

# BAB 1

## SIFAT KOLIGATIF LARUTAN

### Tujuan Pembelajaran

Setelah belajar bab ini, kalian diharapkan mampu:

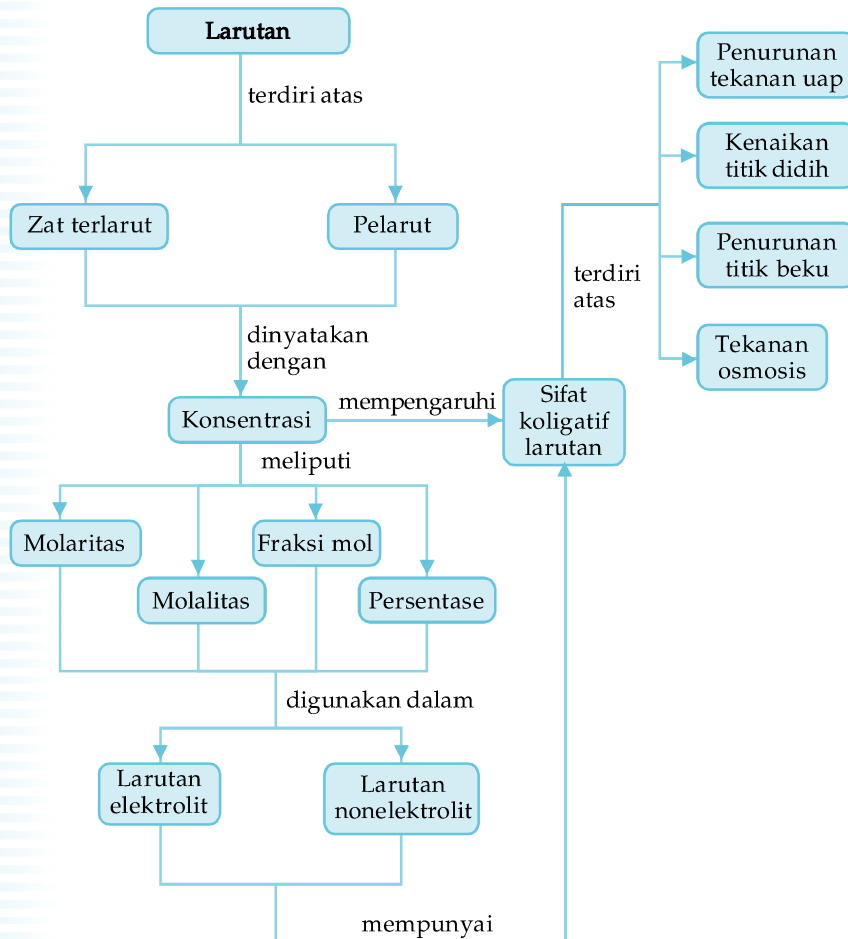
- menjelaskan sifat koligatif larutan, seperti tekanan uap, titik didih, titik beku, dan tekanan osmosis;
- menyimpulkan perbedaan sifat koligatif larutan elektrolit dengan sifat koligatif larutan nonelektrolit yang molaritasnya sama berdasarkan eksperimen.



*Sumber: Dokumentasi Penerbit*

Kalian telah mengenal air murni. Air laut bukan merupakan air murni, tetapi merupakan larutan. Kalian pasti tahu, air laut mengandung ion natrium dan ion klorida. Ion-ion tersebut memberikan karakteristik garam. Sifat-sifat fisik dari larutan akan kalian pelajari pada bab ini.

## Peta Konsep



### Kata Kunci

- Sifat koligatif larutan
- Molaritas
- Fraksimol
- Persentase

### Prasyarat Pembelajaran

1. Apakah sifat fisik tiap-tiap larutan sama? Jelaskan.
2. Apa yang dimaksud dengan sifat koligatif larutan?
3. Sebutkan contoh peristiwa di sekitar kalian yang menunjukkan sifat koligatif larutan.

## A. Pendahuluan

Di alam bebas hampir tidak ditemukan zat cair murni 100 %. Hampir semua cairan yang ada di bumi berbentuk larutan atau campuran. Larutan merupakan campuran yang homogen, yaitu suatu campuran serba sama, antara zat terlarut (*solute*) dan zat pelarut (*solvent*), sehingga tidak dapat dibedakan satu sama lain.



Sumber: Dokumentasi Penerbit

Adanya zat terlarut di dalam pelarut menyebabkan perubahan sifat fisik pada pelarut dan larutan tersebut. Sifat fisik yang mengalami perubahan misalnya penurunan tekanan uap, penurunan titik didih, kenaikan titik didih, dan tekanan osmosis.

Ada banyak hal yang menyebabkan larutan mempunyai sifat yang berbeda dengan pelarutnya. Salah satu sifat terpenting dari larutan adalah sifat koligatif larutan. Sifat koligatif didefinisikan sebagai **sifat fisik larutan yang hanya ditentukan oleh jumlah partikel dalam larutan dan tidak tergantung jenis partikelnya**. Beberapa sifat koligatif yang akan dibicarakan dalam bab ini meliputi penurunan tekanan uap pelarut, penurunan titik beku larutan, kenaikan titik didih larutan, dan tekanan osmosis larutan.

Jumlah zat terlarut dalam suatu larutan dinyatakan dengan konsentrasi larutan. Konsentrasi menyatakan komposisi secara kuantitatif perbandingan zat terlarut dengan pelarut dan atau larutan. Ada beberapa cara untuk menyatakan secara kuantitatif komposisi tersebut, antara lain adalah molaritas, molalitas, dan fraksi mol. Ketiganya akan menjadi dasar untuk mempelajari sifat koligatif larutan, sehingga ketiganya harus dipelajari terlebih dahulu.

### Gambar 1.1

Kristal garam diperoleh dari air laut yang diuapkan. Kristal garam tersebut, jika dilarutkan dalam air berubah menjadi partikel yang sangat kecil, sehingga garam dapat larut dalam air. Larutan garam merupakan campuran homogen.

## B. Molaritas, Molalitas, dan Fraksi Mol



### Ingat Kembali

Jumlah mol zat dapat ditentukan berdasarkan yang diketahui. Misal jika diketahui massa zat, maka jumlah mol zat dapat diperoleh dengan

$$n = \frac{\text{massa zat}}{\text{massa molar}} = \frac{W}{M_m}$$

Massa molar setara dengan massa atom relatif/massa molekul relatif.

