



e-Modul

KIMIA



XII



**Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah
Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas
2019**



Sifat Koligatif Larutan

Penyusun :

Sarmian Sitanggang, S.T.
SMAN 1 Lingga

Reviewer :

Bambang Sudiarto, S.Pd., M.M.Pd.

Validator :

Yogo Dwi Prasetyo, M.Pd., M.Sc.

Daftar Isi

Daftar Isi

Penyusun

Peta Konsep

Glosarium

Pendahuluan

Identitas Modul

Kompetensi Dasar

Deskripsi

Petunjuk Penggunaan Modul

Materi Pembelajaran

Kegiatan Pembelajaran I

1. Tujuan

2. Uraian Materi

3. Rangkuman

4. Latihan Pilihan Ganda

5. Penilaian Diri

Kegiatan Pembelajaran II

1. Tujuan

2. Uraian Materi

3. Rangkuman

4. Latihan Pilihan Ganda

5. Penilaian Diri

Kegiatan Pembelajaran III

1. Tujuan

2. Uraian Materi

3. Rangkuman

4. Latihan Pilihan Ganda

5. Penilaian Diri

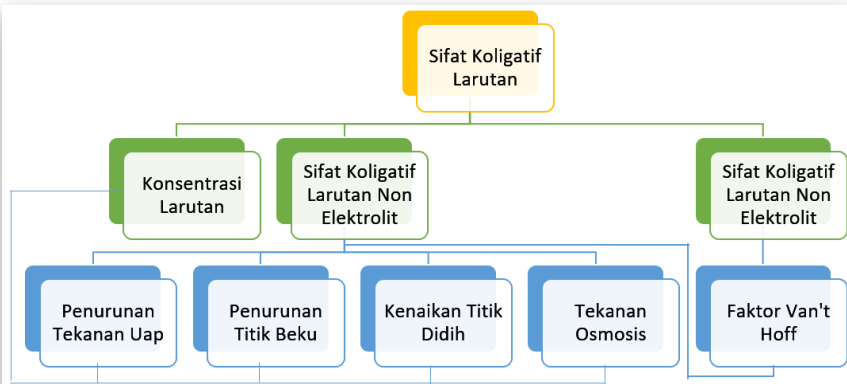
Evaluasi

Daftar Pustaka

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Peta Konsep



Peta Konsep

Peta Konsep Dokumen Pribadi Validator



Daftar Isi

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Glosarium

- **Diagram P.T** : plot tekanan uap terhadap suhu
- **Elektrolit** : cairan atau lelehan yang dapat menghantarkan arus listrik karena mengandung ion ion
- **Faktor van't Hoff** : faktor yang membandingkan jumlah ion dari larutan elektrolit terhadap jumlah molekul dari larutan non elektrolit
- **Fraksi Mol (X)** : konsentrasi larutan yang menyatakan pebandingan banyaknya mol dari zat tersebut terhadap jumlah mol seluruh komponen dalam larutan
- **Hipertonik** : larutan yang mempunyai tekanan osmotik lebih tinggi.
- **Hipotonik** : larutan yang mempunyai tekanan osmotik lebih rendah
- **Isotonik** : larutan yang mempunyai tekanan osmotik sama
- **Kenaikan Titik Didih** : selisih titik didih larutan dengan titi didik pelarut
- **Membran semipermeable** : membran atau selaput yang dapat dilalui oleh partikel pelarut air, namun tidak dapat dilalui oleh partikel zat terlarut

- **Penurunan Tekanan Uap (ΔP)** : selisih antara tekanan uap pelarut murni (P_o) dengan tekanan uap larutan (P) atau $\Delta P = P_o - P$
- **Osmosis** : perpindahan pelarut dari larutan encer ke larutan yang lebih pekat melalui membrane semipermeabel
- **Sifat koligatif larutan** : sifat larutan yang bergantung pada jumlah partikel zat terlarut dan bukan pada jenis zat terlarutnya
- **Tekanan osmosis** : tekanan yang harus diberikan kepada suatu larutan untuk mencegah terjadinya osmosis dari pelarut murni
- **Tetapan kenaikan titik didih molal (K_b)**: nilai kenaikan titik didih setara untuk larutan 1 molal
- **Tetapan kenaikan titik beku molal (K_f)**: nilai penurunan titik beku yang setara untuk larutan 1 molal
- **Titik beku** : suhu pada saat terjadi kesetimbangan yang setara untuk larutan 1 mol
- **Titik didih** : suhu pada saat tekanan suatu zat cair sama dengan tekanan atmosfer disekelilingnya dan terjadi kesetimbangan antara fase cair dan fase gas
- **Titik tripel** : pertemuan tiga fasa zat misal padat, air, titik tripel merupakan pertemuan

zat dalam fasa uap, padat, cair



Daftar Isi

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Pendahuluan

IDENTITAS MODUL

Nama Mata Pelajaran	: Kimia
Kelas / Semester / Alokasi Waktu	: XII / 5 (Lima) / 8 JP
Judul eModul	: Sifat Koligatif Larutan

KOMPETENSI DASAR

- 3.1 Menganalisis fenomena sifat koligatif larutan (penurunan tekanan uap jenuh, kenaikan titik didih, penurunan titik beku, dan tekanan osmosis).
 - 3.1.1 Memahami penggunaan garam untuk mencairkan salju.
 - 3.1.2 Memahami penjelasan tentang sifat koligatif larutan dengan menggunakan diagram P-T.
 - 3.1.3 Menganalisis dan menyimpulkan penyebab sifat koligatif larutan.

- 4.1 Menyajikan hasil penelusuran informasi tentang kegunaan prinsip sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari.
 - 4.1.1 Memaparkan terapan sifat koligatif dalam kehidupan sehari-hari misalnya membuat es krim, memasak, dan mencegah pembekuan air radiator.

- 4.1.2 Memaparkan hasil diskusi terkait analisis penyebab sifat koligatif larutan.
- 3.2 Membedakan sifat koligatif larutan elektrolit dan larutan nonelektrolit.
 - 3.2.1 Memahami sifat koligatif larutan elektrolit.
 - 3.2.2 Memahami sifat koligatif larutan nonelektrolit.
 - 3.2.3 Membedakan sifat koligatif larutan elektrolit dan larutan nonelektrolit.
- 4.2 Menganalisis data percobaan untuk menentukan derajat pengionan.
 - 4.2.1 Melakukan percobaan untuk menentukan derajat pengionan.
 - 4.2.2 Menganalisis data percobaan untuk menentukan derajat pengionan.

DESKRIPSI

Modul ini berisi mengenai materi kimia kelas XII dengan materi sifat koligatif larutan. Uraian materi mengenai konsentrasi larutan, penurunan tekanan uap, penurunan titik beku, kenaikan titik didih, dan tekanan osmosis, serta perbedaan sifat koligatif pada larutan elektrolit dan non elektrolit. Pelajari materi dalam e-modul ini secara seksama agar kalian dapat mencapai

kompetensi yang diharapkan dan dapat mensyukuri nikmat Allah swt yang telah menciptakan adanya sifat koligatif larutan yang sangat bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari.

PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

Untuk memudahkan penggunaan e-modul ini, hal yang harus Anda lakukan yaitu:

1. Pahami Kompetensi Dasar dan Indikator pembelajaran yang harus Anda capai.
2. Pelajari materi Sifat koligatif Larutan secara berurutan.
3. Kerjakan soal latihan untuk mengukur sampai mana pemahaman Anda dalam mempelajari materi Sifat Koligatif Larutan.
4. Untuk mengevaluasi proses pembelajaran, kerjakan evaluasi yang sudah ada di dalam e-modul ini.
5. Apabila menemui kendala, jangan sungkan untuk bertanya kepada Bapa/Ibu guru Anda.
6. Selamat belajar semoga sukses.

"Pendidikan setingkat dengan olahraga dimana memungkinkan setiap orang untuk bersaing" - **Joyce Meyer**

"Sekolah maupun kuliah tidak mengajarkan apa yang harus kita pikirkan dalam hidup ini. Mereka mengajarkan kita cara berpikir logis, analitis dan praktis." - **Azis White**.

