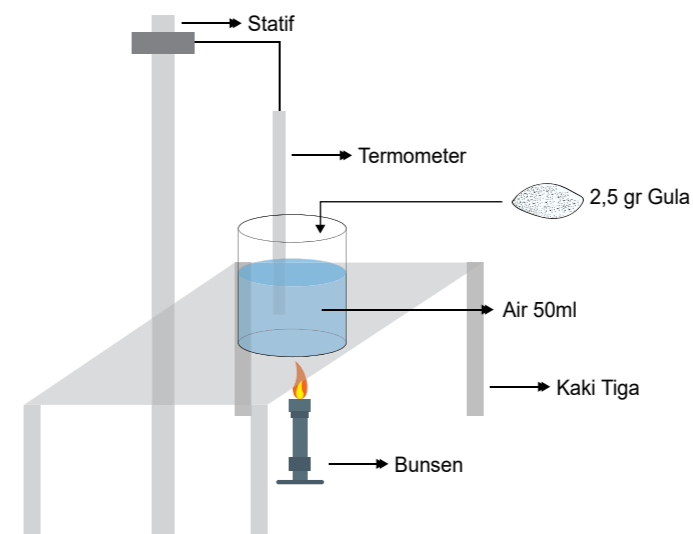
Bahan: air 150 ml, 2,5 gr gula 2,5 gr garam

3. Langkah-Langkah

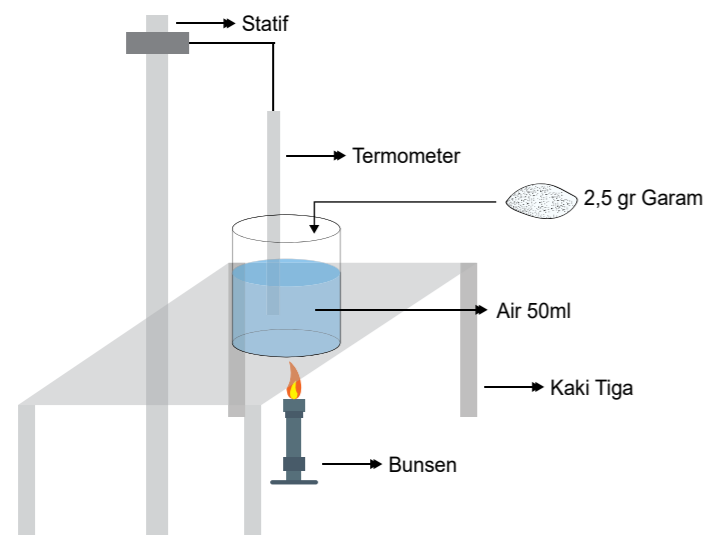
- a. Kondisi 1. Panaskan 50 ml air hingga mendidih lalu ukur suhu air pada saat mendidih.



- b. Kondisi 2. Campurkan 2,5 gram gula pasir ke dalam 50 ml air hingga larut sempurna. Lalu panaskan hingga mendidih dan ukur suhunya.



- c. Kondisi 3. Campurkan 2,5 gram garam ke dalam 50 ml air hingga larut sempurna. Lalu panaskan hingga mendidih dan ukur suhunya



d. Data pengamatan

No	Percobaan	Titik didih larutan (°C)
1	Kondisi 1	
2	Kondisi 2	
3	Kondisi 3	

e. Simpulan

3. Penurunan Titik Beku

Pada kehidupan sehari-hari, Anda bisa menemukan penerapan titik beku larutan pada proses pembuatan es putar.



sumber: pelajaricaranya.blogspot.com

Pada pembuatan es putar cairan pendingin dibuat dengan mencampurkan garam dapur dengan kepingan es batu dalam sebuah bejana berlapis kayu. Pada pencampuran itu, es batu mencair sedangkan suhu campuran turun. Sementara itu, campuran bahan pembuat es putar dimasukkan dalam bejana lain yang terbuat dari bahan *stainless steel*. Bejana ini kemudian dimasukkan ke dalam cairan pendingin, sambil diaduk aduk sehingga campuran membeku. Cairan pendingin adalah larutan berair yang memiliki titik beku jauh di bawah 0°C. Cairan pendingin digunakan pada pabrik es, juga digunakan untuk membuat es putar. Cairan pendingin dibuat dengan melarutkan berbagai jenis garam ke dalam air. Seperti halnya kenaikan titik didih, penurunan titik beku larutan sebanding dengan hasil kali molalitas larutan dengan tetapan penurunan titik beku pelarut (K_f), dinyatakan dengan persamaan:

$$\Delta T_f = K_f \cdot m$$

atau,

$$\Delta T_f = K_f \left(n \times \frac{1000}{p} \right)$$

Dengan ,

ΔT_f = penurunan titik beku

K_b = tetapan penurunan titik beku

n = jumlah mol zat terlarut

p = massa pelarut

Titik didih larutan merupakan titik didih pelarut murni ditambah dengan kenaikan titik didihnya

$$\text{atau } T_f = T_f^\circ - \Delta T_f$$

Tabel 3 Data konstanta penurunan titik beku molal dari beberapa cairan

Pelarut	Titik Beku (°C)	K_f (°C/m)
Aseton	-95,35	2,40
Benzene	5,45	5,12
Kamfer	179,8	39,7
Karbon tetraklorida	-23	29,8
Sikloheksana	6,5	20,1
Naftalena	80,5	6,94
Fenol	43	7,27
Air	0	1,86

Contoh Soal:

Cara menghitung penurunan titik beku larutan.

1. Sebanyak 6 gram urea dilarutkan kedalam 200 gram air pada tekanan 1 atm. Bila tetapan

penurunan titik beku air (K_f air) = 1,86 °C/ molal dan M_r urea = 60, hitunglah titik beku larutan.

Langkah-langkah penyelesaian:

- Menghitung mol urea
- Menghitung perubahan titik beku
- Menghitung menghitung titik didih (0°C + perubahan titik beku)

Jawab: $n_{\text{urea}} = \frac{6}{60} \text{ mol} = 0,1 \text{ mol}$

$p = 200 \text{ gram}$

$K_f = 1,86 \text{ }^\circ\text{C/molal}$

$\Delta T_f = K_f \left(n \times \frac{1000}{p} \right)$

$\Delta T_f = 1,86 \left(0,1 \times \frac{1000}{200} \right) = 0,93 \text{ }^\circ\text{C}$

$T_f \text{ larutan} = T_f^0 - \Delta T_f$
 $= 0^\circ\text{C} - 0,93^\circ\text{C}$
 $= -0,93 \text{ }^\circ\text{C}$

PENUGASAN 3

Praktik Membuat Es Putar

Sifat koligatif larutan adalah sifat larutan yang tidak bergantung pada jenis zat terlarut, tetapi hanya bergantung pada banyaknya partikel zat terlarut dalam larutan. Sifat koligatif larutan bermanfaat dalam kehidupan. Sebagai contoh pada pembuatan es putar menerapkan sifat koligatif larutan (penurunan titik beku). Percobaan pembuatan es putar dilakukan manual menggunakan media dan cara sederhana.

1. Tujuan :

Peserta didik memiliki pengetahuan dan keterampilan membuat es krim serta menumbuhkan kreativitas untuk menambah penghasilan.

2. Media

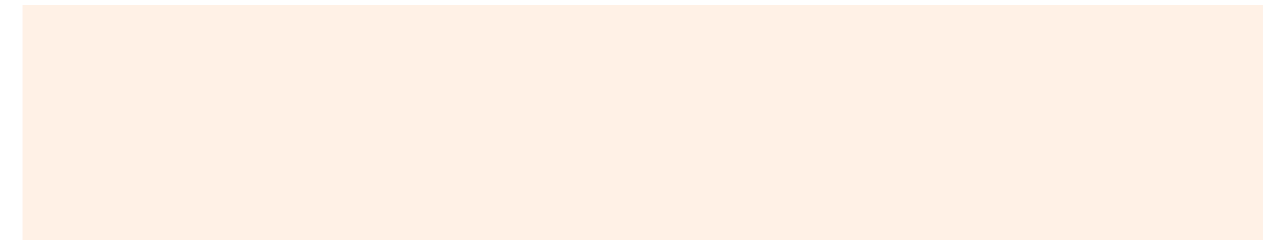
Alat: Panci, kaleng (2 buah besar dan sedang), kompor, pengaduk

Bahan: 4 gelas susu cokelat, 1 kaleng susu kental manis cokelat, 2 sendok makan tepung maizena, 2 sendok makan gula pasir, 2 butir putih telur, 1 sendok teh vanili, Garam rosok secukupnya, es Batu secukupnya