### 1. Molaritas ( $M$ )

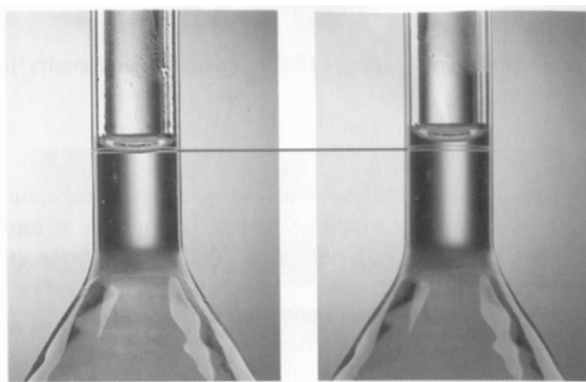
Molaritas merupakan satuan yang paling banyak digunakan. Konsentrasi molar dari larutan didefinisikan sebagai banyaknya mol zat terlarut dalam setiap liter larutan. Jadi, molaritas menyatakan perbandingan antara jumlah mol zat dengan volume dalam liter larutan. Molaritas disimbolkan dengan huruf  $M$  dan dinyatakan dalam mol  $L^{-1}$ .

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

dengan  $M$  = molaritas ..... (mol  $L^{-1}$ )  
 $V$  = volume larutan ..... (L)  
 $n$  = jumlah mol zat terlarut ..... (mol)

### Gambar 1.2

- (a) Larutan HCl 0,1 M pada suhu 20 C.  
 (b) Larutan pada Gambar (a) yang suhunya dinaikan menjadi 25 C.



(a)

(b)

Sumber: *General chemistry, Hill J. W, Petrucci R. H, Mc Creary T. W, dan Perry S. S*

Coba kalian perhatikan Gambar 1.2. Larutan HCl 0,1 M pada suhu 20 C, bagaimana sifat molaritas HCl jika suhunya dinaikan menjadi 25 C? Pada suhu ini permukaan larutannya menjadi lebih tinggi. Jika pada suhu yang tinggi, maka volume larutan menjadi lebih besar, sedangkan molaritasnya menjadi kurang dari 0,1 M.

### Contoh

Tentukan molaritas larutan  $H_2SO_4$  25 % (massa) yang mempunyai massa jenis 1,178 g  $mL^{-1}$ .

**Jawab**

25 % massa H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Mr H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: 98) dengan massa jenis 1,178. Misalkan massa larutan = 100 g.

$$25 \% \text{ massa H}_2\text{SO}_4 = \frac{25}{100} \times 100 \text{ gram} = 25 \text{ gram}$$

$$\text{Jumlah mol H}_2\text{SO}_4 = \frac{25 \text{ g}}{98 \text{ g mol}^{-1}} = 0,255 \text{ mol}$$

$$\text{Volume larutan (V)} = \frac{100 \text{ g}}{1,178 \text{ g mL}^{-1}} = 84,89 \text{ mL}$$

$$M = \frac{n}{V} = 0,255 \text{ mol} \times \frac{1000 \text{ mL L}^{-1}}{84,89 \text{ mL}} = 3,00 \text{ mol L}^{-1}$$

Jadi, molaritas larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 25 % (massa) adalah 3,00 mol L<sup>-1</sup>.



**Ingat Kembali**

Ar H = 1

S = 32

O = 16

Rumus massa jenis

$$\rho = \frac{m}{V}$$



**Sejauh Mana Pemahaman Kalian ?**

Kerjakan di buku latihan kalian.

1. Tentukan molaritas dari larutan yang terdiri atas 17,1 gram gula pasir (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>) dalam 0,25 liter larutan.
2. Berapa molaritas larutan asam sulfat 95 % dengan massa jenis 1,2 g mL<sup>-1</sup>?

**2. Molalitas (m)**

Molalitas menyatakan perbandingan mol zat terlarut dalam kilogram pelarut. Molalitas dinyatakan antara jumlah mol zat terlarut dengan massa dalam kg pelarut. Bagaimana simbol dari molalitas zat? Molalitas disimbolkan dengan *m*.

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

dengan *n* = jumlah mol zat terlarut ..... (mol)

*p* = massa pelarut ..... (kg)

*m* = molalitas ..... (mol kg<sup>-1</sup>)

Satuan molalitas adalah mol kg<sup>-1</sup>. 1 mol kg<sup>-1</sup> sama dengan 1 molal. Pada buku ini satuan molalitas yang digunakan adalah molal.

### Contoh

1. Berapa molalitas larutan yang dibuat dari 4 gram NaOH dengan 200 gram air?

#### Jawab

4 gram NaOH dalam 200 gram air

$$\text{Jumlah mol NaOH} = \frac{4 \text{ g}}{40 \text{ g mol}^{-1}}$$

$$= 0,1 \text{ mol}$$

$$\text{Massa pelarut (air)} = \frac{200}{1000} \text{ kg}$$

$$= 0,2 \text{ kg}$$

$$m = \frac{n}{p} = \frac{0,1 \text{ mol}}{0,2 \text{ kg}}$$

$$= 0,5 \text{ molal}$$

Jadi, molalitas larutan NaOH adalah 0,5 m.

2. Tentukan molalitas larutan glukosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) 6 %.

#### Jawab

Larutan glukosa 6 % mengandung arti bahwa setiap 100 gram larutan massa glukosa = 6 gram dan massa air 94 gram

$$\text{Massa glukosa dalam 6 \% glukosa} = \frac{6}{100} \times 100 \text{ gram}$$

$$= 6 \text{ gram}$$

$$\text{Massa pelarut} = (100 - 6) \text{ gram} = 94 \text{ gram} = 0,094 \text{ kg}$$

$$\text{Jumlah mol glukosa} = \frac{6 \text{ g}}{180 \text{ g mol}^{-1}} = 0,033 \text{ mol}$$

$$m = \frac{0,033 \text{ mol}}{0,094 \text{ kg}} = 0,35 \text{ molal}$$

Jadi, molalitas larutan glukosa 6 % adalah 0,35 molal.



#### Ingat Kembali

Ar Na = 23

H = 1

O = 16

1 mol  $\text{kg}^{-1}$  =

1 molal = 1 m.