MATERI PEMBELAJARAN

Materi pembelajaran yang disampaikan pada e-modul ini yaitu:

- Konsentrasi Larutan
- Penurunan Tekanan Uap
- Penurunan Titik Beku
- Kenaikan Titik Didih
- Tekanan Osmosis
- Perbedaan Sifat Koligatif Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit



Daftar Isi

e-Modul 2019

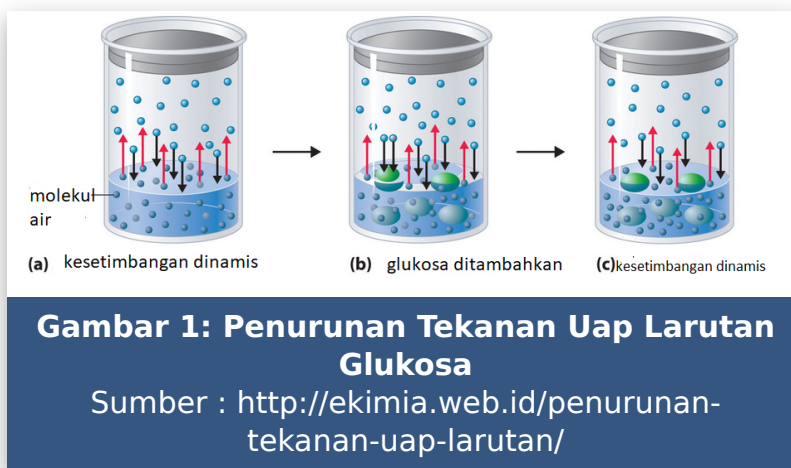
Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Kegiatan Pembelajaran I

1. TUJUAN

Pada pembelajaran 1 dalam e-modul ini, diharapkan:

- Peserta didik mampu menghitung konsentrasi larutan.
- peserta didik dapat mengaplikasikan perhitungan untuk menentukan penurunan tekanan uap.



Pada ilustrasi gambar di atas, pelarut murni memiliki tekanan uap yang tinggi, tetapi setelah ditambahkan glukosa, terjadi penurunan tekanan uap. Bagaimana hal itu dapat terjadi? Mari kita pelajari dalam e-modul ini.

" Setitik embun dapat melembabkan daun daunan, sederas hujan dapat membahasi daun beserta dahannnya sungguh ilmu yang kamu dapat pada kami bagaikan hujan deras yang tak pernah berhenti membahasi kami. kami tumbuh dan berkembang dan selanjutnya memekari seluruh sekitar kami dan akhirnya membuat mahluk ciptaan Tuhan menjadi bahagia dengan keberadaan kami. Terima kasih telah menjadi hujan deras buat otak dan akhlak kami."

2. URAIAN MATERI

2.1. Konsentrasi Larutan

Larutan merupakan campuran homogen yang membentuk satu fasa, yaitu mempunyai sifat dan komposisi yang sama antara satu bagian dengan bagian lain di dekatnya. Kebanyakan larutan mempunyai salah satu komponen yang besar jumlahnya. Komponen yang besar itu disebut pelarut (solvent) dan yang lain disebut zat terlarut (solute).

Untuk menyatakan komposisi larutan secara kuantitatif, digunakan konsentrasi. Konsentrasi adalah perbandingan jumlah zat terlarut dengan pelarut. Perbandingan itu dapat diungkapkan dengan dua cara yaitu:

- jumlah zat terlarut terhadap jumlah pelarut.
- jumlah zat terlarut terhadap jumlah larutan.

Berdasarkan hal ini, muncullah beberapa satuan konsentrasi, seperti kemolaran, kemolalan dan fraksi

mol.

1. Kemolaran/Molaritas (M)

Kemolaran adalah banyaknya mol zat terlarut dalam tiap liter larutan. Harga kemolaran dapat ditentukan dengan menghitung mol zat terlarut dan volume larutan. Volume larutan adalah volume zat terlarut dan pelarut setelah bercampur.

$$M = \frac{n}{V_{(L)}} \quad \text{atau} \quad M = \frac{gr}{Mr} \times \frac{1000}{V_{(mL)}}$$

Keterangan:

n = mol zat terlarut

V = volume

gr = massa zat terlarut

Mr = massa molekul relatif

2. Kemolalan/Molalitas (m)

Kemolalan adalah jumlah mol zat terlarut dalam tiap 1 kg pelarut murni. Untuk menentukan molalitas suatu larutan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$M = \frac{n}{p_{(Kg)}} \quad \text{atau} \quad M = \frac{gr_t}{Mr} \times \frac{1000}{p_{(gr)}}$$

Keterangan:

n = mol zat terlarut

p = massa pelarut

gr_t = massa zat terlarut

Mr = massa molekul relatif

3. Fraksi Mol

Fraksi mol adalah perbandingan mol zat terlarut atau pelarut terhadap jumlah mol larutan. Persamaan untuk menghitung fraksi mol adalah:

$$X_t = \frac{n_t}{n_t + n_p} \quad \text{dan} \quad X_p = \frac{n_p}{n_t + n_p}$$

$$X_t + X_p = 1$$

Keterangan:

X_t = fraksi mol terlarut

X_p = fraksi mol pelarut

n_t = mol terlarut

n_p = mol pelarut

Contoh:

1. Sebanyak 6 gram urea ($M_r = 60$) dilarutkan dalam 90 gram air.

Tentukan Kemolalan dan Fraksi mol urea!

Jawab:

$$\text{a. } n = \frac{gr}{Mr} = \frac{6}{60} = 0,1 \text{ mol}$$

$$m = \frac{n}{p_{(kg)}} = \frac{0,1}{0,09} = 1,11 \text{ mol}$$

$$\text{b. } X_{\text{urea}} = \frac{n_t}{n_t + n_p} = \frac{6/60}{\frac{6}{60} + \frac{90}{18}} = 0,02m$$

2. Larutan NaOH mempunyai konsentrasi 0,5 molal.
Tentukan fraksi mol
NaOH dan air!

Jawab:

Setiap 1000 gram air terdapat 0,5 mol NaOH.

$$X_{\text{glukosa}} = \frac{n_t}{n_t + n_p} = \frac{0,5}{0,5 + \frac{1000}{18}} = 0,09 \text{ m}$$

$$X_{\text{air}} = 1 - X_{\text{glukosa}} = 1 - 0,09 = 0,91 \text{ m}$$

2.2. Sifat Koligatif Larutan

Untuk memahami tentang sifat koligatif larutan, perhatikan gambar di bawah.



Dari gambar diatas apa yang dapat anda simpulkan? Coba anda perhatikan larutan urea, glukosa, dan sukrosa tersebut, ketiga larutan itu memiliki sifat koligatif larutan yang sama. Bagaimanakah jenis dan ukuran partikel zat terlarutnya? Kemudian, bagaimana jumlah partikel zat terlarutnya?

Jadi apakah sebenarnya yang dikatakan dengan sifat koligatif larutan?

Dari gambar dapat dilihat bahwa, ketiga gambar tersebut memiliki jenis zat terlarut dan ukuran zat terlarut yang beda, tetapi jumlah partikel zat terlarutnya sama, sehingga:

Sifat koligatif larutan adalah sifat larutan yang tidak bergantung pada jenis dan ukuran zat terlarut, tetapi hanya bergantung pada jumlah partikel zat terlarut.

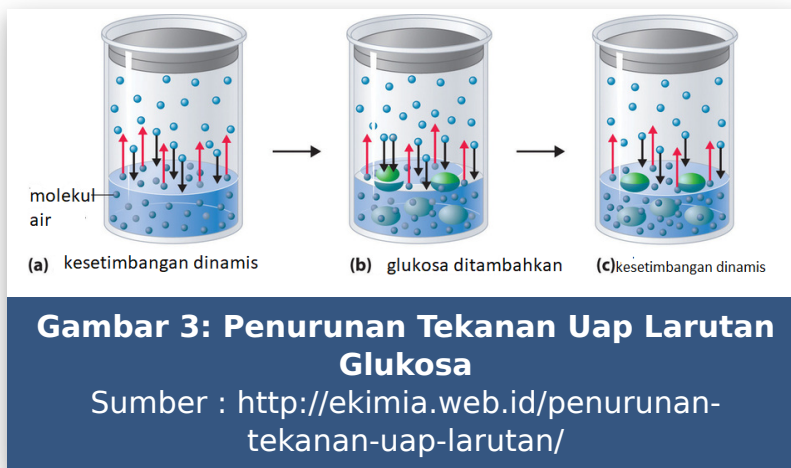
Sifat koligatif larutan meliputi :

- **Penurunan tekanan uap (ΔP)**
- **Kenaikan titik didih (ΔT_b)**

- Penurunan titik beku (ΔT_f)
- Tekanan osmotik (π)

2.3. Penurunan Tekanan Uap

Sebelum membicarakan penurunan tekanan uap larutan, ada baiknya kita pahami dulu apa itu penguapan. Perhatikan gambar **(a)** di bawah.



Penguapan adalah proses lepasnya partikel-partikel cairan ke udara di atasnya dan berubah menjadi fasa gas (uap). Banyaknya uap yang terbentuk di atas permukaan zat cair dinamakan dengan tekanan uap.

Ketika partikel-partikel zat cair meninggalkan kelompoknya menjadi uap, di saat yang bersamaan uap tersebut akan kembali menjadi zat cair. Tekanan yang ditimbulkan pada saat terjadi kesetimbangan antara jumlah partikel zat cair menjadi uap dan jumlah uap menjadi zat cair disebut tekanan uap jenuh.

Tekanan uap jenuh yaitu tekanan uap larutan di saat terjadi kesetimbangan antara jumlah partikel zat cair menjadi uap dan jumlah uap menjadi zat cair dalam ruangan tertutup.