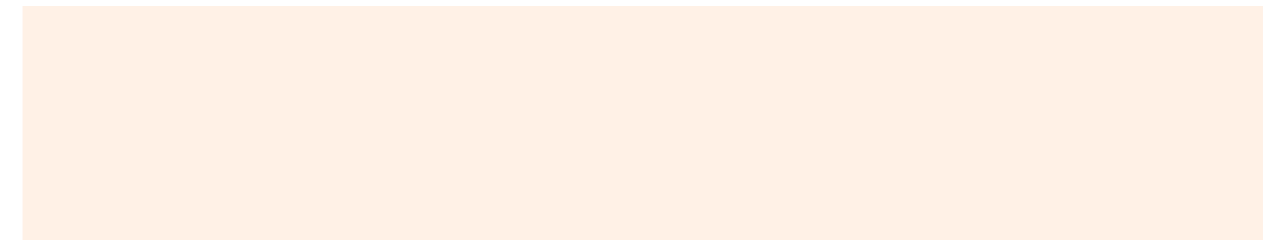
3. Langkah-langkah :

- Campur dan aduk susu dan air sambil dipanaskan diatas api kecil.
- Cairkan tepung maizena dan campurkan dengan adonan diatas.
- Sambil tetap mengaduk, angkat adonan dari atas api,
- Campurkan dengan gula, putih telur dan vanili, lalu aduk terus sampai adonan berwarna putih.
- Rebus adonan sambil terus diaduk-aduk hingga mendidih.
- Angkat adonan dari atas api sambil terus diaduk hingga dingin agar adonan tidak menggumpal.
- Letakkan adonan di dalam kaleng yang sedang
- Letakkan es batu dan garam ke dalam kaleng yang besar
- Letakkan kaleng yang sedang di tengah kaleng yang besar yang dikelilingi es batu
- Tutup kaleng yang sedang dengan penutup, dan putar-putar hingga adonannya menjadi es krim

4. Hasil Pembuatan Es Putar



5. Simpulan



4. Tekanan Osmosis

Dalam kehidupan sehari-hari sering kali kita berhadapan dengan peristiwa difusi dan osmosis. Contohnya pada saat kita menyeduh teh celup dalam kemasan kantong, warna dari teh tersebut akan menyebar. Hal ini disebabkan karena konsentrasi teh dalam gelas atau cangkir lebih kecil dibandingkan dengan konsentrasi teh yang ada dalam kantong teh. Peristiwa ini disebut sebagai difusi. Difusi terjadi karena adanya perbedaan konsentrasi (kepekatan) larutan. Selain perbedaan konsentrasi, perbedaan dalam sifat dapat juga menyebabkan difusi.

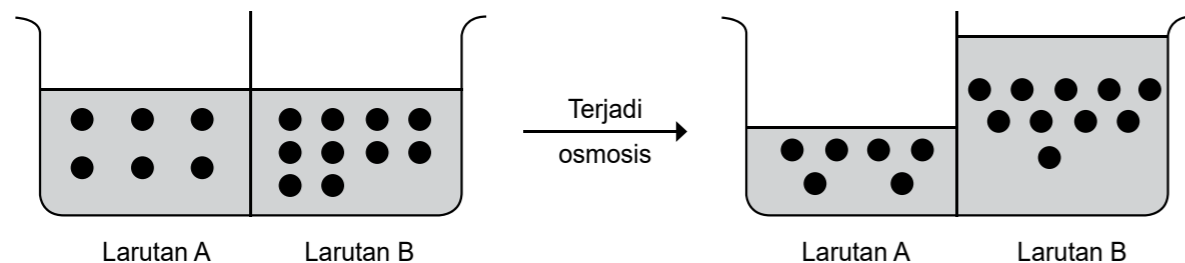
Bila dua larutan yang konsentrasinya berbeda, yang satu pekat dan yang lainnya encer dipisahkan oleh membran semipermeabel, maka molekul-molekul pelarut akan mengalir dari larutan yang lebih encer ke larutan yang lebih pekat, sedangkan molekul zat terlarut tidak mengalir.

Hal ini terjadi karena partikel pelarut lebih kecil daripada partikel zat terlarut sehingga partikel pelarut dapat menembus membran semipermeabel dan partikel zat terlarut tidak. Aliran suatu pelarut dari suatu larutan dengan konsentrasi lebih rendah ke larutan dengan konsentrasi tinggi melalui membran semipermeabel disebut **osmosis**.



sumber: gettyimagesbank.com

Gambar 4. Teh celup



Gambar 7. Peristiwa osmosis

Peristiwa osmosis dapat dicegah dengan memberi tekanan pada permukaan larutan. Tekanan yang diperlukan untuk mencegah terjadinya osmosis ini disebut **tekanan osmosis**.

Menurut Van't Hoff, tekanan osmotik larutan encer sebanding dengan molaritas dan dapat dihitung dengan rumus yang serupa dengan persamaan gas ideal.

$$\pi = MRT$$

Keterangan:

π = Tekanan osmosis (atm)

M = Konsentrasi larutan (mol. L⁻¹)

R = Tetapan gas (0,082 L.atm. mol⁻¹K⁻¹)

T = Suhu larutan (K)

Contoh Soal:

Sebanyak 3,6 gram glukosa (C₆H₁₂O₆) dilarutkan dalam air sampai volumenya 200 ml pada suhu 27°C. Ditanyai tekanan osmosis sebesar....atm

Langkah-langkah penyelesaian:

- 1) Tentukan massa molekul relatif (Mr) dari glukosa
- 2) Tentukan jumlah mol dari glukosa
- 3) Tentukan molaritas larutan
- 4) Ubah suhu celcius ke Kelvin
- 5) Hitung tekanan osmosis dengan rumus : $\pi = M.R.T$

Jawab:

Diketahui : massa glukosa = 3,6 gram

Mr = 180

Volume = 200 ml = 0,2 liter

Suhu (T) = 27°C + 273 = 300K

Mol = 3.6 gram / 180 = 0,2 mol

Ditanya: π ?

Jawab: M = 0.2 mol / 0.2 l = 1 M

$\pi = 1 \text{ mol/l} \times 0.082 \times 300 = 2,46 \text{ atm}$

PENUGASAN 4

Peristiwa Osmosis

1. Tujuan

Peserta didik memahami pengaruh sifat koligatif (tekanan osmosis) pada telur.

2. Media

Telur ayam 1 butir, gelas 1 buah, cuka dapur 200 mL, timbangan, air suling 200 mL

3. Langkah-langkah

- a. Siapkan telur ayam, cuka dapur dan air suling. Timbang telur sebelum direndam dalam larutan cuka.
- b. Rendam telur ayam dalam larutan cuka dapur, tunggu sampai kulit telur mengelupas. Mengapa kulit telur mengelupas jika direndam larutan cuka? Pengelupasan kulit telur karena terjadi reaksi antara kulit telur dan asam cuka. Tuliskan reaksi yang terjadi pada proses tersebut!

- c. Setelah kulit telur mengelupas, maka ada selaput pada telur itu, yaitu selaput semipermeabel.
- d. Telur ditimbang, kemudian rendam di dalam air suling kira-kira 30 menit. Angkat dan timbang lagi apakah massanya bertambah atau berkurang? Mengapa ada perubahan massa telur?

5. Kegunaan Sifat Koligatif Larutan dalam Kehidupan

a. Pembuatan Campuran Pendingin

Cairan pendingin adalah larutan berair yang memiliki titik beku di bawah 0°C. Cairan pendingin digunakan pada pabrik es, juga digunakan untuk membuat es putar. Cairan pendingin dibuat dengan melarutkan berbagai jenis garam ke dalam air.

Pada pembuatan es putar cairan pendingin dibuat dengan mencampurkan garam dapur dengan kepingan es batu dalam sebuah bejana berlapis kayu. Pada pencampuran tersebut, es batu akan mencair sedangkan suhu campuran turun. Sementara itu, campuran bahan pembuat es putar dimasukkan dalam bejana lain yang terbuat dari bahan *stainless steel*. Bejana ini kemudian dimasukkan ke dalam cairan pendingin, sambil terus-menerus diaduk sehingga campuran membeku.

b. Pembuatan Zat Anti Beku

Di daerah beriklim dingin, ke dalam air radiator biasanya ditambahkan etilen glikol. Di daerah beriklim dingin, air radiator mudah membeku. Jika keadaan ini dibiarkan, maka radiator kendaraan akan cepat rusak. Dengan penambahan etilen glikol ke dalam air radiator diharapkan titik beku air dalam radiator menurun, dengan kata lain air tidak mudah membeku.

c. Pencairan Salju di Jalan Raya



sumber: bklyner.com

Gambar 5. Membersihkan salju di jalan

Di daerah yang mempunyai musim salju, setiap hujan salju terjadi, jalanan dipenuhi salju. Hal ini tentu saja membuat kendaraan sulit untuk melaju. Untuk mengatasinya, jalanan bersalju tersebut ditaburi campuran garam NaCl (Garam dapur). Penaburan garam dapur akan menyebabkan titik beku (titik lebur) air akan turun di bawah 0°C. Air murni akan membeku pada suhu 0°C, sehingga bila suhu udara mencapai 0°C air hujan akan berubah

menjadi salju. Misalnya dengan penambahan garam titik beku air menjadi -10°C, maka pada suhu -6°C air hujan belum berubah menjadi salju, dan salju di jalanan akan segera mencair apabila ditaburi garam. Semakin banyak garam yang ditaburkan, akan semakin banyak pula salju yang mencair.

d. Pembuatan Cairan Fisiologis

Cairan fisiologis seperti cairan infus dan obat tetes mata harus dibuat isotonik dengan cairan intrasel agar tidak terjadi osmosis, baik ke dalam ataupun ke luar sel darah. Dengan demikian, sel-sel darah tidak mengalami kerusakan. Tekanan osmotik cairan infus harus sama dengan tekanan osmotik darah (isotonik) agar injeksi cairan infus dapat diterima dengan baik oleh tubuh.