#### Ingat Kembali

Ar C = 12

H = 1

O = 16



### Sejauh Mana Pemahaman Kalian ?

Kerjakan di buku latihan kalian.

1. Tentukan molalitas larutan yang dibuat dengan melarutkan 12 gram urea  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  dalam 250 gram air.

- Berapa molalitas larutan alkohol yang mengandung 23 % massa etanol ( $M_r = 46$ )?
- Hitung kadar (% massa) glukosa dalam larutan glukosa 2 molal.

### 3. Fraksi mol

Fraksi mol merupakan satuan konsentrasi yang menyatakan perbandingan antara jumlah mol salah satu komponen larutan (jumlah mol zat pelarut atau jumlah mol zat terlarut) dengan jumlah mol total larutan. Fraksi mol disimbolkan dengan  $\chi$ . Misal dalam larutan hanya mengandung 2 komponen, yaitu zat B sebagai zat terlarut dan A sebagai pelarut, maka fraksi mol A disimbolkan  $\chi_A$  dan  $\chi_B$  untuk fraksi mol zat terlarut.

$$\chi_A = \frac{n_A}{n_A + n_B}$$

$$\chi_B = \frac{n_B}{n_A + n_B}$$

dengan  $\chi_A$  = fraksi mol pelarut  
 $\chi_B$  = fraksi mol zat terlarut  
 $n_A$  = jumlah mol pelarut  
 $n_B$  = jumlah mol zat terlarut

Jumlah fraksi mol pelarut dengan zat terlarut sama dengan 1.

$$\chi_A + \chi_B = 1$$

#### Contoh

- Tentukan fraksi mol etanol ( $M_r = 46$ ) dalam larutan etanol 46 % massa.

#### Jawab

Larutan etanol 46 % mengandung arti bahwa setiap 100 gram larutan mengandung:

$$\text{Massa etanol} = \frac{46}{100} \times 100 \text{ g} = 46 \text{ g}$$

$$\text{Massa air} = (100 - 46) \text{ g} = 54 \text{ g}$$

$$\text{Jumlah mol etanol } (n_B) = \frac{46 \text{ g}}{46 \text{ g mol}^{-1}} = 1 \text{ mol}$$

$$\text{Jumlah mol air } (n_A) = \frac{54 \text{ g}}{18 \text{ g mol}^{-1}} = 3 \text{ mol}$$

#### Kegiatan Mandiri

Suatu campuran mengandung 20 mol etanol dan 5 mol air. Hitung fraksi mol etanol dan air dalam campuran tersebut. Komunikasikan hasilnya dengan teman kalian.



**Ingat Kembali**

$$\chi_A + \chi_B = 1$$

Persen (%)

$$= \frac{\text{bagian zat}}{\text{bagian total}} \times 100 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Fraksi mol etanol} = \chi_B &= \frac{n_B}{n_A + n_B} \\ &= \frac{1 \text{ mol}}{1 \text{ mol} + 3 \text{ mol}} = 0,25 \end{aligned}$$

Jadi, fraksi mol etanol adalah 0,25.

2. Berapa kadar (dalam %) glukosa ( $C_6H_{12}O_6$ ) dalam suatu larutan, jika diketahui fraksi mol glukosa dalam larutan itu sama dengan 0,2 (Mr glukosa = 98)?

### Jawab

Jika fraksi mol glukosa = 0,2; maka fraksi mol air = 0,8

$$\begin{aligned} \text{Jumlah mol glukosa} : \text{jumlah mol air} &= 0,2 : 0,8 \\ &= 1 : 4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa glukosa} : \text{massa air} \\ &= (\text{mol glukosa} \times \text{Mr glukosa}) : (\text{mol air} \times \text{Mr air}) \\ &= (1 \times 98) : (4 \times 18) \\ &= 98 : 72 \end{aligned}$$

$$\text{Kadar (\%)} \text{ glukosa} = \frac{98}{170} \times 100 \% = 0,58 \%$$

Jadi, kadar glukosa dalam larutan sebesar 0,58 %.



### Sejauh Mana Pemahaman Kalian ?

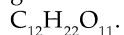
**Kerjakan di buku latihan kalian.**

1. Suatu larutan dibuat dengan melarutkan 2 gram NaOH dalam 90 gram air. Tentukan fraksi mol pelarut. (Ar Na = 23, O = 16, H = 1).
2. Tentukan fraksi mol urea 2 %.
3. Jika fraksi mol air dalam larutan glukosa adalah 0,1; maka berapa kadar (%) glukosa.
4. Massa jenis HCl pekat 36 % adalah  $1,05 \text{ kg L}^{-1}$ . Tentukan volume HCl pekat untuk memperoleh HCl 0,125 M sebanyak 100 mL.
5. Bu Atik melarutkan gula 250 g dalam air. Larutan ini mempunyai massa jenis  $1,104 \text{ g mL}^{-1}$  pada suhu 20 C. Hitung molaritas, molalitas, dan fraksi mol dari larutan yang dibuat Bu Atik.



**Ingat Kembali**

Rumus molekul gula adalah





## Latihan 1

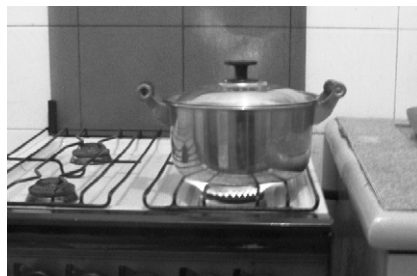
Kerjakan di buku latihan kalian.

1. Tentukan molaritas larutan etanol 43 % dalam air dengan massa jenis  $0,95 \text{ g mL}^{-1}$ .
2. Hitung molaritas 200 mL larutan glukosa yang mengandung 2 gram glukosa.
3. Gas  $\text{H}_2\text{S}$  dapat melarut dalam aseton dengan molaritas 0,1 M. Berapa mL gas  $\text{H}_2\text{S}$  yang dapat melarut dalam 100 mL aseton?
4. Hitung molalitas larutan yang mengandung 1 gram NaCl dan 100 gram air.
5. Tentukan molalitas etanol 95 %.
6. Dua gram NaOH dilarutkan dalam 150 mL air. Berapa molalitas larutannya?
7. Berapa gram urea dan berapa gram air yang diperlukan untuk membuat larutan urea 2 molal?
8. Tentukan fraksi mol urea dalam larutan urea 60 %.
9. Berapa kadar (%) etanol dalam larutan etanol, jika fraksi etanol adalah 0,2?
10. Larutan NaCl 10 % mempunyai massa jenis  $1,1 \text{ kg L}^{-1}$ . Berapa molalitas dan fraksi mol air dalam larutan tersebut?