Apa yang terjadi dengan tekanan uap jika ke dalam suatu cairan (misalnya, air) dimasukkan zat yang tidak mudah menguap (misalnya, gula pasir)? Adanya zat terlarut nonvolatile (tidak mudah menguap) di dalam suatu pelarut dapat menurunkan tekanan uap pelarut. Mengapa demikian, adanya molekul-molekul zat terlarut di antara molekul-molekul pelarut akan mengurangi kemampuan molekul-molekul pelarut untuk berubah dari wujud cair ke wujud gas. Dalam larutan, molekul-molekul zat terlarut tersebut, akan menghalangi molekul-molekul pelarut terlepas dari larutan untuk menguap. Dengan demikian, jumlah molekul pelarut yang berada dalam keadaan uap menjadi berkurang sehingga mengakibatkan penurunan tekanan uap larutan (ΔP). Untuk lebih jelasnya lihat gambar **(b)** dan **(c)** di atas.

Bila tekanan uap jenuh pelarut murni dinyatakan dengan P^0 , tekanan uap jenuh larutan dinyatakan dengan P , maka besarnya penurunan tekanan uap jenuh dapat ditulis sebagai berikut.

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

Besarnya tekanan uap jenuh masing-masing komponen dalam larutan dirumuskan dalam hukum Rault, yaitu tekanan uap larutan yang dapat menguap sama dengan

tekanan uap jenuh komponen murni dikali dengan fraksi molnya pada suhu itu.

$$P = P^0 \times X_p$$

Keterangan:

P = tekanan uap jenuh larutan

P⁰ = tekanan uap jenuh pelarut murni

X_p = fraksi mol pelarut

Berdasarkan besarnya persamaan penurunan tekanan uap jenuh larutan (ΔP), maka persamaan di atas dapat ditulis sebagai berikut.

$$\Delta P = P^0 \times X_t$$

Contoh

1. Tekanan uap jenuh air pada temperatur 25°C adalah 23,76 mmHg. Tentukan penurunan tekanan uap jenuh air, jika ke dalam 90 gram air dilarutkan 18 gram glukosa (C₆H₁₂O₆)!

Jawab

$$n \text{ C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = \frac{m}{Mr} = \frac{18 \text{ gram}}{180 \text{ gram/mol}} = 0,1 \text{ mol}$$

$$n \text{ H}_2\text{O} = \frac{m}{Mr} = \frac{90 \text{ gram}}{18 \text{ gram/mol}} = 5 \text{ mol}$$

$$X \text{ C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = \frac{n \text{ C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}{n \text{ C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + n \text{ H}_2\text{O}} = \frac{0,1 \text{ mol}}{0,1 \text{ mol} + 5 \text{ mol}} = \frac{0,1 \text{ mol}}{5,1 \text{ mol}} = 0,02$$

$$\Delta P = P^0 \cdot X \text{ C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

$$= 23,76 \text{ mmHg} \times 0,02$$

$$\Delta P = 0,48 \text{ mmHg}$$

2. Tentukan tekanan uap jenuh air pada larutan yang mengandung 12% massa urea, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, jika tekanan uap jenuh air pada temperature 300C adalah 31,82 mmHg!

Jawab

Misal, massa larutan adalah 100 gram maka:

$$\text{Massa } \text{CO}(\text{NH}_2)_2 = \frac{12}{100} \times 100 \text{ gram} = 12 \text{ gram}$$

$$\text{Massa } \text{H}_2\text{O} = (100-12) \text{ gram} = 88 \text{ gram}$$

$$n \text{ CO}(\text{NH}_2)_2 = \frac{m}{Mr} = \frac{12 \text{ gram}}{60 \text{ gram/mol}} = 0,2 \text{ mol}$$

$$n \text{ H}_2\text{O} = \frac{m}{Mr} = \frac{88 \text{ gram}}{18 \text{ gram/mol}} = 4,89 \text{ mol}$$

$$X \text{ H}_2\text{O} = \frac{n \text{ CO}(\text{NH}_2)_2}{n \text{ CO}(\text{NH}_2)_2 + n \text{ H}_2\text{O}} = \frac{0,2 \text{ mol}}{0,2 \text{ mol} + 4,89 \text{ mol}} = \frac{0,2 \text{ mol}}{5,09 \text{ mol}} = 0,96$$

$$P = P^0 \cdot X \text{ H}_2\text{O}$$

$$= 31,82 \text{ mmHg} \cdot 0,96$$

$$P = 30,55 \text{ mmHg}$$

3. RANGKUMAN

- Kemolaran/Molaritas (M) adalah banyaknya mol zat terlarut dalam tiap liter larutan.
- Kemolalan adalah jumlah mol zat terlarut dalam tiap 1 kg pelarut murni.
- Fraksi mol adalah perbandingan mol zat terlarut atau pelarut terhadap jumlah mol larutan.

- Besarnya tekanan uap jenuh masing-masing komponen dalam larutan dirumuskan dalam hukum Roult, yaitu tekanan uap larutan yang dapat menguap sama dengan tekanan uap jenuh komponen murni dikali dengan fraksi molnya pada suhu itu.

“ Jika kamu tidak mengejar apa yang kamu inginkan, maka kamu tidak akan mendapatkannya. Jika kamu tidak bertanya maka jawabannya adalah tidak. Jika kamu tidak melangkah maju, kamu akan tetap berada di tempat yang sama ”



Daftar Isi

Latihan Pilihan Ganda I

1. Sebanyak 60 gram urea ($M_r = 60$) dilarutkan dalam 90 gram air.maka molaritas larutan urea adalah

- ☐ A 0,111
- ☐ B 1,111
- ☐ C 2,222
- ☐ D 3,333
- ☐ E 4,444

BENAR, Belajar Lebih Giat.

2. Larutan NaOH mempunyai konsentrasi 0,5 molal dengan volume pelarut 1000 gram, maka massa NaOH yang ditambahkan adalah ($M_r \text{ NaOH} = 40$)

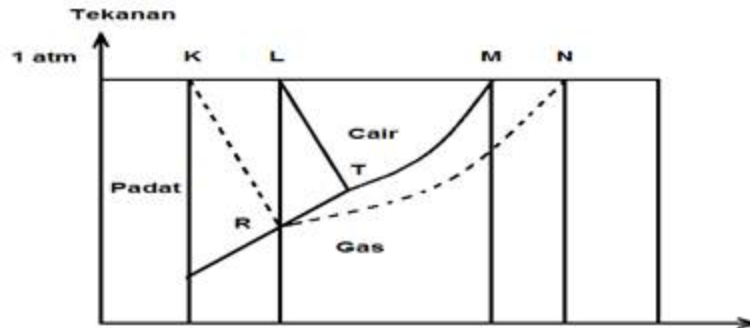
- ☐ A 2 gram
- ☐ B 4 gram
- ☐ C 20 gram
- ☐ D 40 gram
- ☐ E 160 gram

3. Berikut yang tidak termasuk sifat koligatif larutan adalah

- ☐ A Penurunan tekanan uap larutan
- ☐ B Kenaikan titik didik
- ☐ C Penrunan titik beku

- ☐ D Faktor van't hoff
- ☐ E Tekanan osmatik

4. Perhatikan gambar berikut.



Garis didih suatu larutan yang ditunjukkan oleh garis

- ☐ A KL
- ☐ B KN
- ☐ C LR
- ☐ D RM
- ☐ E MN

5. Perhatikan larutan berikut.

1. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 0,1 M
2. $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 0,2 M
3. $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ 0,1 M
4. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 0,3 M
5. $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 0,2 M

Larutan yang mempunyai tekanan uap paling rendah adalah

- ☐ A 1

B 2

C 3

D 4

E 5



Daftar Isi

e-Modul 2019
Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Penilaian Diri I

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

No.	Pertanyaan	Jawaban	
01.	Apakah Anda telah memahami satuan konsentrasi?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
02.	Apakah Anda telah mampu menentukan molaritas suatu larutan?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
03.	Apakah Anda telah mampu menentukan molalitas suatu larutan?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
04.	Apakah Anda telah mampu menghitung fraksi mol zat terlarut dan pelarut?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
05.	Apakah Anda telah mampu mengaplikasikan hukum Roult dalam menentukan tekanan uap larutan?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "Tidak".

Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.



Daftar Isi

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Kegiatan Pembelajaran II

1. TUJUAN

Pada kegiatan pembelajaran II ini, diharapkan:

- Peserta didik mampu menghitung penurunan titik beku larutan.
- Peserta didik mampu menghitung kenaikan titik didih larutan.
- Peserta didik mampu menghitung tekanan osmosis larutan.
- peserta didik mampu menerapkan sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari.