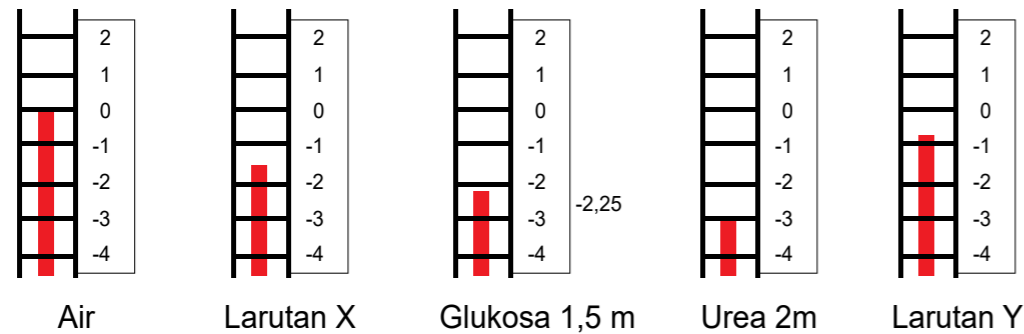
Jika tekanan dalam sel darah merah lebih besar tekanan cairan infus (hipertonik), maka air dalam sel darah merah akan keluar, sehingga sel akan mengkerut. Sedangkan jika tekanan dalam sel darah merah lebih kecil tekanan cairan infus (hipotonik), maka sel darah merah akan menyerap air sehingga dinding sel akan mengembang dan pecah.

LATIHAN

A. Pilihan Ganda

Pilihlah jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (x) pada huruf A, B, C, D atau E.

1. Sebanyak 4,5 gram glukosa ($M_r = 180$) dilarutkan ke dalam 90 gram air ($M_r = 18$). Jika tekanan uap jenuh pelarut pada suhu 25°C adalah 240 mmHg, maka tekanan uap larutan adalah ...
 - A. $\frac{5}{5,025} \times 240$ mmHg
 - B. $\frac{0,5}{5} \times 240$ mmHg
 - C. $\frac{5}{0,5} \times 240$ mmHg
 - D. $\frac{5,025}{0,5} \times 240$ mmHg
 - E. $\frac{0,5}{5,25} \times 240$ mmHg
2. Data titik beku dari percobaan sifat koligatif larutan ditunjukkan oleh gambar termometer berikut!



Diantara jawaban berikut, mana yang sesuai dengan larutan X dan Y?

	Larutan X	Larutan Y
A	glukosa 0,5 m	natrium klorida 0,5 m
B	urea 0,5 m	natrium klorida 1 m
C	natrium klorida 0,5 m	urea 2 m
D	urea 1 m	glukosa 0,5 m
E	natrium klorida 0,5 m	natrium klorida 1 m

- Ke dalam 250 gram air dilarutkan 8,7 gram K_2SO_4 ($M_r = 174$). Jika K_b air adalah $0,52^\circ C/molal$, tentukan kenaikan titik didih larutan tersebut!
 - $0,213^\circ C$
 - $0,524^\circ C$.
 - $0,312^\circ C$
 - $0,125^\circ C$
 - $0,225^\circ C$
- Tentukan tekanan osmosis larutan glukosa ($M_r = 180$) yang dibuat dengan melarutkan 10,8 gram glukosa dalam air hingga volumenya 400 mL pada suhu $27^\circ C$. Gunakan $R = 0,082$ L atm/mol K.
 - 2,54 atm
 - 3,69 atm
 - 4,16 atm
 - 0,18 atm
 - 2,15 atm
- Pernyataan yang tepat mengenai sifat koligatif larutan adalah ...
 - Sifat koligatif larutan bergantung pada jenis zat terlarut
 - Sifat koligatif larutan bergantung pada jumlah partikel zat terlarut
 - Tekanan uap suatu zat merupakan sifat koligatif larutan yang tergantung pada jenis zat

- Salah satu sifat koligatif larutan adalah penurunan titik didih larutan
- Sifat koligatif larutan bergantung pada jumlah partikel zat pelarut

A. Uraian

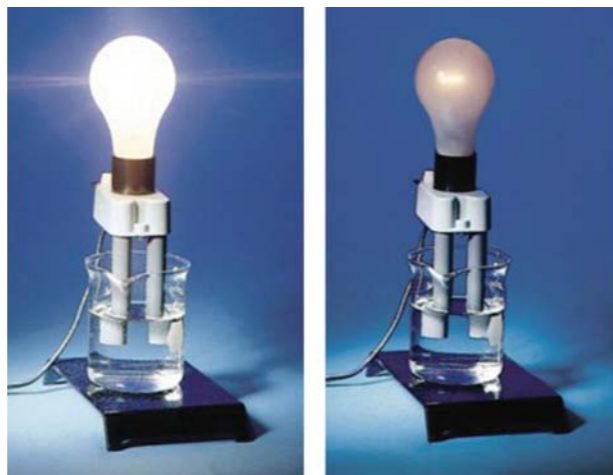
- Sebanyak 18 gram glukosa $C_6H_{12}O_6$ ($M_r = 180$) dilarutkan dalam 180 gram air ($M_r = 18$) pada suhu $29^\circ C$, bila tekanan uap air pada suhu tersebut sebesar 31,90 mmHg maka hitunglah:
 - Tekanan uap larutan
 - Penurunan tekanan uap larut
- Diketahui 9,6 gram lilin dilarutkan dalam 40 gr CCl_4 pada suhu $25^\circ C$ sehingga tekanan uap larutan turun sebesar 0,014 atm. Jika diketahui tekanan uap CCl_4 murni pada suhu $25^\circ C = 0,131$ atm dan $M_r CCl_4 = 154$. Berapa M_r lilin tersebut?
- 8 gr $C_{12}H_{22}O_{11}$ dilarutkan dalam 60 gr air. ($M_r C_{12}H_{22}O_{11} = 342$, K_b air = $0,512^\circ C/Kg/mol$ dan T_b air = $100^\circ C$). Hitunglah!
 - ΔT_b larutan
 - T_b larutan
- Bila 50 gr etilen glikol ($C_2H_6O_2$, $M_r = 62$) dilarutkan dalam 100 gr air. Hitunglah titik beku larutan tersebut! (K_f air = 1,86)
- Berapa tekanan osmosis larutan naftalen dalam benzena yang mengandung 10 gr naftalen ($M_r = 128$) tiap 1 liter larutan pada suhu $15^\circ C$? ($R = 0,082$ L atm/mol K)

Pada Unit 1 Rahasia Kolam Apung, Es Putar, dan Teh Celup Anda telah belajar tentang sifat koligatif larutan, yang meliputi: penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku, dan tekanan osmosis. Pada Unit 2 Awasi Kesetrum, Anda akan mempelajari perbedaan sifat koligatif larutan elektrolit dan nonelektrolit. Mari pelajari uraian materi berikut.

A. Sifat Koligatif Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit

Mengapa saat banjir terjadi PLN memadamkan aliran listrik? Pada modul 4 Kelas X Anda sudah belajar tentang larutan elektrolit dan nonelektrolit. Anda sudah mengetahui bahwa air termasuk elektrolit yang dapat menghantarkan arus listrik meskipun lemah. Kemungkinan besar air banjir juga mengandung larutan elektrolit lain, seperti garam dapur (NaCl) dan asam sulfat (H_2SO_4) termasuk elektrolit kuat dapat menghantarkan arus listrik dengan baik. Tentu Anda bisa bayangkan jika saat terjadi banjir dan aliran listrik masih nyala maka aliran listrik dapat dihantarkan melalui air yang semakin tinggi, sehingga bisa berakibat fatal. Genangan air yang tersentuh aliran listrik berpotensi membahayakan manusia, misalnya tersengat listrik atau terjadi hubungan arus pendek (korsleting). Mengingat bahaya tersebut, jika saat banjir terjadi listrik belum padam /mati maka Anda perlu menghubungi PLN. Sekarang Anda jadi paham bahwa mematikan aliran listrik saat banjir untuk menyelamatkan masyarakat pelanggan PLN dari kemungkinan tersengat listrik dan korsleting.