## C. Penurunan Tekanan Uap Pelarut oleh Zat Terlarut

### 1. Pengertian tekanan uap jenuh

Zat cair atau padat jika dimasukkan dalam suatu ruang tertutup akan menguap sampai ruang tersebut jenuh. Pada keadaan jenuh, proses penguapan tetap berlangsung yang disertai proses pengembunan dengan laju yang sama. Dalam keadaan ini terjadi kesetimbangan dinamis antara zat cair atau padat dengan uap jenuhnya. Tekanan yang ditimbulkan oleh uap jenuh disebut **tekanan uap jenuh**. Gambar 1.3 memperlihatkan terjadinya kesetimbangan dinamis antara zat cair dengan uap jenuhnya.



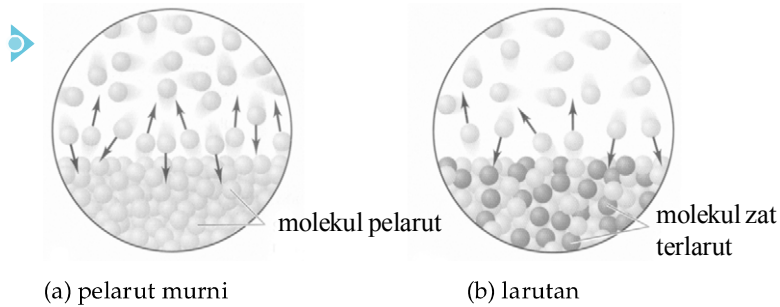
Sumber: Dokumentasi Penerbit

Gambar 1.3

Air mendidih mengalami proses penguapan dan pengembunan.

Gambar 1.4

Kesetimbangan dinamis antara zat cair atau zat padat dengan uap jenuhnya.



Sumber: *Chemistry, The molecular Nature of Matter and Change, Silberberg M. S.*

Tekanan uap jenuh dipengaruhi oleh jenis zat dan suhu. Jika zat yang memiliki gaya tarik-menarik antarpartikel relatif besar, maka zat tersebut sukar menguap sehingga memiliki tekanan uap jenuh yang relatif kecil. Contoh garam dan gula. Bagaimana jika zat yang memiliki gaya tarik-menarik antarpartikel relatif lemah? Untuk zat yang memiliki gaya tarik menarik antarpartikel relatif lemah, maka zat tersebut akan mudah menguap. Sehingga, zat ini memiliki tekanan uap jenuh yang relatif tinggi. Contoh etanol dan eter.

Selain jenis zat, tekanan uap jenuh juga dipengaruhi oleh suhu. Kenaikan suhu menyebabkan energi kinetik molekul-molekul cairan bertambah besar sehingga lebih banyak molekul yang dapat meninggalkan permukaan memasuki fase gas. Hal ini mengakibatkan molaritas cairan makin besar yang artinya tekanan uap jenuhnya juga semakin besar. Apa yang dapat kalian simpulkan? Jika suhu dinaikan, maka tekanan uap jenuh akan bertambah besar. Tekanan uap jenuh air pada berbagai suhu disajikan dalam Tabel 1.1.

**Tabel 1.1.** Tekanan uap jenuh air pada berbagai suhu

No	Suhu (°C)	P (mmHg)	No	Suhu (°C)	P (mmHg)
1	0	4,58	14	60	149,4
2	5	6,54	15	65	187,5
3	10	9,21	16	70	233,7
4	16	13,63	17	80	355,1
5	20	17,54	18	90	525,8
6	25	23,76	19	92	567,0
7	27	26,74	20	94	610,9

No	Suhu (°C)	P (mmHg)	No	Suhu (°C)	P (mmHg)
8	30	31,82	21	98	707,3
9	35	42,2	22	100	760,0
10	40	55,3	23	102	815,9
11	45	71,9	24	106	937,9
12	50	97,5	25	108	1004,6
13	55	118,0	26	110	1074,6

Sumber: General chemistry, Hill J. W, Petrucci R. H, McCreary T. W, dan Perry S. S

## 2. Penurunan tekanan uap ( $\Delta P$ )

Adakah pengaruh zat terlarut terhadap tekanan uap jenuh larutannya? Bagaimana pengaruh itu? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, perhatikan data tekanan uap jenuh beberapa larutan pada suhu 28 °C di bawah ini.

Tekanan uap jenuh air	= 28,36 mmHg
Tekanan uap larutan urea 0,1 M	= 27,85 mmHg
Tekanan uap larutan urea 0,2 M	= 27,34 mmHg

Apa yang dapat kalian simpulkan tentang ketiga tekanan uap tersebut? Berdasarkan data di atas, dapat disimpulkan bahwa tekanan uap suatu larutan akan semakin kecil, jika molaritas larutan semakin besar (bertambahnya zat terlarut). Hal ini dikarenakan molaritas larutan yang semakin besar, mengakibatkan fraksi mol zat terlarut juga bertambah besar.

*Francois Raoult (dikenal Raoult)*, seorang ahli kimia dari Perancis mendapatkan hubungan antara tekanan uap jenuh larutan dengan tekanan jenuh pelarut dari konsentrasi larutan. Menurut *Raoult*, jika zat nonelektrolit yang sukar menguap dilarutkan, maka besarnya tekanan uap larutan tersebut dirumuskan sebagai berikut.

$$P = P^{\circ} \chi_A$$

dengan  $P$  = tekanan uap jenuh larutan ..... (mmHg)  
 $P^{\circ}$  = tekanan uap jenuh pelarut murni ..... (mmHg)  
 $\chi_A$  = fraksi mol pelarut

Karena zat terlarut sukar menguap (nonvolatil), maka diperoleh hubungan  $P$  larutan sebagai berikut.