Gambar 4: Pembuatan Es Puter

Sumber : <https://pelajaricaranya.blogspot.com/>

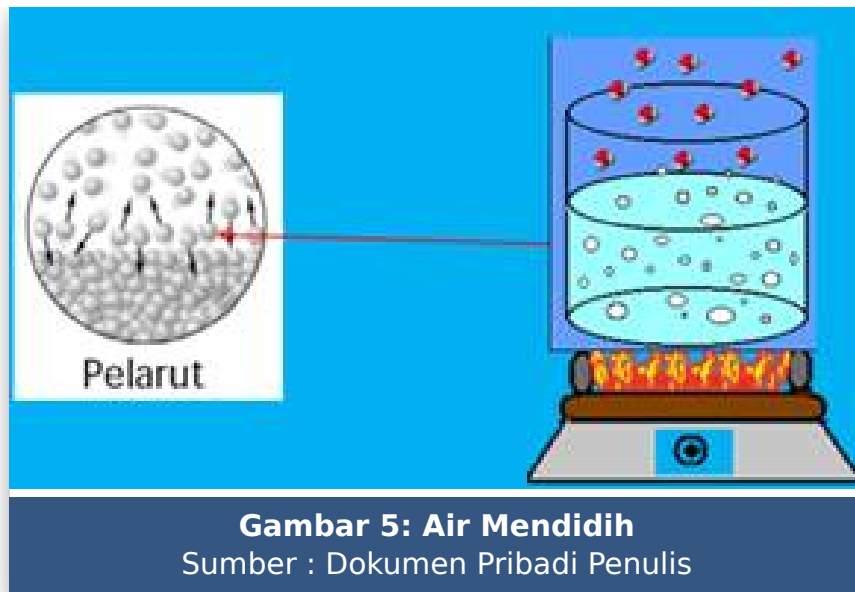
Gambar di atas menunjukkan cara pembuatan es puter dengan menggunakan es yang dicampur dengan garam dapur. Pembuatan es puter ini menerapkan sifat koligatif larutan yaitu penurunan titik beku.

" Setitik embun dapat melembabkan daun daunan, sederas hujan dapat membahasi daun beserta dahannnya sungguh ilmu yang kamu dapat pada kami bagaikan hujan deras yang tak pernah berhenti membahasi kami. kami tumbuh dan berkembang dan selanjutnya memekari seluruh sekitar kami dan akhirnya membuat mahluk ciptaan Tuhan menjadi bahagia dengan keberadaan kami. Terima kasih telah menjadi hujan deras buat otak dan akhlak kami."

2. URAIAN MATERI

2.1. Kenaikan Titik Didih

Pernahkah kamu melihat air mendidih ? Pendidihan suatu zat cair terjadi pada saat terbentuknya gelembung-gelembung gas dan tekanan uapnya sama dengan tekanan lingkungannya. Perhatikan Gambar Berikut.



Jadi Titik didih adalah titik dimana air mendidih, Titik didih terjadi pada saat tekanan uap larutan sama dengan tekanan udara luar. Titik didih normal suatu cairan merupakan suhu pada saat tekanan uap sama dengan tekanan 1 atm. Misalnya titik didih normal air adalah 100°C . Titik didih air di daerah yang memiliki tekanan lebih rendah seperti daerah pegunungan akan lebih rendah dari 100°C . Semakin rendah tekanan udara luar, maka semakin rendah titik didih, sehingga air lebih cepat mendidih di tempat tinggi. Perbedaan menguap dan mendidih, yaitu:

1. Menguap

- perubahan wujud dari cair menjadi uap
- tidak diseluruh bagian air
- terjadi pada suhu berapapun

2. Mendidih

- naik dan pecahnya uap air ke permukaan air
- terjadi di permukaan air
- terjadi pada titik didih tertentu.

Adanya Partikel zat terlarut dalam suatu pelarut, menyebabkan terhalangnya proses pergerakan molekul cairan menuju permukaan atau meninggalkan lingkungan cairannya. Sehingga pada proses pemanasan cairan, ketika suhu sistem sama dengan suhu didih normal pelarutnya, larutan belum akan mendidih, dan dibutuhkan suhu yang lebih tinggi lagi untuk memulai proses pendidihan.

Semakin banyak partikel zat terlarut yang terlarut dalam pelarut, maka kenaikan titik didih larutan (ΔT_b) akan semakin besar, yang berakibat, titik didih larutan (T_b Larutan) akan semakin tinggi.

Kenaikan suhu didih larutan dari suhu didih pelarut murninya disebut kenaikan titik didih larutan (ΔT_b). Hubungan antara banyaknya partikel zat terlarut dengan Nilai kenaikan titik didih larutan dinyatakan sebagai selisih antara titik didih larutan (T_b) dengan titik didih pelarut murni (T_b^0).

$$\Delta T_b = T_b - T_b^0$$

Kenaikan titik didih hanya tergantung pada konsentrasi atau jumlah partikel dalam larutan. Kenaikan titik didih yang disebabkan oleh 1 mol zat

yang dilarutkan dalam 1000 gram zat pelarut mempunyai harga yang tetap dan disebut kenaikan titik didih molal (K_b). Jadi, secara umum persamaan untuk menentukan perubahan titik didih sebanding dengan hasil kali molalitas (m) dengan nilai K_b pelarut.

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

Berikut ini tabel nilai K_b beberapa pelarut.

Pelarut	Titik Didih (°C)	K_b (°C/m)
Aseton	56,2	1,71
Benzena	80,1	02,53
kamfer	204,0	05,61
Karbon tetraklorida	76,5	04,95
Sikloheksana	80,7	02,79
Naftalena	217,7	05,80
Fenol	182	03,04
Air	100,0	00,52

Tabel 1 : Nilai K_b Berbagai Pelarut

Sumber : <http://www.rumuskimia.net/>

Contoh Soal

Berapakah titik didih 36 gram glukosa ($C_6H_{12}O_6$, $M_r = 180 \text{ g/mol}$) dalam 250 gram air, jika diketahui K_b air $0,52^\circ\text{C}\cdot\text{kg/mol}$?

Penyelesaian ;

Dik :

Massa glukosa : 36 gram

M_r glukosa : 180 gram/mol

Massa air : 250 gram

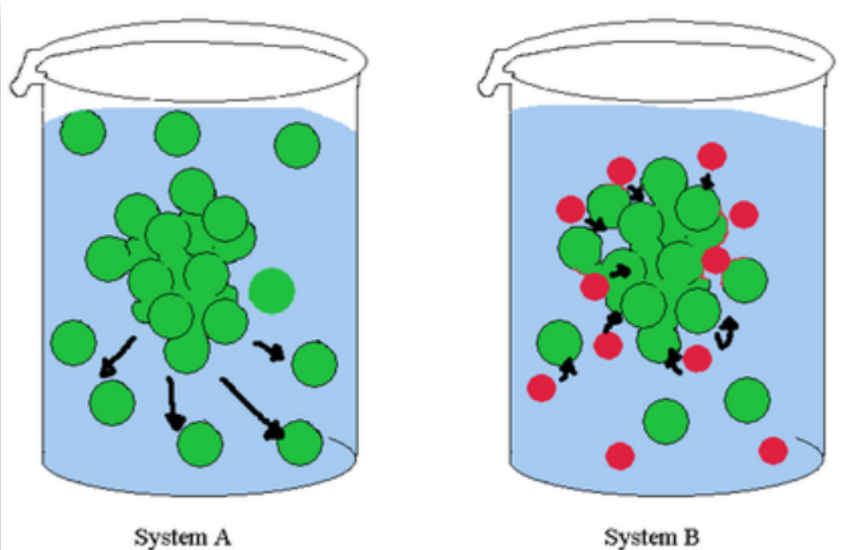
K_b air $0,52^\circ\text{C}\cdot\text{kg/mol}$

$$\begin{aligned}\Delta T_b &= K_b \cdot m \\ &= 0,52^\circ\text{C}/m \cdot \frac{36 \text{ gram}}{180 \text{ gram/mol}} \times \frac{1.000}{250 \text{ gram}} \\ &= 0,52^\circ\text{C}/m \cdot 0,2 \text{ mol} \times 4 \text{ gram} \\ &= 0,52^\circ\text{C}/m \cdot 0,8 \text{ m} \\ &= 0,416^\circ\text{C}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}T_b \text{ larutan} &= T_b \text{ air} + \Delta T_b \\ &= 100^\circ\text{C} + 0,416^\circ\text{C} \\ &= 100,416^\circ\text{C}\end{aligned}$$

2.2. Penurunan Titik Beku

Air dapat berada dalam 3 (tiga) fase zat, yaitu fase cair, gas dan padat. Apakah Perbedaan yang terdapat pada ketiga fase air tersebut ? Kondisi yang membedakan antara fase padat, cair, dan gas pada suatu cairan adalah jarak antara partikel (molekul - molekul) cairan.



Gambar 6: Ilustrasi Titik Beku

Sumber

: <https://508colligativeproperties.weebly.com/>

Pada sistem A, molekul pelarut dapat dengan mudah bergabung sehingga membentuk fase padat pada titik beku normal. Pada sistem B, molekul molekul pelarut susah berubah menjadi fase cair karena partikel terlarut menghalangi pergerakan partikel pelarut. Apa yang terjadi bila zat terlarut semakin banyak?