Berdasarkan daya hantar listriknya, larutan dibagi menjadi 2, yaitu larutan elektrolit dan larutan nonelektrolit. Larutan elektrolit adalah larutan yang dapat menghantarkan arus listrik sedangkan larutan nonelektrolit adalah larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik. Dalam larutan elektrolit molekul-molekul terurai (terdisosiasi) menjadi partikel-partikel bermuatan listrik positif dan negatif yang disebut ion. Ion positif dinamakan kation dan ion negatif dinamakan anion. Ion-ion inilah yang kemudian menghantarkan arus listrik.



Gambar 6. Larutan Elektrolit dan Larutan Nonelektrolit

sumber: slideplayer.com

Tahukan anda sumber energi listrik yang terdapat pada mobil?

Apa yang terjadi jika larutan asam sulfat dalam aki mobil diganti dengan larutan gula? Apakah mesin mobil bisa hidup?

Tentu mobil akan mogok bahkan dapat menyebabkan kerusakan pada mesin. Asam sulfat termasuk elektrolit kuat maka terjadi reaksi ionisasi sempurna dalam larutan sedangkan gula termasuk nonelektrolit maka tidak terjadi reaksi ionisasi dalam larutan.

Sebagaimana telah kita ketahui, zat elektrolit sebagian atau seluruhnya terurai menjadi ion-ion. Jadi untuk konsentrasi yang sama, larutan elektrolit mengandung jumlah partikel lebih banyak daripada larutan non elektrolit. Oleh karena itu, larutan elektrolit mempunyai sifat koligatif lebih besar daripada sifat koligatif larutan non elektrolit. Perbandingan antara harga sifat koligatif yang terukur dari suatu larutan elektrolit dengan harga sifat koligatif yang terukur dari suatu larutan non elektrolit pada konsentrasi yang sama disebut **faktor Van't Hoff** dan dinyatakan dalam lambang i .

Salah satu contoh larutan elektrolit adalah

larutan NaCl atau garam dapur, Larutan NaCl 0,010 m mempunyai penurunan titik beku sebesar $0,0359^\circ\text{C}$. Harga ini hampir dua kali lebih besar tepatnya 1,93 kali lebih besar daripada penurunan titik beku larutan urea 0,010 m mempunyai penurunan titik beku sebesar $0,0186^\circ\text{C}$. Harga i untuk larutan NaCl 0,010 m dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Harga } i \text{ NaCl } 0,010 \text{ m} &= \frac{\Delta T_b \text{ larutan NaCl } 0,010 \text{ m}}{\Delta T_b \text{ larutan urea } 0,010 \text{ m}} \\ &= \frac{0,0359}{0,0186} \\ &= 1,93 \end{aligned}$$



sumber: www.thevehiclelab.com

Gambar 7. Sel aki mobil



sumber: www.ujungjari.com

Gambar 8. Dorong mobil mogok

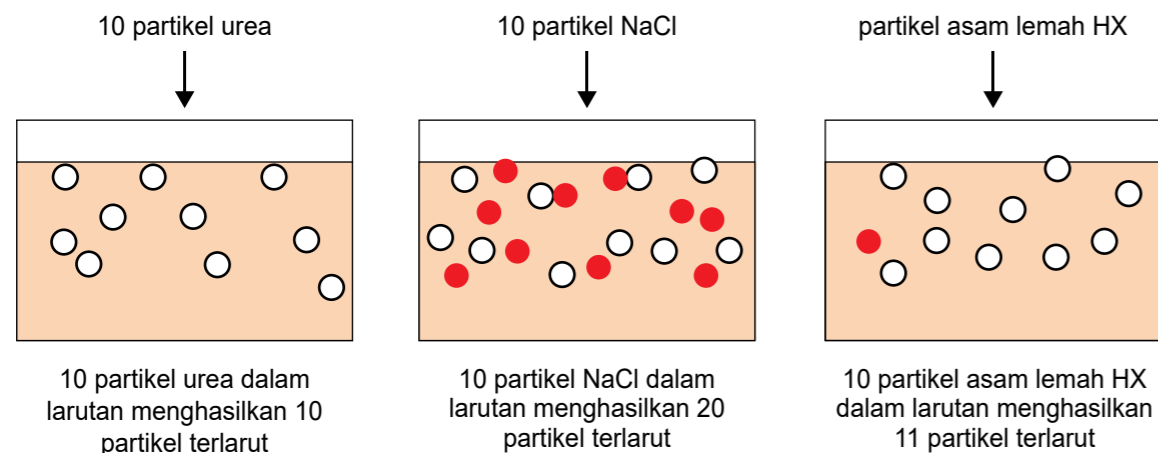
Harga i dari berbagai jenis larutan dan berbagai konsentrasi diberikan pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4 Harga i (faktor Van't Hoff)

Elektrolit	0,100 m	0,0100 m	0,00500 m	Batas teoritis
Senyawa ion				
NaCl	1,87	1,93	1,94	2
KCl	1,86	1,94	1,96	2
MgSO ₄	1,42	1,62	1,69	2
K ₂ SO ₄	2,46	2,77	2,86	3
Senyawa kovalen				
HCl	1,91	1,97	1,99	2
CH ₃ COOH	1,01	1,05	1,06	2
H ₂ SO ₄	2,22	2,59	2,72	3

Satu mol zat non elektrolit dalam larutan menghasilkan satu mol ($6,02 \times 10^{23}$ butir) partikel. Sebaliknya satu mol elektrolit tipe ion, seperti NaCl, terdiri atas satu mol ion Na⁺ dan satu mol ion Cl⁻; satu mol K₂SO₄ terdiri atas dua mol ion K⁺ dan satu mol ion SO₄²⁻. Secara teoritis, larutan NaCl akan mempunyai penurunan titik beku dua kali lebih besar daripada larutan urea (mempunyai harga $i = 2$) sedangkan larutan K₂SO₄ tiga kali lebih besar (mempunyai harga $i = 3$). Akan tetapi seperti tampak pada Tabel 11.2.1, harga i dari elektrolit tipe ion selalu lebih kecil daripada harga teoritis. Hal itu disebabkan oleh tarikan listrik antar ion yang berbeda muatan sehingga ion-ion itu tidak 100% bebas. Semakin kecil konsentrasi larutan, jarak antar ion semakin besar dan ion-ion semakin bebas. Akibatnya harga i semakin mendekati harga teoritis.

B. Derajat Pengionan



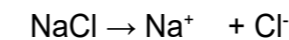
Gambar di atas adalah perbandingan jumlah partikel dalam larutan elektrolit dan non elektrolit. Harga i dari elektrolit kovalen ternyata lebih bervariasi, bergantung pada kekuatan elektrolit itu. Elektrolit lemah mempunyai harga i mendekati satu, sedangkan elektrolit kuat mendekati harga teoritisnya. Hubungan harga i dengan persen ionisasi (derajat ionisasi) adalah sebagai berikut:

$$i = 1 + (n - 1) \alpha$$

dengan α = derajat ionisasi elektrolit, n = jumlah ion yang dapat dihasilkan oleh satu satuan rumus senyawa elektrolit.

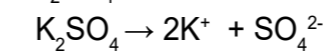
Contoh reaksi ionisasi pada larutan elektrolit.

a. NaCl (Natrium klorida) atau garam dapur, $n = 2$



Pada NaCl terdapat ion natrium (Na⁺) sebanyak 1 dan ion klorida (Cl⁻) sebanyak 1. Jumlah ion pada NaCl, $1 + 1 = 2$

b. K₂SO₄ (Kalium sulfat) atau garam abu sulfur, $n = 3$



Pada K₂SO₄ terdapat ion kalium (K⁺) sebanyak 2 dan ion sulfat (SO₄²⁻) sebanyak 1. Jumlah ion pada K₂SO₄, $2 + 1 = 3$

Sifat koligatif larutan elektrolit sebanding dengan pertambahan jumlah partikel dalam larutan, maka rumus-rumus sifat koligatif untuk larutan elektrolit menjadi :

$$\Delta T_b = K_b \times m \times i$$

$$\Delta T_f = K_f \times m \times i$$

$$\pi = M R T \times i$$

$$i = 1 + (n - 1) \alpha$$

Khusus untuk tekanan uap, pertambahan jumlah partikel diperhitungkan pada fraksi mol pelarut dan terlarut.

$$x_{\text{pelarut}} = \frac{n_{\text{pelarut}} \times i}{n_{\text{pelarut}} + (n_{\text{terlarut}} \times i)}$$

$$x_{\text{pelarut}} = \frac{n_{\text{terlarut}} \times i}{n_{\text{pelarut}} + (n_{\text{terlarut}} \times i)}$$

Contoh Soal

- Larutan kalsium klorida dibuat dengan melarutkan 25 gram CaCl₂ dalam 500 gram air. Hitung tekanan uap larutan pada 80°C jika tekanan uap air pada suhu 80°C = 355 mmHg (massa atom relatif Ca=40, Cl=35,5, H= 1, O = 16).