$$P = P^{\circ} \chi_A$$

di mana  $\chi_A < 1$  sehingga  $P < P^{\circ}$

Dari persamaan ini nampak bahwa terjadi penurunan tekanan uap dari pelarut. Besarnya penurunan tekanan uap tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\Delta P &= P^0 - P \\ &= P^0 - P^0 \times \chi_A \\ &= P^0 (1 - \chi_A)\end{aligned}$$

karena  $\chi_A + \chi_B = 1$ , maka

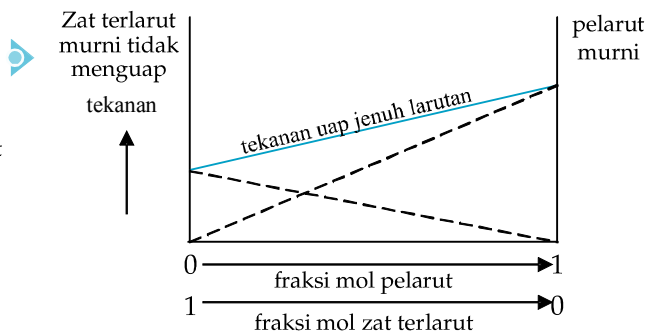
$$\Delta P = P^0 \times \chi_B$$

Jadi, penurunan tekanan uap pelarut tergantung pada banyaknya molaritas zat terlarut, sehingga tidak tergantung pada jenis zat terlarut.

Larutan yang memenuhi hukum-hukum di atas disebut larutan ideal dan itu terdapat pada larutan encer. Hubungan antara molaritas larutan dengan tekanan uap jenuh pelarut dari larutan ideal diberikan pada Gambar 1.5.

**Gambar 1.5**

Diagram  $P$ - $\chi$  larutan ideal dengan zat terlarut tidak menguap.



Berdasarkan pada Hukum *Raoult* yang telah diuraikan di atas, dapat ditentukan penurunan tekanan uap pelarut ( $\Delta P$ ) jika  $M_r$  zat terlarut diketahui. Sebaliknya,  $M_r$  zat terlarut dapat ditentukan jika  $\Delta P$  dapat diukur.

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

$$\begin{aligned}&= P^0 \times \frac{\frac{w_B}{M_{r_B}}}{\frac{w_A}{M_{r_A}} + \frac{w_B}{M_{r_B}}}\end{aligned}$$

Untuk larutan yang sangat encer berlaku

$$\frac{w_A}{M_{r_A}} \gg \frac{w_B}{M_{r_B}}$$



**Ingat Kembali**

$w_A$  = massa pelarut  
 $w_B$  = massa zat terlarut

$$\Delta P = P^o \times \frac{\frac{w_B}{Mr_B}}{\frac{w_A}{Mr_A}} = P^o \times \frac{w_B}{Mr_B} \times \frac{Mr_A}{w_A}$$



**Ingat Kembali**  
 Satuan massa gram disingkat g.

- dengan  $w_A$  = massa pelarut ..... (g)  
 $w_B$  = massa zat terlarut ..... (g)  
 $Mr_A$  = massa molekul relatif pelarut ..... (g mol<sup>-1</sup>)  
 $Mr_B$  = massa molekul relatif zat terlarut.. (g mol<sup>-1</sup>)

**Contoh**

1. Tentukan tekanan uap jenuh air pada larutan yang mengandung 12 % massa urea CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>, jika diketahui tekanan uap jenuh air pada suhu 30 °C = 31,82 mmHg.

**Jawab**

Dalam 100 gram larutan terdapat

Massa urea 12 % =  $\frac{12}{100} \times 100 \text{ g} = 12 \text{ g}$

Jumlah mol urea =  $\frac{12}{60} \text{ mol} = 0,2 \text{ mol}$

Massa pelarut (air) = (100 - 12) g = 88 g

Jumlah mol air =  $\frac{88 \text{ g}}{18 \text{ g mol}^{-1}}$

$\chi_A = \frac{4,89 \text{ mol}}{4,89 \text{ mol} + 0,2 \text{ mol}} = 0,96$

$P = P^o \chi_A$   
 $= 31,82 \text{ mmHg} \times 0,96 = 30,55 \text{ mmHg}$

Jadi, tekanan uap jenuh air dengan adanya zat terlarut menurun menjadi 30,55 mmHg.

2. Larutan nonelektrolit terdiri atas 10 gram zat terlarut B yang sukar menguap dan 200 gram zat pelarut A. Pada suhu tertentu, tekanan uap larutan adalah 434,10 mmHg. Jika pada suhu tersebut tekanan uap jenuh pelarut A murni sama dengan 442,20 mmHg, maka hitung massa molekul relatif zat terlarut B (Mr A = 74).

**Jawab**

$$\text{Jumlah mol zat terlarut (B), } n_B = \frac{10}{\text{Mr B}} \text{ mol}$$

$$\text{Jumlah mol pelarut (A)} = \frac{200 \text{ g}}{74 \text{ g mol}^{-1}} = 2,7 \text{ mol}$$

$$\chi_A = \frac{n_A}{n_A + n_B} = \frac{2,7}{2,7 + \frac{10}{\text{Mr B}}} \dots\dots\dots(i)$$

$$P = P^\circ \times \chi_A$$

$$\chi_A = \frac{P}{P^\circ}$$

$$\chi_A = \frac{434,10 \text{ mmHg}}{442,20 \text{ mmHg}} = 0,98 \dots\dots\dots(ii)$$

Berdasarkan persamaan (i) dan (ii) diperoleh

$$0,98 = \frac{2,7}{2,7 + \frac{10}{\text{Mr B}}}$$

$$2,7 = 0,98 \left( 2,7 + \frac{10}{\text{Mr B}} \right)$$

$$2,7 = 2,646 + \frac{9,8}{\text{Mr B}}$$

$$\frac{9,8}{\text{Mr B}} = 2,7 - 2,646$$

$$\frac{9,8}{\text{Mr B}} = 0,054$$

$$0,054 \text{ Mr B} = 9,8$$

$$\text{Mr B} = \frac{9,8}{0,054}$$

$$\text{Mr B} = 181,5$$

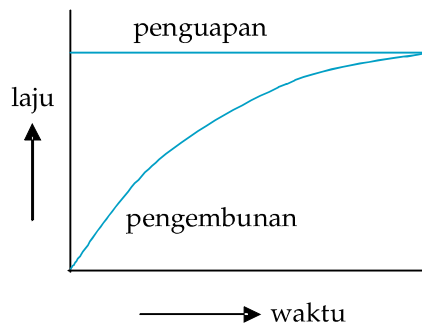
Jadi, massa molekul relatif zat terlarut adalah 181,5 g mol<sup>-1</sup>.