Titik beku adalah titik dimana air mulai membeku. Titik beku normal suatu zat adalah suhu pada saat zat meleleh atau membeku pada tekanan 1 atm (keadaan normal). Jika suatu zat terlarut ditambahkan pada suatu pelarut murni hingga membentuk larutan maka titik beku pelarut murni akan mengalami penurunan. Misalnya, titik beku normal air adalah 0°C . Namun dengan adanya zat terlarut pada suhu 0°C air belum membeku. Jadi selisih titik beku pelarut (T_f^0) dengan

titik beku larutan (T_f) disebut penurunan titik beku (ΔT_f).

$$\Delta T_f = T_f^0 - T_f$$

Penurunan Titik beku yang disebabkan oleh 1 mol zat terlarut dalam 1000 gram zat pelarut dinamakan penurunan titik beku molal (K_f). Penurunan titik beku suatu larutan dengan molalitas (m) tertentu dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut.

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

Berikut ini daftar nilai K_f beberapa pelarut.

Pelarut	Titik Beku ($^{\circ}\text{C}$)	K_f ($^{\circ}\text{C}/m$)
Aseton	-95,35	2,40
Benzena	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

Tabel 2: Nilai K_f Berbagai Pelarut

Sumber : <http://www.rumuskimia.net/>

Contoh Soal

Dilarutkan 18 gram glukosa $C_6H_{12}O_6$ ke dalam 500 gram air. Jika $K_f \text{ air} = 1,86^\circ\text{C}\cdot\text{m}$ dan $M_r \text{ glukosa} = 180 \text{ gram/mol}$. Titik beku larutan tersebut adalah

Penyelesaian ;

Dik :

Massa glukosa : 18 gram

M_r glukosa : 180 gram/mol

Massa air : 500 gram

K_f air $1,86^\circ\text{C}\cdot\text{m}$

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

$$\begin{aligned} &= 1,86^\circ\text{C/m} \cdot \frac{18 \text{ gram}}{180 \text{ gram/mol}} \times \frac{1.000}{500 \text{ gram}} \\ &= 1,86^\circ\text{C/m} \cdot 0,1 \text{ mol} \times 2 \text{ gram} \\ &= 1,86^\circ\text{C/m} \cdot 0,2 \text{ m} \\ &= 0,372^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$T_f \text{ larutan} = T_f \text{ air} - \Delta T_f$$

$$\begin{aligned} &= 0^\circ\text{C} - 0,372^\circ\text{C} \\ &= -0,372^\circ\text{C} \end{aligned}$$

2.3. Tekanan Osmosis

Jika dua jenis larutan yang konsentrasinya berbeda dimasukkan ke dalam wadah kemudian kedua larutan itu dipisahkan dengan selaput semipermeabel, apakah yang akan terjadi? Perhatikan ilustrasi berikut!

Selaput semipermeabel hanya dapat dilalui oleh molekul pelarut tetapi tidak dapat dilalui oleh molekul zat terlarut. Molekul-molekul pelarut akan merembes dari larutan encer ke larutan yang lebih pekat. Proses perpindahan molekul pelarut dari larutan encer ke larutan yang lebih pekat atau dari pelarut murni ke suatu larutan melalui selaput semipermeabel disebut peristiwa osmosis.

Peristiwa osmosis akan berlangsung hingga dicapai suatu kesetimbangan. Hal ini ditandai dengan berhentinya perubahan volume larutan. Perbedaan volume dua larutan pada kesetimbangan menghasilkan

suatu tekanan yang disebut tekanan osmosis. Tekanan osmosis dapat juga diartikan sebagai tekanan yang diberikan untuk mencegah terjadinya peristiwa osmosis. Menurut van't Hoff, tekanan osmotik larutan-larutan encer dapat dihitung dengan rumus yang serupa dengan persamaan gas ideal, yaitu:

$$PV = nRT \text{ atau } \pi V = nRT$$

dengan mol/Volume menyatakan kemolaran larutan (M). maka persamaan di atas dapat ditulis

$$\pi = MRT$$

Keterangan :

- π = tekanan osmosis (atm)
- R = tetapan gas (0,082 atm L/mol K)
- T = suhu (K)
- M = molaritas (mol/L)
- V = volume larutan (L)

Penerapan Tekanan Osmosis

Contoh tekanan osmosis dalam kehidupan sehari-hari:

- **Tekanan osmotik dalam sel darah merah.**
- **Membuat cairan fiologis.** Tekanan osmosis terjadi pada peristiwa masuknya larutan infus ke dalam tubuh melalui pembuluh darah. Cairan infus yang dimasukkan harus isotonik dengan cairan intrasel agar tidak terjadi osmosis, baik ke dalam ataupun ke luar sel darah. Dengan

demikian, sel-sel darah tidak mengalami kerusakan.

- **Membasmi Keong mas.** Hewan lunak seperti keong mas akan mati karena proses osmosis apabila permukaan tubuhnya diberi garam.
- **Pengawetan makanan.** Garam dapur dapat membunuh mikroba penyebab makanan busuk yang berada di permukaan makanan.
- **Penyerapan air oleh akar tanaman.** Tumbuhan menyerap air dari dalam tanah melalui proses osmosis.

Contoh

Jika 3,6 gram glukosa ($M_r = 180$) dilarutkan dalam air sampai volumenya 200 mL pada suhu 27°C , berapa tekanan osmosis larutan?

Penyelesaian :

Diketahui : $V = 200 \text{ mL} = 0,2 \text{ L}$

$T = 27 + 273 \text{ K} = 300 \text{ K}$

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

$M = 3,6 \text{ gram}$

Ditanya : tekanan osmosis, π ?

$$\text{Jawab : mol glukosa} = \frac{\text{massa}}{M_r} = \frac{3,6 \text{ gram}}{180 \text{ gram/mol}} = 0,02 \text{ mol}$$

$$M \text{ glukosa} = \frac{\text{mol}}{\text{volum}} = \frac{0,02 \text{ mol}}{0,2 \text{ L}} = 0,1 \text{ mol/L}$$

$$\begin{aligned}\pi &= M.R.T \\ &= 0,1 \text{ mol/L} \cdot 0,082 \text{ atm L/mol K} \cdot 300 \text{ K} \\ &= 2,46 \text{ atm}\end{aligned}$$

3. RANGKUMAN

- Besarnya kenaikan titik didih sebanding dengan hasil kali molalilitas larutan (m) dan tetapan kenaikan titik didih molal (k_b)

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

- Besarnya penurunan titik beku sebanding dengan hasil kali molalilitas larutan (m) dan tetapan kenaikan titik beku molal (k_f)

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

- Tekanan osmotik adalah tekanan yang digunakan untuk melawan peristiwa osmosis

$$\pi = M.R.T$$

“ Jika kamu tidak mengejar apa yang kamu inginkan, maka kamu tidak akan mendapatkannya. Jika kamu tidak bertanya maka jawabannya adalah tidak. Jika kamu tidak melangkah maju, kamu akan tetap berada di tempat yang sama ”



Daftar Isi

Latihan Pilihan Ganda II

1. Suatu larutan nonelektrolit membeku pada suhu $-0,3720$
Jika K_f air = $1,86^{\circ}\text{C/mol}$ dan K_b air = $0,52^{\circ}\text{C/mol}$,
kenaikan titik didih larutan tersebut sebesar

☐ A 0,053 $^{\circ}\text{C}$
☐ B 0,104 $^{\circ}\text{C}$
☐ C 0,372 $^{\circ}\text{C}$
☐ D 0,520 $^{\circ}\text{C}$
☐ E 1,040 $^{\circ}\text{C}$

BENAR, Belajar Lebih Giat.