Langkah-langkah penyelesaian:

- a. Menghitung mol $H_2O = \frac{500}{18} = 27,8$ mol
- b. Menghitung mol $CaCl_2 = \frac{25}{111} = 0,225$ mol

$CaCl_2$ dalam air terurai menjadi tiga ion (Ca^{2+} , dan 2 ion Cl^-) maka dalam larutan terdapat $3 \times 0,225$ mol ion = 0,675 mol ion

c. Menghitung fraksi mol H_2O (X pelarut) = $\frac{\text{mol } H_2O}{\text{mol } H_2O + \text{mol } CaCl_2}$

$$= \frac{27,8 \text{ mol}}{27,8 \text{ mol} + 0,675 \text{ mol}} = 0,976$$

d. Menghitung tekanan uap larutan (P) = X pelarut . P_o pelarut

$$= 0,976 \cdot 355 \text{ mmHg} = 346,5 \text{ mmHg}$$

2. Satu gram $MgCl_2$ dilarutkan dalam 500 gram air. Tentukanlah titik didih, titik beku, dan tekanan osmotik larutan itu pada $25^\circ C$ jika derajat ionisasi = 0,9

Langkah-langkah penyelesaian:

- a. Menghitung jumlah mol $MgCl_2 = \frac{1g}{95 \text{ gram mol}^{-1}} = 0,011$ mol
- b. Menghitung molalitas larutan = $\frac{0,011 \text{ mol}}{0,5 \text{ kilogram}} = 0,022$ mol kg^{-1}

Molaritas larutan juga dapat dianggap = 0,022 mol/liter (untuk larutan encer, kemolalan dan kemolaran mempunyai harga yang hampir sama).

- c. Menentukan faktor Van't Hoff larutan (i).
- $$i = 1 + (n - 1) \alpha = 1 + (3 - 1) 0,9 = 2,8$$
- d. Menghitung kenaikan titik didih larutan ,
- $$\Delta T_b = K_b \times m \times i = 0,52 \times 0,022 \times 2,8 = 0,032 \text{ }^\circ C$$
- e. Menghitung titik didih larutan
- $$T_b^0 + \Delta T_b = 100 \text{ }^\circ C + 0,032 \text{ }^\circ C = 100,032 \text{ }^\circ C$$
- f. Menghitung penurunan titik beku larutan,
- $$\Delta T_f = K_f \times m \times i = 1,86 \times 0,022 \times 2,8 = 0,115 \text{ }^\circ C$$
- g. Menghitung titik beku larutan
- $$T_f^0 - \Delta T_b = 0 - 0,115^\circ C = -0,115 \text{ }^\circ C$$

- h. Menghitung molaritas larutan dapat dianggap = 0,022 mol/liter (untuk larutan encer, kemolalan dan kemolaran mempunyai harga yang hampir sama).

$$\pi = MRT \cdot i$$
$$= 0,022 \times 0,08205 \times 298 \times 2,8 = 1,51 \text{ atm}$$

PENUGASAN 5

Titik Beku Larutan

1. Tujuan

Mengetahui perbedaan titik beku antara larutan elektrolit dan nonelektrolit

2. Media

Alat: tabung reaksi kecil (4 buah), gelas kimia plastik 1 liter (1 buah), termometer ($-10^\circ C$ sampai $110^\circ C$)

Bahan: larutan NaCl 1 m (5 ml), larutan NaCl 2 m (5 ml), larutan urea 2 m (5 ml), es batu (2 kg), garam dapur kasar (0,5 kg)

3. Langkah-langkah

- Buatlah campuran pendingin yang terdiri atas campuran es batu dan garam dapur kasar ke dalam gelas kimia plastik.
- Isikan 5 mL air aquades ke dalam tabung reaksi kecil.
- Isikan ke dalam 4 tabung reaksi yang terpisah masing-masing 5 ml larutan NaCl 1 m, NaCl 2 m, urea 1 m, urea 2 m.
- Masukkan kelima tabung tersebut ke dalam campuran pendingin. Biarkan sampai membeku (ditandai dengan air yang keruh)
- Bila sudah terjadi pembekuan, angkat dari campuran pendingin kemudian aduk-aduk sampai sebagian mencair.
- Kemudian ukurlah suhunya dan masukkan ke dalam tabel pengamatan.

Titik beku air murni (aquades) : ... $^\circ C$

Larutan	Konsentrasi (m)	Titik beku ($^\circ C$)	Penurunan titik beku ($^\circ C$)
NaCl	1		
NaCl	2		
Urea	1		
Urea	2		

- g. Jawablah pertanyaan di bawah ini!
1. Bagaimana pengaruh zat terlarut terhadap titik beku larutan?
 2. Bagaimana pengaruh konsentrasi terhadap titik beku larutan?
 3. Perhatikan dan bandingkan titik beku larutan NaCl 1 m dan larutan urea 1 m serta larutan NaCl 2 m dengan larutan urea 2 m. Mengapa terjadi perbedaan? Jelaskan!
 4. Simpulkan apa yang berpengaruh terhadap titik beku (sifat koligatif) larutan?

- B. 0,208 °C
- C. 0,444 °C
- D. 0,624 °C
- E. 0,676 °C

5. Tekanan osmotik larutan yang mengandung 3 gram $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ dalam 500 ml larutan pada suhu 27 °C, jika $R = 0,082 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ (Ar C = 12, N=14, O = 16, H=1) adalah ...

- A. 2,46 atm
- B. 4,92 atm
- C. 24,6 atm
- D. 49,2 atm
- E. 246,2 atm

LATIHAN

Pilihlah jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (x) pada huruf A, B, C, D atau E.

1. Hal yang tidak termasuk sifat koligatif larutan adalah ...
 - A. Penurunan tekanan uap
 - B. Kenaikan titik didih
 - C. Penurunan titik beku
 - D. Tekanan osmotik
 - E. Kenaikan tekanan uap
2. Larutan yang memiliki titik didih tertinggi adalah ...
 - A. Larutan 0,1 mol gula dalam 1000 g air
 - B. Larutan 0,1 g natrium klorida ($M_r = 58,5$) dalam 1000 g air
 - C. Larutan 0,2 g glukosa ($M_r = 180$) dalam 500 g air
 - D. Larutan 0,09 mol urea dalam 500 g air
 - E. Larutan 0,2 mol glukosa dalam 100 g air
3. Larutan NaCl 0,4 molal membeku pada $-1,448 \text{ }^\circ\text{C}$. Jika $K_f = 1,86 \text{ }^\circ\text{C/molal}$ maka derajat ionisasi NaCl tersebut adalah ...
 - A. 0,02
 - B. 0,05
 - C. 0,50
 - D. 0,88
 - E. 0,95
4. Besarnya kenaikan titik didih larutan yang terbentuk dari 17,4 gram K_2SO_4 ($M_r = 174$) yang terurai sempurna ke dalam 250 gram air ($K_b = 0,52 \text{ }^\circ\text{C/molal}$) adalah ...
 - A. 0,124 °C

RANGKUMAN

1. Sifat koligatif larutan adalah sifat larutan yang hanya dipengaruhi oleh jumlah partikel zat terlarut dalam larutan dan tidak dipengaruhi oleh jenis zat terlarut.
2. Sifat koligatif larutan, meliputi: penurunan tekanan uap (ΔP), kenaikan titik didih (ΔT_b), penurunan titik beku (ΔT_f), dan tekanan osmosis (π)
3. Besarnya tekanan uap larutan nonelektrolit dapat dihitung menggunakan rumus: $P = P^0 \cdot X_{\text{pelarut}}$
4. Besarnya kenaikan titik didih larutan nonelektrolit dapat dihitung dengan rumus: $\Delta T_b = K_b \cdot m$
5. Besarnya penurunan titik beku larutan nonelektrolit dapat dihitung dengan rumus: $\Delta T_f = K_f \cdot m$
6. Tekanan osmotik adalah tekanan yang digunakan untuk melawan peristiwa osmosis. Besarnya tekanan osmosis larutan nonelektrolit dapat dihitung dengan rumus : $\pi = M.R.T$
7. Penerapan sifat koligatif larutan terdapat pada pencairan salju pembuatan es puter, pembuatan kolam apung, teh celup dan lain lain.
8. Harga sifat koligatif larutan elektrolit lebih tinggi daripada larutan nonelektrolit yang konsentrasinya sama, disebabkan terjadinya ionisasi pada larutan elektrolit yang sehingga jumlah partikel dalam larutan elektrolit lebih banyak.
9. Pada konsentrasi yang sama, sifat koligatif larutan elektrolit memiliki nilai yang lebih besar daripada sifat koligatif larutan non elektrolit. Banyaknya partikel zat terlarut hasil reaksi ionisasi larutan elektrolit dirumuskan dalam *faktor Van't Hoff*. Perhitungan sifat koligatif larutan elektrolit selalu dikalikan dengan faktor Van't Hoff: $i = 1 + (n - 1) \alpha$
10. Besarnya tekanan uap larutan elektrolit dapat dihitung menggunakan rumus: $P = P^0 \cdot X_{\text{pelarut}} \cdot i$
11. Besarnya kenaikan titik didih larutan elektrolit dapat dihitung dengan rumus: $\Delta T_b = K_b \cdot m \cdot i$
12. Besarnya penurunan titik beku larutan elektrolit dapat dihitung dengan rumus: $\Delta T_f = K_f \cdot m \cdot i$
13. Besarnya tekanan osmosis larutan elektrolit dapat dihitung dengan rumus : $\pi = M.R.T \cdot i$

UJI KOMPETENSI

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (x) pada huruf A, B, C, D atau E.