**Latihan 2**

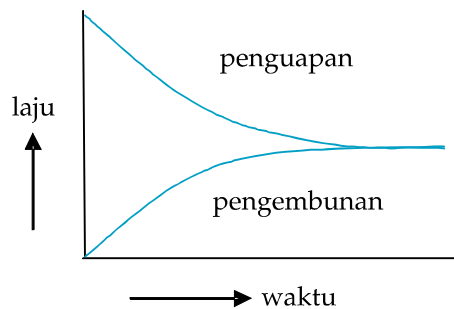
Kerjakan di buku latihan kalian.

1. Apa yang dimaksud dengan:
  - a. uap jenuh,
  - b. tekanan uap jenuh,
  - c. kesetimbangan dinamis,
  - d. zat nonvolatil,
  - e. pelarut murni,
  - f. larutan ideal?
2. Jelaskan pengaruh penambahan zat terlarut terhadap tekanan uap larutan.
3. Pada suhu  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , tekanan uap jenuh air adalah  $17,54\text{ mmHg}$ , perkirakan besarnya tekanan uap air laut pada suhu yang sama? Jelaskan alasan kalian.
4. Pada suhu yang sama, mana yang mempunyai tekanan uap lebih tinggi, larutan urea  $5\%$  atau larutan urea  $10\%$ ? Mengapa?
5. Mengapa penurunan tekanan uap termasuk ke dalam sifat koligatif larutan?
6. Bagaimana *Raoult* menyatakan hubungan antara tekanan uap jenuh larutan dengan fraksi molnya?
7. Tekanan uap jenuh air pada suhu  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  adalah  $31,82\text{ mmHg}$ . Pada suhu yang sama, hitung
  - a. tekanan uap jenuh larutan glukosa  $20\%$ ,
  - b. tekanan uap jenuh larutan glukosa  $2\text{ molar}$ .
8. Dalam suatu ruang tertutup, akan terjadi kesetimbangan dinamis antara zat cair dengan uap jenuhnya. Diantara dua grafik berikut, mana

yang menggambarkan laju penguapan yang benar menuju keadaan setimbang? Berikan alasan kalian.



(a)



(b)

9. Suatu larutan terdiri atas  $72\text{ gram}$  air dan  $32\text{ gram}$  zat nonelektrolit B. Tekanan uap larutan adalah  $14,4\text{ mmHg}$ . Jika Hukum *Raoult* berlaku, maka hitung tekanan uap jenuh pelarut murni. (Massa molekul relatif B adalah  $32$ ).
10. Tekanan uap jenuh air pada  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  adalah  $23,76\text{ mmHg}$ . Pada suhu yang sama, larutan x glukosa dalam  $90\text{ gram}$  air mempunyai tekanan uap  $22,34\text{ mmHg}$ . Hitung nilai  $x$ .

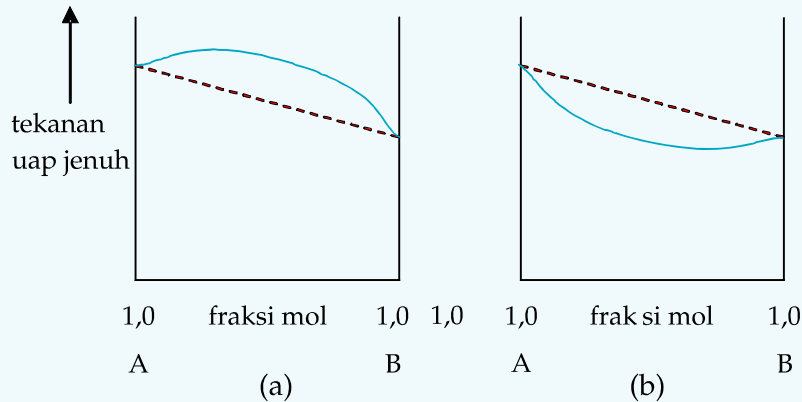
### Kegiatan Mandiri

Cari informasi selengkap mungkin dapat melalui literatur maupun internet, mengapa bisa terjadi penyimpangan positif dan negatif pada tekanan uap jenuh larutan? Tuangkan pikiran kalian dalam sebuah laporan dan komunikasikan dengan teman kalian.



## Tahukah Kalian

Hukum *Raoult* berlaku untuk larutan ideal, meskipun pada umumnya larutan menyimpang dari perilaku ideal. Perhatikan gambar berikut yang menunjukkan penyimpangan dari Hukum *Raoult*.



----- = ideal

Penyimpangan seperti ditunjukkan pada gambar di atas, dijelaskan sebagai berikut.

- Gambar (a) menunjukkan penyimpangan positif, yaitu tekanan uap jenuh larutan lebih besar daripada nilai idealnya. Misalnya campuran alkohol dengan alkana menunjukkan penyimpangan positif.
- Gambar (b) menunjukkan penyimpangan negatif, yaitu tekanan uap jenuh larutan lebih rendah daripada nilai idealnya. Misalnya campuran aseton dengan kloroform menunjukkan penyimpangan negatif.

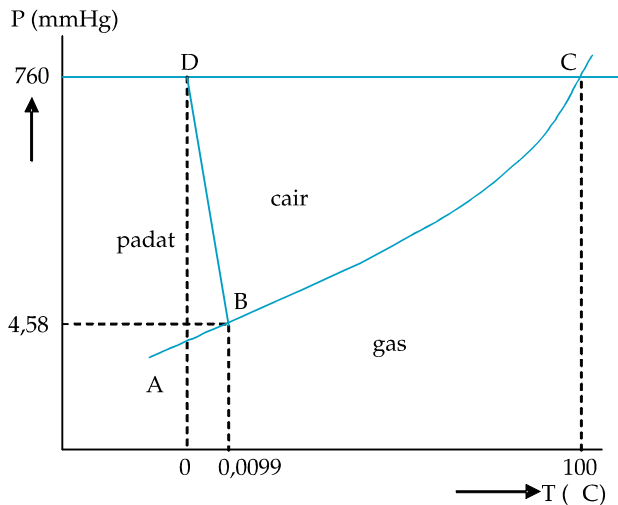
## D. Kenaikan Titik Didih Larutan

### 1. Diagram *P-T*

Diagram *P-T* (seperti terlihat pada Gambar 1.6) menunjukkan plot tekanan uap terhadap suhu. Gambar 1.6 memperlihatkan diagram *P-T* untuk air. Setiap titik pada garis BC menunjukkan air akan mendidih pada kondisi suhu dan tekanan tertentu. Contoh pada tekanan 760 mmHg air mendidih pada suhu 100 °C, sedangkan pada tekanan 4,58 mmHg air akan mendidih pada