-
2. Sebanyak 24 gram urea dilarutkan ke dalam 400 gram air.
Jika K_b air = $0,52^{\circ}\text{C/m}$ dan M_r urea = 60, maka titik didih
larutan adalah

☐ A 100,052
☐ B 100,52
☐ C 101,04
☐ D 102,08
☐ E 101,56

-
3. Larutan glukosa membeku pada suhu $-0,279^{\circ}\text{C}$. Jika k_f air
= $1,86^{\circ}\text{C/m}$ maka molalitas larutan adalah

☐ A 0,15

- ☐ B 0,30
 - ☐ C 0,40
 - ☐ D 0,50
 - ☐ E 1,50
-

4. Sebanyak larutan non elektrolit mendidih pada suhu $100,52^{\circ}\text{C}$ dalam 400 gram air dengan $M_r = 60$ maka massa nonelektrolit yang dilarutkan adalah gram

- ☐ A 4
 - ☐ B 14
 - ☐ C 24
 - ☐ D 34
 - ☐ E 40
-

5. Larutan glukosa dengan massa 30 gram membeku pada suhu $-9,3^{\circ}\text{C}$. Jika k_f air $= 1,86^{\circ}\text{C/m}$ dan $M_r = 60$ maka volume air dalam larutan adalah

- ☐ A 100 ml
 - ☐ B 200 mL
 - ☐ C 300 mL
 - ☐ D 400 mL
 - ☐ E 500 mL
-

6. Beberapa contoh penerapan sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari adalah sebagai berikut.

1. Proses penyerapan air dalam tanah oleh akar tanaman
2. Membasmi lintah dengan menabur garam dapur
3. Pemakaian garam dapur untuk pencairan salju
4. Penambahan etilena glikol pada radiator mobil

Penerapan sifat koligatif yang berkaitan dengan tekanan osmotik adalah

- ☐ A 1 dan 2
- ☐ B 1 dan 3
- ☐ C 2 dan 3
- ☐ D 2 dan 4
- ☐ E 3 dan 4

7. Tekanan osmotik larutan glukosa 0,01 M pada suhu 27 °C dimana $R = 0,082$ adalah

- ☐ A 0,022 atm
- ☐ B 0,066 atm
- ☐ C 0,246 atm
- ☐ D 0,738 atm
- ☐ E 1,246 atm



Daftar Isi

Penilaian Diri II

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

No.	Pertanyaan	Jawaban	
01.	Apakah Anda telah mampu menentukan penurunan titik beku larutan?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
02.	Apakah Anda telah mampu menentukan kenaikan titik didih larutan?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
03.	Apakah Anda telah mampu menentukan tekanan osmosis larutan?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
04.	Apakah Anda telah mampu memahami peranan tekanan osmosis dalam kehidupan sehari-hari?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
05.	Apakah Anda telah mampu mengaplikasikan konsep sifat koligatif dalam kehidupan sehari-hari?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih

"Tidak".

Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.



Daftar Isi

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Kegiatan Pembelajaran III

1. TUJUAN

Pada pembelajaran ke III pada modul ini, diharapkan:

1. Peserta didik mampu memahami sifat koligatif larutan elektrolit.
2. Peserta didik mampu membedakan sifat koligatif larutan elektrolit dan non elektrolit.



Larutan Asam, Basa, dan Garam termasuk larutan elektrolit. Pada larutan elektrolit, di dalam larutannya akan mengalami ionisasi sehingga semakin banyak jumlah partikel yang terlarut. Hal ini aka

mempengaruhi besarnya sifat koligatif larutan elektrolit. Untuk lebih jelasnya, silahkan pelajari kegiatan pembelajaran III pada modul ini.

" Setitik embun dapat melembabkan daun daunan, sederas hujan dapat membahasi daun beserta dahannnya sungguh ilmu yang kamu dapat pada kami bagaikan hujan deras yang tak pernah berhenti membahasi kami. kami tumbuh dan berkembang dan selanjutnya memekari seluruh sekitar kami dan akhirnya membuat mahluk ciptaan Tuhan menjadi bahagia dengan keberadaan kami. Terima kasih telah menjadi hujan deras buat otak dan akhlak kami."

2. URAIAN MATERI

2.1. Sifat Koligatif Larutan Elektrolit

Dalam kimia, terdapat suatu zat yang disebut zat elektrolit, yaitu senyawa kimia yang terurai menjadi ion-ion dalam suatu larutan. Suatu larutan yang dihasilkan oleh suatu zat elektrolit disebut larutan elektrolit.

Pada dasarnya, untuk konsentrasi zat terlarut yang sama, harga sifat koligatif larutan elektrolit lebih besar daripada harga sifat koligatif larutan nonelektrolit. Hal ini karena jumlah partikel zat terlarut dalam larutan elektrolit tidak sama dengan larutan nonelektrolit. Zat elektrolit akan terurai atau terionisasi menjadi ion-ion di dalam larutannya, sedangkan zat nonelektrolit tidak terurai atau tetap dalam bentuk molekul, sehingga secara teoritis jumlah

partikel yang terdapat dalam larutan elektrolit lebih banyak daripada jumlah partikel yang terdapat dalam larutan nonelektrolit.

Contoh larutan elektrolit adalah NaCl, sedangkan larutan nonelektrolit adalah gula. Dalam larutan, NaCl akan mengalami ionisasi menjadi Na^+ dan Cl^- . Jadi larutan NaCl terdiri atas partikel-partikel ion Na^+ dan Cl^- . Zat nonelektrolit dalam larutan terdiri atas molekul-molekul zat terlarut, misalnya larutan gula terdiri atas molekul-molekul gula dengan konsentrasi tetap. Oleh karena larutan elektrolit mengalami ionisasi, sehingga memiliki jumlah partikel yang lebih banyak daripada larutan nonelektrolit, maka sifat koligatif larutan elektrolit berbeda dengan larutan nonelektrolit.

Perbandingan larutan non-elektrolit (gula) 0,01 M dengan larutan elektrolit NaCl 0,01 M.



Perbandingan sifat koligatif larutan elektrolit dengan nonelektrolit untuk konsentrasi yang sama disebut i (faktor van't Hoff).

$$i = \frac{\Delta T_b}{(\Delta T_b)_o} = \frac{\Delta T_f}{(\Delta T_f)_o} = \frac{\Delta P}{(\Delta P)_o} = \frac{\pi}{(\pi)_o}$$

dengan ΔT_b , ΔT_f , ΔP , π = sifat koligatif senyawa elektrolit,

$(\Delta T_b)_o$, $(\Delta T_f)_o$, $(\Delta P)_o$, $(\pi)_o$ = sifat koligatif senyawa nonelektrolit

Faktor i (faktor Van't Hoff) Berbagai Larutan

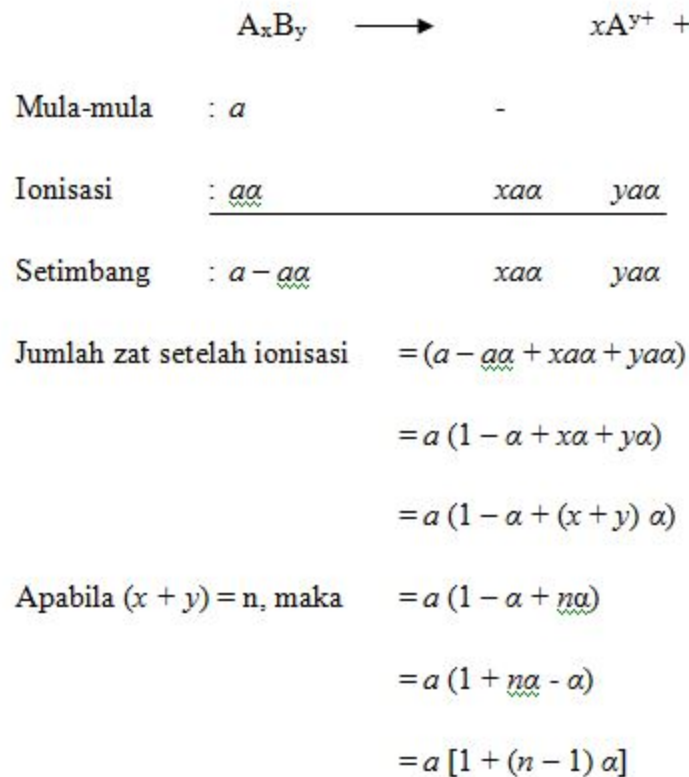
Elektrolit	Harga i			Batas teoritis
	0,100 m	0,010 m	0,005 m	
NaCl	1,87	1,93	1,94	2
KCl	1,86	1,94	1,96	2
MgSO ₄	1,42	1,62	1,69	2
K ₂ SO ₄	2,46	2,77	2,86	3
HCl	1,91	1,97	1,99	2
H ₂ SO ₄	2,22	2,59	2,72	3

Untuk elektrolit lemah, nilai i mendekati satu sedangkan elektrolit kuat nilai i -nya mendekati nilai teoritisnya. Hubungan antara nilai i dengan derajat ionisasi (persen ionisasi) dapat dijelaskan sebagai berikut. Misalnya, konsentrasi larutan adalah a molar dan derajat ionisasi adalah α , sehingga jumlah elektrolit yang terionisasi adalah $a\alpha$.

$$\alpha = \frac{\text{jumlah yang terionisasi}}{\text{jumlah mula-mula } (a)}$$

jumlah elektrolit yang terionisasi = jumlah mula-mula
 $x \alpha = a\alpha$

Suatu larutan elektrolit A_xB_y mengalami ionisasi menjadi xA^{y+} dan yB^{x-} dengan persamaan reaksi:



Perbandingan zat mula-mula dengan zat setelah ionisasi = i

$$i = \frac{a[1 + (n - 1)\alpha]}{a} = [1 + (n - 1)\alpha]$$

Berdasarkan penjelasan di atas, penambahan jumlah partikel dalam larutan elektrolit adalah $[1 + (n - 1)\alpha]$. Nilai $[1 + (n - 1)\alpha]$ inilah yang sebenarnya merupakan nilai dari factor van't Hoff. Dengan demikian, sifat koligatif larutan elektrolit dapat ditentukan dengan persamaan:

$$\Delta P = p^0_{\text{pelarut}} \cdot \frac{n \text{ terlarut} \cdot i}{n \text{ terlarut} + n \text{ pelarut}}$$

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

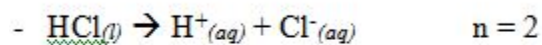
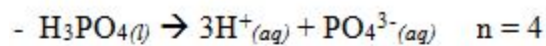
$$\Delta T_f = K_f \cdot m \cdot i$$

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

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

dengan: n = jumlah ion

Contoh



α = derajat ionisasi

$$\alpha = \frac{\text{Jumlah yang mengion}}{\text{Jumlah mula-mula}}$$

Untuk elektrolit kuat $\alpha = 1$, elektrolit lemah $0 < \alpha < 1$, nonelektrolit $\alpha = 0$ Data Hubungan antara Jumlah Partikel Zat Terlarut Elektrolit dan Nonelektrolit dengan Kenaikan Titik Didih dan Penurunan Titik Beku Larutan.