1. Sifat-sifat di bawah ini yang bukan termasuk sifat koligatif larutan adalah ...
 - A. Tekanan osmosis
 - B. Penurunan titik beku
 - C. Kenaikan titik didih
 - D. Penurunan tekanan uap jenuh
 - E. Penurunan titik didih
2. Pernyataan yang tepat mengenai sifat koligatif larutan adalah ...
 - A. Sifat koligatif larutan bergantung pada jenis zat terlarut
 - B. Sifat koligatif larutan bergantung pada jumlah partikel zat terlarut
 - C. Tekanan uap suatu zat merupakan sifat koligatif larutan yang tergantung pada jenis zat
 - D. Salah satu sifat koligatif larutan adalah penurunan titik didih larutan
 - E. Sifat koligatif larutan merupakan sifat kimia
3. Sifat koligatif larutan adalah sifat larutan yang hanya dipengaruhi oleh ...
 - A. Jumlah partikel zat terlarut
 - B. Jenis partikel zat terlarut
 - C. Banyak sedikitnya larutan
 - D. Massa jenis larutan
 - E. Warna zat pelarut
4. Suatu senyawa sebanyak 3,42 gram larut dalam 500 gram air. Jika molalitasnya 0,02 molal, berapakah massa molekul relatif senyawa tersebut?
 - A. 180
 - B. 40
 - C. 342
 - D. 60
 - E. 200

5. Berapakah molalitas larutan fruktosa 10%, jika diketahui Mr fruktosa = 180?
- 0,32 molal
 - 0,42 molal
 - 0,52 molal
 - 0,62 molal
 - 0,72 molal
6. Apabila diketahui tekanan uap jenuh urea pada suhu 50 °C adalah 42,5 mmHg, sedangkan tekanan uap jenuh pelarut air pada suhu 50 °C adalah 43,5 mmHg, maka fraksi mol urea adalah ...
- 0,977
 - 0,797
 - 0,779
 - 0,032
 - 0,023
7. Harga kenaikan titik didih molal (K_b) tergantung pada ...
- Jumlah gram zat terlarut dalam 1 liter larutan
 - Jumlah mol zat terlarut dalam 1 liter larutan
 - Jumlah mol zat terlarut dalam 1 liter pelarut
 - Jumlah mol zat terlarut dalam 1000 gram larutan
 - Jumlah mol zat terlarut dalam 1000 gram pelarut
8. Titik didih larutan CaCl_2 0,01 molal dan titik didih larutan glukosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) 0,03 molal adalah sama. Hal ini disebabkan ...
- Keduanya bukan larutan elektrolit
 - Keduanya adalah larutan non-elektrolit
 - Keduanya adalah larutan elektrolit kuat
 - Jumlah partikel yang ada dalam kedua larutan sama
 - Derajat ionisasi larutan CaCl_2 tiga kali lebih besar daripada derajat ionisasi larutan glukosa
9. Berikut ini peristiwa kimia dalam kehidupan sehari-hari:
- Etilen glikol dapat ditambahkan ke dalam radiator mobil, dan
 - Desalinasi air laut.
- Kedua contoh di atas berhubungan dengan sifat koligatif larutan secara berturut-turut (Ujian Nasional 2014)
- Penurunan tekanan uap dan tekanan osmosis
 - Tekanan osmotik dan kenaikan titik didih
 - Kenaikan titik didih dan penurunan titik beku
 - Penurunan titik beku dan osmosis balik
 - Penurunan titik beku dan kenaikan titik didih

10. Berikut ini beberapa penerapan sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari:
- Penyerapan air oleh akar tanaman,
 - Penambahan garam dalam es putar,
 - Penambahan garam untuk mencairkan salju,
 - Penggunaan garam untuk membunuh lintah, dan
 - Menambahkan etilen glikol pada radiator mobil.
- Penerapan tekanan osmosis terdapat pada peristiwa nomor ... (Ujian Nasional 2016)
- (1) dan (4)
 - (1) dan (3)
 - (2) dan (3)
 - (2) dan (5)
 - (4) dan (5)

B. Jawablah pertanyaan berikut ini dengan singkat dan jelas!

- Campuran homogen yang terdiri dari zat pelarut dan zat terlarut disebut ...
- Dalam larutan zat yang jumlahnya sedikit disebut ... zat yang jumlahnya banyak disebut ...
- Pembuatan es puter memanfaatkan prinsip sifat koligatif larutan ...
- Tekanan osmosis adalah ...
- Tempat rekreasi kolam apung memanfaatkan prinsip sifat koligatif larutan ...

C. Selesaikan soal-soal berikut!

- Hitunglah titik didih larutan KCl jika 7,45 gram zat padat KCl dilarutkan dalam 1 kg air! (Larutan KCl itu terurai sempurna dalam air, K_b air = 0,52).
- Larutan 0,05 mol suatu elektrolit biner (dua ion) dalam 100 gram air ($K_f = 1,86$) membeku pada suhu $-1,55^\circ\text{C}$. Hitunglah derajat ionisasi elektrolit tersebut!
- Larutan 0,1 molar suatu asam lemah menimbulkan tekanan osmosis 2,88 atm pada suhu 27°C ($R = 0,08$). Jika asam itu hanya terionisasi 10%, hitunglah jumlah ion (n) dari asam tersebut!
- Dalam 250 gram air dilarutkan 1,9 gram MgCl_2 , ternyata larutan membeku pada $-0,372^\circ\text{C}$. Jika tetapan titik beku molal air = $1,86^\circ\text{C}/\text{m}$, tentukan derajat ionisasi garam MgCl_2 ($A_r : M_g = 24, Cl = 35,5$)!
- Supaya air sebanyak 1 ton *tidak* membeku pada suhu -5°C , ke dalamnya harus dilarutkan garam dapur, berapa jumlah garam dapur yang harus ditambahkan. (tetapan penurunan titik beku molal air 1,86; Mr NaCl = 58,5)!



Kunci Jawaban dan Penilaian

Penugasan 1: Membedakan Larutan dan Bukan Larutan

Tabel 1. Membedakan Larutan dan Bukan Larutan

No	Campuran	Jenis Campuran		Skor
		Larutan	Bukan Larutan	
1	Air dan gula	√		1
2	Air dan kerikil		√	1
3	Air dan minyak goreng		√	1
4	Spirtus dan pasir		√	1
5	Air dan susu bubuk		√	1
6	Air dan kopi		√	1
7	Air dan garam	√		1
8	Minyak dan kapas		√	1
9	Air dan alkohol		√	1
10	Air dan cuka	√		1
Skor maksimum				10

Penugasan 2: Penentuan Kenaikan Titik Didih

Data percobaan

No	Percobaan	Titik didih larutan (°C)	Skor
1	Kondisi 1	100°C	1
2	Kondisi 2	Sesuai dengan percobaan (Suhu larutan lebih tinggi dari kondisi 1)	1
3	Kondisi 3	Sesuai dengan percobaan (Suhu larutan lebih tinggi dari kondisi 2)	1
4	Simpulan: Penambahan zat terlarut mengakibatkan terjadinya kenaikan titik didih. Kenaikan titik didih tertinggi terjadi pada larutan garam. Kenaikan titik didih larutan elektrolit lebih besar dibandingkan dengan larutan non elektrolit		2 2 3
Skor maksimum			10

Skor maksimum adalah 10, jika Anda dapat menyelesaikan tugas dengan baik dan benar seperti pada rubrik di atas. Namun jika anda dapat skor 8 maka:

$$\text{Nilai Anda} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100 = \frac{8}{10} \times 100 = 80$$

Penugasan 3

Kunci Jawaban

Praktik Pembuatan Es Putar

Hasil : Disajikan sesuai dengan hasil praktikum

Kesimpulan : Penambahan garam pada pembuatan es putar adalah untuk menurunkan titik beku larutan sehingga es putar cepat membeku.