suhu  $0,0099\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Garis BC ini kemudian dikenal sebagai garis didih. Adapun garis BD disebut garis beku, yang mana setiap titik pada garis tersebut menunjukkan kondisi ( $P$  dan  $T$ ) air dapat membeku. Pada tekanan  $760\text{ mmHg}$  air membeku pada suhu  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sedangkan pada tekanan  $4,58\text{ mmHg}$  air membeku pada suhu  $0,0099\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Perhatikan titik B, perpotongan antara garis didih dan garis beku. Pada titik ini, tiga fase yaitu padat, cair, dan gas berada pada kesetimbangan. Titik perpotongan ini kemudian dikenal sebagai titik tripel.



**Gambar 1.6**  
Diagram  $P$ - $T$  air.

## 2. Titik didih ( $T_b$ )

Suhu pada saat tekanan uap jenuh cairan sama dengan tekanan luarnya (tekanan pada permukaan cairan) disebut dengan titik didih. Jika tekanan uap sama dengan tekanan luar, maka gelembung uap yang terbentuk dalam cairan dapat mendorong diri ke permukaan menuju fase gas. Di permukaan air laut dengan tekanan  $760\text{ mmHg}$ , air mendidih pada suhu  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Bagaimana jika air dididihkan di tempat paling tinggi seperti di puncak *Everest*? Apakah titik didihnya sama dengan air yang dididihkan di daerah permukaan air laut? Tentunya tidak sama, di puncak *Everest* yang merupakan tempat tertinggi di dunia, air mendidih pada suhu  $71\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Titik didih yang diukur pada tekanan  $760\text{ mmHg}$  disebut titik didih normal (titik didih pada  $760\text{ mmHg}$ ). Titik didih normal air adalah  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



**Ingat Kembali**  
*b* kependekan dari boiling, yang artinya mendidih.

### 3. Kenaikan titik didih larutan ( $\Delta T_b$ )

Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa zat cair akan mendidih jika tekanan uap jenuh zat cair tersebut sama dengan tekanan udara di sekitarnya. Jika air murni dipanaskan pada tekanan 1 atm (760 mmHg), maka air akan mendidih pada suhu 100 °C. Jika pada suhu yang sama dilarutkan gula, maka tekanan uap air akan turun. Jika semakin banyak gula yang dilarutkan, maka makin banyak penurunan tekanan uapnya. Hal ini mengakibatkan larutan gula belum mendidih pada suhu 100 °C. Agar larutan gula cepat mendidih, diperlukan suhu yang cukup tinggi, sehingga tekanan uap jenuhnya sama dengan tekanan uap di sekitarnya. Selisih antara titik didih larutan dengan titik didih pelarut murni disebut **kenaikan titik didih ( $\Delta T_b$ )**.

$$\begin{aligned}\Delta T_b &= T_b \text{ larutan} - T_b \text{ pelarut} \\ &= T_b - T_b^0\end{aligned}$$

dengan  $T_b$  larutan ( $T_b$ ) = titik didih larutan ..... ( C )

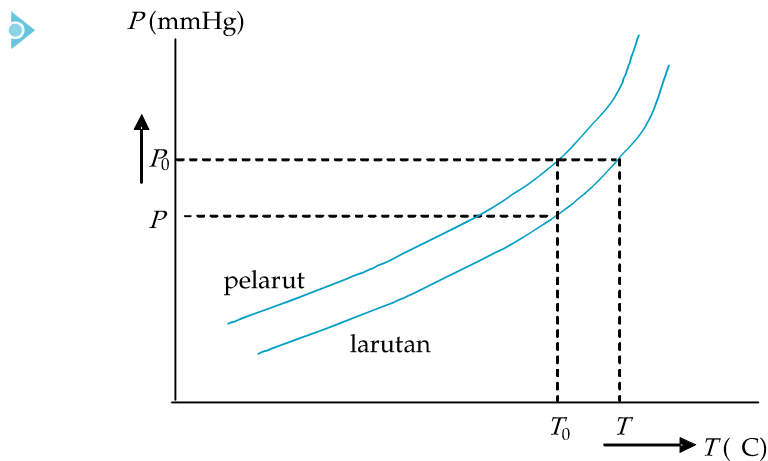
$T_b$  pelarut ( $T_b^0$ ) = titik didih pelarut ..... ( C )

$\Delta T_b$  = kenaikan titik didih ..... ( C )

Perhatikan Gambar 1.7, pada setiap saat  $P$  selalu lebih kecil dari  $P_0$ , sehingga grafik tekanan uap larutan selalu ada di bawah pelarut dan titik didih larutan akan lebih tinggi dari pelarut murninya.

**Gambar 1.7**

Diagram  $P$ - $T$  pelarut dan larutan.



Kenaikan titik didih hanya tergantung pada jenis pelarut dan molaritas larutan, tidak tergantung pada jenis zat terlarut. Untuk larutan encer, hubungan antara kenaikan titik didih dengan molaritas larutan dinyatakan sebagai berikut.

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

dengan  $\Delta T_b$  = kenaikan titik didih ..... ( C)  
 $m$  = molalitas larutan ..... (molal)  
 $K_b$  = tetapan kenaikan titik didih molal .....( C molal<sup>-1</sup>)

Tetapan kenaikan titik didih molal adalah nilai kenaikan titik didih jika molaritas larutan sebesar 1 molal. Harga  $K_b$  ini tergantung pada jenis pelarut. Harga  $K_b$  dari beberapa pelarut diberikan pada Tabel 1.2.

**Tabel 1.2.**  $K_b$  untuk beberapa pelarut

Pelarut	Titik Didih (°C)	$K_b$ C molal <sup>-1</sup>
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

Sumber: *General chemistry, Hill J. W, Petrucci R. H, McCreary T. W, dan Perry S. S*

### Contoh

1. Tentukan kenaikan titik didih larutan gula 0,2 molal jika  $K_b$  air = 0,52 C molal<sup>-1</sup>.

#### Jawab

Larutan gula 0,2 molal.

$$\begin{aligned}\Delta T_b &= m \times K_b \\ &= 0,2 \text{ molal} \times 0,52 \text{ C molal}^{-1} \\ &= 0,104 \text{ C}\end{aligned}$$

Jadi, titik didih larutan gula tersebut adalah 0,104 °C.