Senyawa	Konsentrasi Larutan	Kenaikan Titik Didih (°C)	Penurunan Titik Beku (°C)
<i>Nonelektrolit</i>			
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	0,1 m	0,052	0,186
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (alkohol)	0,1 m	0,052	0,186
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (glukosa)	0,1 m	0,052	0,186
<i>Elektrolit</i>			
NaCl	0,1 m	0,104	0,372
NaOH	0,1 m	0,104	0,372
HCl	0,1 m	0,104	0,372
KNO_3	0,1 m	0,104	0,372
H_2SO_4	0,1 m	0,156	0,558
K_2SO_4	0,1 m	0,156	0,558

Dari data di atas, hitunglah perbandingan nilai:

a. ΔT_f NaCl terhadap ΔT_f $C_6H_{12}O_6$

$$i = \frac{\Delta T_{f \text{ NaCl}}}{\Delta T_{f \text{ C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}}$$

$$i = \frac{0,372}{0,186}$$

$$i = 2$$

b. ΔT_f H_2SO_4 terhadap ΔT_f C_2H_5OH

$$i = \frac{\Delta T_{f \text{ H}_2\text{SO}_4}}{\Delta T_{f \text{ C}_2\text{H}_5\text{OH}}}$$

$$i = \frac{0,558}{0,186}$$

$$i = 3$$

c. ΔT_b NaCl terhadap ΔT_b $C_6H_{12}O_6$

$$i = \frac{\Delta T_{b \text{ NaCl}}}{\Delta T_{b \text{ C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}}$$

$$i = \frac{0,104}{0,052}$$

$$i = 2$$

Jadi, pada konsentrasi yang sama perbandingan nilai ΔT_f NaCl terhadap ΔT_f $C_6H_{12}O_6$ adalah 2, dan perbandingan nilai ΔT_f H_2SO_4 terhadap ΔT_f C_2H_5OH adalah 3, artinya penurunan titik beku larutan elektrolit lebih besar dibandingkan larutan nonelektrolit. Begitu juga halnya dengan kenaikan titik didih, yang mana perbandingan ΔT_b NaCl terhadap ΔT_b $C_6H_{12}O_6$ adalah 2. Maka dapat disimpulkan bahwa sifat koligatif larutan elektrolit lebih besar dibandingkan larutan nonelektrolit.

Contoh Soal

1. Hitunglah tekanan uap larutan NaCl 0,1 mol dalam 80 gram air jika tekanan uap air pada suhu tertentu adalah 100 mmHg.

Jawab

$$X_{\text{NaCl}} = \frac{\text{mol NaCl} \cdot i}{\text{mol NaCl} \cdot i + \text{mol air}} \quad i = \{1 + (2 - 1)1\} = 2$$

$$X_{\text{NaCl}} = \frac{0,1 \text{ mol} \cdot 2}{0,1 \text{ mol} \cdot 2 + \frac{80 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}}} \\ = 0,043$$

Karena NaCl merupakan elektrolit kuat ($\alpha = 1$) dan $n = 2$ maka,

$$\Delta P = P^0_{\text{pelarut}} \cdot X_{\text{zat terlarut}} \\ = 100 \text{ mmHg} \times 0,043 \\ = 4,3 \text{ mmHg}$$

$$P_{\text{larutan}} = P^0_{\text{pelarut}} - \Delta P \\ = 100 \text{ mmHg} - 4,3 \text{ mmHg} \\ = 95,7 \text{ mmHg}$$

Jadi, tekanan uap larutan NaCl adalah 95,7 mmHg.

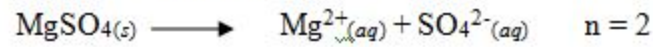
2. Sebanyak 4,8 gram magnesium sulfat, MgSO_4 ($M_r = 120 \text{ g/mol}$) dilarutkan dalam 250 g air. Larutan ini mendidih pada suhu $100,15^\circ\text{C}$. Jika diketahui K_b air $0,52^\circ\text{C/m}$, K_f air $= 1,8^\circ\text{C/m}$, tentukan:

a. derajat ionisasi MgSO_4

b. titik beku larutan

Jawab

a. Reaksi ionisasi MgSO_4



Kenaikan titik didih:

$$\Delta T_b = T_{b\text{larutan}} - T_{b\text{pelarut}}$$

$$= 100,15^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C}$$

$$= 0,15^\circ\text{C}$$

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

$$\Delta T_b = K_b \times \frac{\text{massa}}{Mr} \times \frac{1000}{P} \times \{1 + (n-1)\alpha\}$$

$$0,15^\circ\text{C} = 0,52^\circ\text{C/mol/kg} \times \frac{4,8\text{ g}}{120\text{ g/mol}} \times \frac{1000\text{ g/kg}}{250\text{ g}} \times \{1 + (2-1)\alpha\}$$

$$0,15^\circ\text{C} = 0,0832 + 0,0832 \alpha$$

$$\alpha = \frac{0,15^\circ\text{C} - 0,0832^\circ\text{C}}{0,0832^\circ\text{C}}$$

$$\alpha = 0,8$$

b. Untuk menghitung titik bekunya, kita cari dulu penurunan titik bekunya dengan rumus:

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

$$\Delta T_f = K_f \times \frac{\text{massa}}{M_r} \times \frac{1000}{p} \times \{1 + (n-1)\alpha\}$$

$$\begin{aligned}\Delta T_f &= 1,8 \text{ }^\circ\text{C/mol/kg} \times \frac{4,8 \text{ g}}{120 \text{ g/mol}} \times \frac{1000 \text{ g/kg}}{250 \text{ g}} \times \{1 + (2-1) 0,8\} \\ &= 0,52 \text{ }^\circ\text{C}\end{aligned}$$

$$\Delta T_f = T_{f\text{pelarut}} - T_{f\text{larutan}}$$

$$T_{f\text{larutan}} = T_{f\text{pelarut}} - \Delta T_f$$

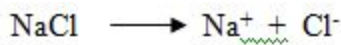
$$= 0 \text{ }^\circ\text{C} - 0,52 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$= -0,52 \text{ }^\circ\text{C}$$

Jadi, titik beku larutan tersebut adalah $-0,52 \text{ }^\circ\text{C}$.

3. Sebanyak 5,85 gram NaCl ($M_r = 58,5 \text{ g/mol}$) dilarutkan dalam air sampai volume 500 mL. Hitunglah tekanan osmotik larutan yang terbentuk jika diukur pada suhu $27 \text{ }^\circ\text{C}$ dan $R = 0,082 \text{ L atm/mol K}$.

Jawab



$n = 2$ dan $\alpha = 1$ (elektrolit kuat)

$$\pi = M R T i$$

$$= \frac{\text{massa}}{M_r} \times \frac{1000}{\text{mL}} \times R \times T \times \{1 + (n - 1)\alpha\}$$

$$= \frac{5,85 \text{ g}}{58,5 \text{ g/mol}} \times \frac{1000 \text{ mL/L}}{500 \text{ mL}} \times 0,082 \text{ L atm/mol K} \times 300\text{K} \times \{1 + (2 - 1)\alpha\}$$

$$= 9,84 \text{ atm}$$

Jadi, tekanan osmotik larutan tersebut adalah 9,84 atm.

3. RANGKUMAN

- Sifat koligatif larutan elektrolit memiliki jumlah partikel terlarut lebih banyak dibanding non elektrolit, karena mengalami ionisasi.
- Sifat koligatif larutan elektrolit dipengaruhi oleh faktor van't Hoff.
- Faktor van't Hoff (i) dapat dihitung dengan persamaan $i = 1 + (n - 1)\alpha$, dengan n merupakan jumlah ion dan α adalah derajat ionisasi.