Penilaian

No	Indikator	Pernyataan	Skor				Jumlah Skor
			1	2	3	4	
1	Persiapan percobaan	<ul style="list-style-type: none"> Alat-alat sudah tersedia, tertata rapi sesuai dengan keperluannya Bahan-bahan untuk percobaan penentuan kenaikan titik didih sudah tersedia sesuai dengan keperluannya. 					
2	Pelaksanaan percobaan	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan percobaan sesuai dengan langkah-langkahnya Menyajikan hasil pembuatan es krim dengan baik 					
3	Kegiatan akhir percobaan	<ul style="list-style-type: none"> Membersihkan alat dengan baik Membersihkan meja praktikum Mengembalikan alat ke tempat semula Menuliskan simpulan dengan benar 					
Skor maksimum							32

$$\text{Nilai Anda} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100$$

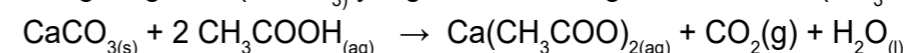
Penugasan 4

Peristiwa Osmosis

- Siapkan telur ayam, cuka dapur dan air suling
- Rendam telur ayam dalam larutan cuka dapur, tunggu sampai kulit telur mengelupas. Pengelupasan kulit telur terjadi karena ada reaksi antara kulit telur dan asam. Tuliskan reaksi yang terjadi pada proses tersebut!

Jawab :

Cangkang telur (CaCO₃) yang bereaksi dengan asam cuka (CH₃COOH) Persamaan reaksi:



- Setelah kulit telur mengelupas maka ada selaput pada telur, yaitu selaput semi permeabel. Mengapa kulit telur mengelupas jika direndam dalam larutan cuka?

Jawab:

Karena cuka memiliki kemampuan untuk merusak beberapa zat seperti, kalsium yaitu komponen utama penyusun kulit telur.

4. Telur ditimbang, kemudian rendam di dalam air suling kira-kira 30 menit. Angkat dan timbang lagi apakah massanya bertambah atau berkurang? Mengapa ada perubahan massa telur?

Jawab:

Telur yang telah direndam air suling selama 30 menit mengalami penambahan massa, hal itu disebabkan terjadi proses mengalirnya air suling (pelarut) ke dalam telur (larutan) melalui membran semipermeabel atau terjadi proses mengalirnya larutan yang berkonsentrasi kecil (air suling) ke dalam larutan yang berkonsentrasi besar (cairan dalam telur) melalui membran semipermeabel.

Latihan**Pilihan Ganda**

1. A
2. D
3. C
4. B
5. B

Uraian

1. Diketahui:

$$\text{gr } C_6H_{12}O_6 = 18 \text{ gr}; \text{ Mr } C_6H_{12}O_6 = 180$$

$$\text{gr } H_2O = 180 \text{ gr}; \text{ Mr } H_2O = 18$$

$$P^0 = 31,90 \text{ mmHg}$$

Ditanya:

a. P...?

b. ΔP ...?

Jawab:

$$n C_6H_{12}O_6 = 0,1 \text{ mol}$$

$$n H_2O = 10 \text{ mol}$$

$$X H_2O =$$

$$a. P = P^0 \cdot X = 0,99 \cdot 31,90 \text{ mmHg} = 31,581 \text{ mmHg}$$

$$b. \Delta P = P^0 - P = 31,90 \text{ mmHg} - 31,581 \text{ mmHg} = 0,319 \text{ mmHg}$$

2. Diketahui:

$$\text{gr lilin} = 9,6 \text{ gr}$$

$$\text{gr } CCl_4 = 40 \text{ gr}; \text{ Mr } CCl_4 = 154$$

$$\Delta P = 0,014 \text{ atm}$$

$$P^0 = 0,131 \text{ atm}$$

$$T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

Ditanya: Mr lilin ...?

Jawab:

$$\Delta P = P^0 - P$$

$$P = 0,131 \text{ atm} - 0,014 \text{ atm} = 0,117 \text{ atm}$$

$$n CCl_4 = \frac{40}{154} = 0,26 \text{ mol}$$

$$x CCl_4 = \frac{P}{P^0} = \frac{0,117}{0,131} = 0,893$$

$$\text{Mr lilin} = \frac{\text{gr}}{\text{mol}} = \frac{9,6}{0,031} = 309,7$$

3. Diketahui:

$$\text{gr } C_{12}H_{22}O_{11} = 8 \text{ gr}; \text{ Mr } C_{12}H_{22}O_{11} = 342$$

$$\text{gr } H_2O = 60 \text{ gr}$$

$$K_b H_2O = 0,512 \text{ }^\circ\text{C Kg/ mol}$$

$$T_b H_2O = 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

Ditanya:

a. ΔT_b larutan...?

b. T_b larutan ...?

Jawab:

$$a. \Delta T_b = K_b \cdot m = 0,512 \cdot \left(\frac{8}{342} \times \frac{1000}{60} \right) = 0,2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$b. \Delta T_b = T_b \text{ larutan} - T_b \text{ air}$$

$$T_b \text{ larutan} = T_b \text{ air} + \Delta T_b$$

$$T_b \text{ larutan} = 100 \text{ }^\circ\text{C} + 0,2 \text{ }^\circ\text{C} = 100,2 \text{ }^\circ\text{C}$$

4. Diketahui:

$$\text{gr } C_2H_6O_2 = 50 \text{ gr}; \text{ Mr } C_2H_6O_2 = 62$$

$$\text{gr } H_2O = 100 \text{ gr}$$

$$K_f H_2O = 1,86$$

Ditanya: T_f larutan ...?

Jawab:

$$\Delta T_f = K_f \cdot m = 1,86 \cdot \left(\frac{50}{62} \times \frac{1000}{100} \right)$$

$$= 14,99 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned}\Delta T_f &= T_f \text{ larutan} - T_f \text{ larutan} \\ T_f \text{ larutan} &= T_f \text{ pelarut} + \Delta T_f \\ T_f \text{ larutan} &= 0^\circ\text{C} - 14,99^\circ\text{C} = -14,99^\circ\text{C}\end{aligned}$$

5. Diketahui:

$$\text{gr naftalen} = 10 \text{ gr}; \text{Mr naftalen} = 128$$

$$T = 15^\circ\text{C} = 288 \text{ K}$$

$$R = 0,082 \text{ L atm/mol K}$$

$$v = 1 \text{ L}$$

Ditanya: π ...?

Jawab:

$$n \text{ naftalen} = \frac{\text{gr}}{\text{Mr}} = \frac{10}{128} = 0,078 \text{ mol}$$

$$M \text{ naftalen} = \frac{n}{v} = \frac{0,078 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0,078 \text{ mol/L}$$

$$\pi = MRT$$

$$\pi = 0,078 \text{ mol/L}$$

$$\pi = 1,84 \text{ atm}$$

Penugasan 5

- Zat terlarut menyebabkan terjadinya penurunan titik beku pada larutan.
- Penurunan titik beku sebanding dengan konsentrasi zat terlarut. Bila konsentrasi zat terlarut semakin besar, maka penurunan titik beku semakin besar, dan sebaliknya bila konsentrasi zat terlarut semakin kecil, maka penurunan titik beku semakin kecil. Hal ini disebabkan karena adanya partikel-partikel zat terlarut di antara molekul-molekul pelarut mengurangi kemampuan molekul-molekul pelarut berubah dari fase cair ke fase padat.
- Perbedaan titik beku kedua larutan tersebut dikarenakan jumlah partikel yang berbeda. Larutan elektrolit (NaCl) akan mengion atau terurai menjadi ion-ion, sehingga jumlahnya partikel lebih banyak, tetapi larutan nonelektrolit (urea) tidak mengion, sehingga jumlah partikelnya tidak akan berubah, setelah dilarutkan/jumlahnya lebih sedikit. Jumlah partikel yang lebih banyak, akan membuat larutan elektrolit lebih sukar membeku sehingga membutuhkan suhu yang lebih rendah, dan waktu yang lama. Hal inilah yang membuat titik beku larutan elektrolit lebih rendah.
- Titik beku larutan merupakan sifat koligatif dan di pengaruhi oleh jumlah partikel dan konsentrasi. Semakin besar konsentrasi zat terlarut dalam suatu larutan, maka semakin rendah konsentrasi zat terlarut dalam suatu larutan maka titik beku larutan akan semakin tinggi.