“ Jika kamu tidak mengejar apa yang kamu inginkan, maka kamu tidak akan mendapatkannya. Jika kamu tidak bertanya maka jawabannya adalah tidak. Jika kamu tidak melangkah maju, kamu akan tetap berada di tempat yang sama ”



Daftar Isi

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Latihan Pilihan Ganda III

1. Sebanyak 4,9 gram H_2SO_4 dilarutkan dalam 180 gram air. Jika H_2SO_4 terionisasi sempurna dan tekanan uap air pada suhu ruang sebesar 30 mmHg, tekanan uap larutan pada suhu tersebut sebesar (Ar: H = 1; S = 32; O = 16)
- ☐ A 29,85 mmHg
 - ☐ B 29,70 mmHg
 - ☐ C 29,56 mmHg
 - ☐ D 29,35 mmHg
 - ☐ E 29,28 mmHg
-
2. Sebanyak 1,17 gram NaCl dilarutkan dalam air hingga volumenya 500 mL. Jika NaCl terionisasi 80%, titik didih larutan tersebut adalah(Ar: Na = 23; Cl = 35,5; $K_b = 0,520^\circ\text{C/m}$)
- ☐ A 100,021 $^\circ\text{C}$
 - ☐ B 100,037 $^\circ\text{C}$
 - ☐ C 100,042 $^\circ\text{C}$
 - ☐ D 100,074 $^\circ\text{C}$
 - ☐ E 100,116 $^\circ\text{C}$
-
3. Larutan asam asetat 0,1 membeku pada suhu $-0,279^\circ\text{C}$. Jika k_f air = $1,86^\circ\text{C/m}$ maka derajat ionisasi asam asetat adalah
- ☐ A 0,10

- ☐ B 0,20
 - ☐ C 0,40
 - ☐ D 0,50
 - ☐ E 1,00
-

4. Sebanyak 74 gram Ca(OH)_2 dilarutkan dalam 200 gram air pada suhu 27°C . Jika $\text{Ar Ca} = 40$, $\text{Ar O} = 16$, $\text{Ar H} = 1$, $K_f = 1,86^\circ\text{C/m}$, titik beku larutan adalah

- ☐ A $-2,79^\circ\text{C}$
 - ☐ B $-27,9^\circ\text{C}$
 - ☐ C 0°C
 - ☐ D $2,79^\circ\text{C}$
 - ☐ E $27,9^\circ\text{C}$
-

5. Sebanyak 74 gram Ca(OH)_2 dilarutkan dalam 500 gram air pada suhu 27°C . Jika $\text{Ar Ca} = 40$, $\text{Ar O} = 16$, $\text{Ar H} = 1$, $K_b = 0,52^\circ\text{C/m}$ dan titik didih larutan adalah

- ☐ A 100, 104 $^\circ\text{C}$
 - ☐ B 101,04 $^\circ\text{C}$
 - ☐ C 102,08 $^\circ\text{C}$
 - ☐ D 110,4 $^\circ\text{C}$
 - ☐ E 104,16 $^\circ\text{C}$
-



Penilaian Diri III

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

No.	Pertanyaan	Jawaban	
01.	Apakah Anda mampu menyebutkan beberapa larutan elektrolit?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
02.	Apakah Anda telah mampu mengaplikasikan faktor van't Hoff dalam menentukan sifat koligatif?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
03.	Apakah Anda telah mampu membedakan sifat koligatif larutan elektrolit dan non elektrolit?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
04.	Apakah Anda telah mampu menghitung derajat ionisasi larutan elektrolit?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
05.	Apakah Anda telah mampu membandingkan sifat koligatif larutan elektrolit dengan jumlah ion yang berbeda?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih

"Tidak".

Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.



Daftar Isi

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Evaluasi

Soal 1.

Molalitas larutan yang terbentuk dari 6 gram urea dalam 100 ml air adalah (Mr urea = 60 dan massa jenis air = 1g /ml).

- ☐ A. 0,10 m
- ☐ B. 0,25 m
- ☐ C. 0,50 m
- ☐ D. 1,00 m
- ☐ E. 2,00 m

Soal 2.

Untuk membuat larutan NaOH 4 M, massa NaOH yang ditambahkan ke dalam 500 ml air adalah (Ar Na = 23, O =16, H = 1).

- ☐ A. 20 gr
- ☐ B. 40 gr
- ☐ C. 80 gr
- ☐ D. 120 gr
- ☐ E. 160 gr

Soal 3.

Tekanan uap air murni pada suhu 29°C adalah 30 mmHg. Tekanan uap larutan yang terdiri atas 60 gram propanol dan 90 gram air adalah mmHg (M_r propanol = 60 dan M_r air = 18).

- ☐ A. 5
- ☐ B. 10
- ☐ C. 15
- ☐ D. 20
- ☐ E. 25

Soal 4.

Diketahui empat jenis larutan berikut

- | | |
|--|----------------------------|
| 1. Larutan urea 0,1 m
0,1 m | 3. Larutan NaCl |
| 2. Larutan CH_3COOH 0,1 m
0,1 m | 4. Larutan CaCl_2 |

Urutan titik didih larutan -larutan tersebut dari terendah adalah

- ☐ A. 1-2-3-4
- ☐ B. 1-3-4-2
- ☐ C. 2-4-3-1

- ☐ D. 4-3-1-2
- ☐ E. 4-3-2-1

Soal 5.

Larutan MgCl_2 0,25 molal memiliki derajat ionisasi larutan sebesar 0,85. Jika K_f air = $1,86^\circ\text{C}$, titik beku larutan tersebut adalah

- ☐ A. $-2,51^\circ\text{C}$
- ☐ B. $-1,25^\circ\text{C}$
- ☐ C. $-0,63^\circ\text{C}$
- ☐ D. $1,25^\circ\text{C}$
- ☐ E. $2,51^\circ\text{C}$

Soal 6.

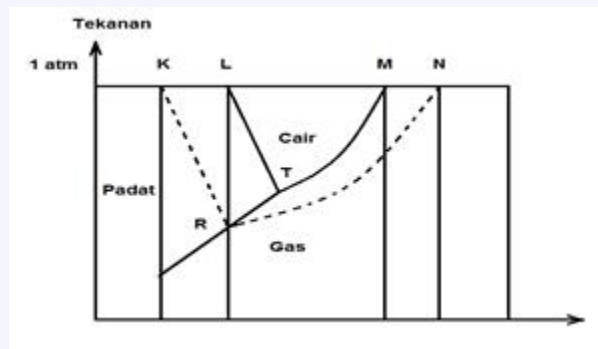
Titik didih suatu larutan 0,5 m adalah $100,156^\circ\text{C}$. Jika $K_b = 0,52^\circ\text{C}$, faktor van't Hoff pada larutan tersebut adalah

- ☐ A. 0,2
- ☐ B. 0,4
- ☐ C. 0,6
- ☐ D. 0,8

- ☐ E. 1,0

Soal 7.

Perhatikan gambar berikut.



Garis beku suatu larutan yang ditunjukkan oleh garis
... .

- ☐ A. KL
- ☐ B. KN
- ☐ C. LR
- ☐ D. RM
- ☐ E. MN

Soal 8.

Tekanan osmotik larutan CaCl_2 0,2 M ($\alpha = 0,50$ dan $R = 0,082$) pada suhu 127°C adalah

- ☐ A. 1,78 atm
- ☐ B. 3,56 atm

- ☐ C. 6,56 atm
- ☐ D. 9,840 atm
- ☐ E. 13,12 atm

Soal 9.

Titik beku larutan elektrolit selalu lebih rendah daripada larutan non elektolit pada setiap molnya. Hal itu disebabkan

- ☐ A. K_b larutan elektrolit $>$ K_b larutan nonelektrolit
- ☐ B. K_b larutan elektrolit $<$ K_b larutan nonelektrolit
- ☐ C. Kemampuan ionisasi larutan elektrolit
- ☐ D. Pelarut murninya
- ☐ E. Volume pelarutnya

Soal 10.

Beberapa contoh penerapan sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari adalah sebagai berikut.

1. Proses penyerapan air dalam tanah oleh akar tanaman
2. Membasmi lintah dengan menabur garam dapur
3. Pemakaian garam dapur untuk pencairan salju
4. Penambahan etilena glikol pada radiator mobil

Penerapan sifat koligatif yang berkaitan dengan tekanan osmotik adalah....

- ☐ A. 1 dan 2
- ☐ B. 1 dan 3
- ☐ C. 2 dan 3
- ☐ D. 2 dan 4
- ☐ E. 3 dan 4



Hasil Evaluasi

Nilai	Deskripsi



Daftar Isi

Daftar Pustaka

Priyambodo, Erfan. dkk. 2016. *Buku siswa untuk SMA/MA kelas XII*. Klaten : Intan Pariwara.

Purba, Michael dan Sarwiyati, Eti. 2018. *Kimia untuk SMA/MA kelas XII*. Jakarta : Erlangga.

Sudarmo, Unggul. 2007. *Kimia untuk SMA kelas XII*. Jakarta : Erlangga.