Latihan

- C
- E
- E
- D
- A

Penilaian: Jawaban benar skor = 1, Jawaban salah skor = 0

Nilai akhir = Jumlah skor x 20

Uji Kompetensi

Pilihan Ganda

- | | |
|------|-------|
| 1. E | 6. E |
| 2. B | 7. E |
| 3. A | 8. E |
| 4. C | 9. D |
| 5. D | 10. A |

Jawaban singkat dan jelas

- Larutan
- Terlarut, pelarut
- Penurunan titik beku
- Tekanan osmosis adalah tekanan yang digunakan untuk melawan peristiwa osmosis
- Penurunan tekanan uap

Uraian

- Diketahui : Massa KCl = 7,45 gram (Mr KCl = 74,5)
 Massa air = 1 kg = 1000 gram
 Kb air = 0,52
 Ditanya : Hitunglah titik didih larutan KCl! (Larutan KCl itu terurai sempurna dalam air)
 Jawab : $\Delta T_b = K_b \cdot m \cdot i$

$$= 0,52 \times \left(\frac{7,45}{74,5} \times \frac{1000}{1000} \right) \times (1 + (2-1) \cdot 1)$$

$$= 0,52 \cdot 0,1 \cdot 2$$

$$= 0,104^\circ\text{C}$$

$$T_b = 100^\circ\text{C} + 0,104^\circ\text{C}$$

$$= 100,104^\circ\text{C}$$

2. Diketahui : Larutan elektrolit biner 0,05 mol
 : Massa air 100 gram ($K_f = 1,86$)
 : Titik beku larutan $-1,55^\circ\text{C}$.

Ditanya : Hitunglah derajat ionisasi elektrolit tersebut α !

Jawab : $\Delta T_f = K_f \cdot m \cdot i$
 $0 - (-1,55) = 1,86 (0,05 \times \frac{1000}{100}) \times i$
 $1,55 = 0,93 \cdot i$
 $i = 1,67$
 $i = 1 + (n-1) \alpha$
 $1,67 = 1 + (2-1) \alpha$
 $1,67 - 1 = \alpha$
 $\alpha = 0,67$

3. Diketahui : Larutan asam lemah = 0,1 molar
 Tekanan osmosis = 2,88 atm
 Suhu = 270°C
 $R = 0,08$
 $\alpha = 10\% = 0,1$

Ditanya : Hitunglah jumlah ion (n) dari asam tersebut!

Jawab : $\pi = M \cdot R \cdot T \cdot i$
 $2,88 = 0,1 \cdot 0,08 \cdot (273 + 27) \cdot i$
 $2,88 = 2,4 \cdot i$
 $i = \frac{2,88}{2,4}$
 $i = 1,2$
 $i = 1 + (n-1) \alpha$
 $1,2 = 1 + (n-1) 0,1$
 $1,2 - 1 = 0,1n - 0,1$
 $1,2 - 1 + 0,1 = 0,1n$
 $0,3 = 0,1n$
 $n = 3$

Jadi, jumlah ion asam tersebut adalah 3.

4. Diketahui : Massa $\text{MgCl}_2 = 1,9$ gram
 Massa air = 250 gram
 $T_f = -0,372^\circ\text{C}$
 $K_f = 1,86^\circ\text{C/m}$

$\text{Ar Mg} = 24$
 $\text{Ar Cl} = 35,5$

Ditanya : Tentukan derajat ionisasi (α) garam MgCl_2 !

Jawab : $\Delta T_f = K_f \cdot m \cdot i$
 $0 - (-0,372) = 1,86 (\frac{1,9}{95} \times \frac{1000}{250}) \times i$
 $0,372 = 0,1488 \cdot i$
 $i = \frac{0,372}{0,1488}$
 $i = 2,5$
 $i = 1 + (n-1) \alpha$
 $2,5 = 1 + (3-1) \alpha$
 $2,5 - 1 = 2\alpha$
 $1,5 = 2\alpha$
 $\alpha = \frac{1,5}{2}$

5. Diketahui : Massa air = 1 ton = 1000000 gram
 $K_f = 1,86^\circ\text{C/m}$
 $\text{Mr NaCl} = 58,5$

Ditanya : Berapa jumlah garam dapur yang harus ditambahkan supaya air sebanyak 1 ton tdk membeku pada suhu -5°C ?

Jawab : $T_f = K_f \cdot m \cdot i$
 $0 - (-5) = 1,86 \cdot (\text{mol NaCl} \times \frac{1000}{10000000}) \cdot 2$
 $5 = 0,00372 \text{ mol NaCl}$
 $\text{Mol NaCl} = \frac{5}{0,00372} = 1344,086 \text{ mol}$
 $\text{Massa NaCl} = \text{mol} \times \text{Mr}$
 $= 1344,086 \times 58,5$
 $= 78629,0322 \text{ gram} = 78,629 \text{ kg}$

Penilaian Uji Kompetensi

Soal	Kriteria Penskoran tiap butir soal	Skor tiap butir soal	Jumlah butir soal	Skor total
I. Pilihan ganda	Jawaban benar	2	10	20
II. Jawaban singkat	Jawaban benar	1	5	5
III. Soal uraian	• Menuliskan bagian yang diketahui secara benar	1	5	50
	• Menuliskan bagian yang ditanyakan dengan benar	2		
	• Menjawab pertanyaan dengan benar	7		
Jumlah skor maksimal				75

$$\text{Nilai Anda} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100$$

KRITERIA PINDAH MODUL

Batas ketuntasan minimal adalah 70%. Jika nilai yang Anda peroleh minimal 70% berarti Anda dianggap sudah tuntas dan menguasai materi modul ini maka Anda diperkenankan untuk lanjut mempelajari materi berikutnya. Sebaliknya, jika perolehan nilai Anda belum mencapai 70% maka Anda perlu mempelajari lagi materi modul dan ulangi mengerjakan tugas-tugas dan latihan hingga Anda paham.



Saran Referensi

<https://dokumen.tips/documents/soal-latihan-sifat-koligatif-larutan-paket-1pdf.html>
<https://materikimia.com/10-soal-pilihan-ganda-dan-pembahasan-sifat-koligatif-larutan>
<http://staffnew.uny.ac.id/upload/131569340/pendidikan/modul+kimia+bag+2.pdf>
https://bsd.pendidikan.id/data/SMA_12/Kimia_3_Kelas_12_Budi_Utami_Agung_Nugroho_Catur_Saputro_Lina_Maha_2009.pdf



Daftar Pustaka

Devi, Poppy A, dkk. 2016. Modul Guru Pembelajar. Jakarta: PPPPTK IPA)
Parning, dkk. 2007. KIMIA 3. Jakarta : Yudhistira
Purba, Michael. 2007. KIMIA untuk SMA kelas XII. Jakarta : Erlangga
Sudarmo, Unggul. 2006. KIMIA untuk SMA kelas XII. Surakarta: Phibeta
<http://materikimia.com/10-contoh-soal-sifat-koligatif-larutan-dan-pembahasannya/>
<http://www.nafiun.com/2013/01/sifat-koligatif-larutan-elektrolit-dan-non-elektrolit.html>
https://www.google.com/search?biw=931&bih=449&tbm=isch&sa=1&ei=ZbVMW_X8FsKR9QOC857IAg&q=aki+pada+mobil&oq=aki+pada+mobil
<https://www.kaskus.co.id/thread/57ce6dc5dc06bd405c8b456e/kenapa-aliran-listrik-dipadamkan-saat-banjir/>



Daftar Istilah

Elektrolit : Senyawa yang dapat menghantarkan listrik ketika berada dalam bentuk lelehan atau larutan
Hipertonik : larutan yang mempunyai tekanan osmosis lebih besar dibandingkan larutan lain
Hipotonik : Larutan yang tekanan osmosisnya lebih kecil dibandingkan larutan lain
Isotonik : Dua larutan yang mempunyai tekanan osmosis sama
Nonelektrolit : Senyawa yang tidak dapat menghantarkan arus listrik
Osmosis : Proses spontan perpindahan pelarut dari larutan yang lebih encer ke larutan yang lebih pekat melalui membran semipermeabel
Tekanan uap : Besarnya tekanan yang didesak oleh uap pada saat tertentu di saat terjadi kesetimbangan antara uap dengan zat cair, atau zat padatnya
Titik didih : Temperatur pada saat tekanan uap jenuh cairan sama dengan tekanan udara luar
Titik beku : Temperatur pada saat mulai terbentuk padatan di mana tekanan uap cairan sama dengan tekanan uap pelarut murni



Profil Penulis

Nama Lengkap : Musyarofah
Tempat/Tgl Lahir : Semarang, 15 November 1991

Riwayat Pekerjaan :
2014-sekarang Guru kimia di SMA Negeri 2 Ungaran
MahaAnda Magister Pendidikan Kimia di Universitas Negeri Semarang.

Riwayat Pendidikan :
2014 Universitas Negeri Semarang Program Studi Pendidikan Kimia

Pengalaman:
2016 Finalis guru unggul inovatif tingkat Provinsi Jawa Tengah

Penulisan dan Penelitian :
2018 - Pemakalah seminar nasional IPA IX dengan tema “Evaluasi, Riset dan publikasi Pembelajaran IPA”
- Pemakalah seminar nasional kimia dan pendidikan kimia 2018 dengan tema “Sinergi Riset Kimia dan Pembelajarannya dalam Pengembangan keterampilan Abad 21”
- Pemakalah pada seminar internasional “UNNES International Conference on Research Innovation and Commercialization (UICRIC) for Better Life”