2. Berapa titik didih dari 3,6 glukosa dalam 250 gram benzena, jika titik didih benzena 80,1 °C dan  $K_b = 2,52 \text{ C molal}^{-1}$ ?

#### Jawab

Larutan 3,6 gram glukosa dalam 250 gram benzena.

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

$$m = \frac{\text{jumlah mol zat terlarut}}{\text{massa (kg) pelarut}}$$

$$\text{Jumlah mol zat} = \frac{\text{massa zat}}{M_r}$$

### Kegiatan Mandiri

Buat diagram  $P$ - $T$  untuk air berdasarkan data pada Tabel 1.2 dengan sebaik mungkin. Jelaskan maksud diagram tersebut dan komunikasikan dengan teman kalian.

massa g dikonversikan ke kg menjadi  $\frac{P\text{gram}}{1000}$ , maka

$$m = \frac{\frac{\text{massa zat}}{\text{Mr}}}{\frac{p}{1000}} = \frac{\text{massa zat}}{\text{Mr}} \times \frac{1000}{P}$$

$$= \frac{3,6 \text{ g}}{180 \text{ g mol}^{-1}} \times \frac{1000}{250} \text{ kg}^{-1} = 0,08 \text{ molal}$$

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

$$= 0,08 \text{ molal} \times 2,52 \text{ C molal}^{-1}$$

$$= 0,2016 \text{ C}$$

$$\text{Titik didih larutan} = \text{titik didih pelarut} + \Delta T_b$$

$$= 80,1 \text{ C} + 0,2016 \text{ C}$$

$$= 80,3016 \text{ C}$$

Jadi, titik didih larutan tersebut adalah 80,3016 °C.

3. Suatu zat nonelektrolit yang massanya 3,42 gram dilarutkan dalam 200 gram air. Larutan itu mendidih pada suhu 100,026 °C. Tentukan massa molekul zat tersebut jika  $K_b$  air = 0,52 C molal<sup>-1</sup>.

**Jawab**

$$\Delta T_b = \text{titik didih larutan} - \text{titik didih pelarut}$$

$$= 100,026 \text{ C} - 100 \text{ C}$$

$$= 0,026 \text{ C}$$

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

$$\Delta T_b = \frac{\text{massa zat}}{\text{Mr}} \times \frac{1000}{P} \times K_b$$

$$0,026 \text{ C} = \frac{3,42 \text{ g}}{\text{Mr}} \times 5 \text{ kg}^{-1} \times 0,52 \text{ C molal}^{-1}$$

$$0,026 = \frac{8,892}{\text{Mr}}$$

$$\text{Mr} = \frac{8,892}{0,026} \text{ g mol}^{-1}$$

$$\text{Mr} = 3,42 \text{ g mol}^{-1}$$

Jadi, massa molekul relatif zat nonelektrolit tersebut adalah 3,42 g mol<sup>-1</sup>.



## Aktivitas Kimia

### Mempelajari pengaruh zat terlarut terhadap titik didih larutan

#### Alat

- beker gelas
- termometer
- pembakar bunsen
- pengaduk
- kaki tiga

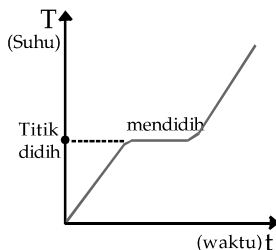
#### Bahan

- air suling
- garam dapur
- gula pasir

#### Cara kerja

1. Masukkan masing-masing 100 mL air suling ke dalam 3 beker gelas berbeda. Beri nomor masing-masing beker gelas.
2. Tambahkan 2 gram gula pasir pada beker gelas 1 dan 2 gram garam dapur dalam beker gelas 2.
3. Panaskan ketiga beker tersebut dalam 3 pembakar yang berbeda.
4. Siapkan termometer
5. Amati dan catat di buku kerja kalian, pada suhu berapa ketiga larutan tersebut mendidih.

*catatan: Larutan dikatakan mendidih ketika suhu larutan tersebut sudah tidak berubah lagi. Suhu tersebut merupakan titik didih. Jika digambar grafiknya seperti gambar di samping.*



6. Lakukan kegiatan yang sama dengan massa gula pasir dan garam dapur sebanyak 3 gram.

#### Hasil pengamatan

Buat dan lengkapi tabel di bawah ini pada buku kerja kalian.

Larutan	Titik didih
Air suling	....
Air suling + 2 gram gula	....
Air suling + 2 gram garam dapur	....
Air suling + 3 gram gula	....
Air suling + 3 gram garam dapur	....

**Evaluasi dan kesimpulan**

Kerjakan di buku kerja kalian.

1. Hitung molalitas masing-masing larutan dalam aktivitas kimia.
2. Bagaimana titik didih larutan dibandingkan dengan pelarut murni?
3. Bagaimana pengaruh molalitas terhadap titik didih larutan?
4. Pada molalitas yang sama, bagaimana gula pasir dibandingkan dengan garam dapur terhadap titik didih larutan? Jelaskan mengapa demikian.
5. Kesimpulan apa yang kalian dapatkan dari aktivitas ini dan diskusikan dengan teman kalian.


**Latihan 3**

Kerjakan di buku latihan kalian.

1. Berapa titik tripel air?
2. Berdasarkan diagram  $P$ - $T$  yang telah kalian buat, berapa titik didih air jika
  - a. tekanan udara 100 mmHg,
  - b. tekanan udara 55 mmHg,
  - c. tekanan udara 500 mmHg.
3. Bagaimana hubungan tekanan dengan titik didih larutan?
4. Mana yang mempunyai titik didih lebih rendah, air murni, atau air laut?
5. Berapa titik didih larutan 6,4 gram glukosa dalam 100 gram benzena?
6. Tentukan titik didih larutan urea 1 molal pada tekanan 1 atm.
7. Berapa kenaikan titik didih larutan glukosa 30%?
8. Larutan 4 gram zat B dalam 100 gram benzena menimbulkan kenaikan titik didih sebesar  $0,56^\circ\text{C}$ . Jika  $K_b$  benzena =  $2,52^\circ\text{C molal}^{-1}$ , maka tentukan massa molekul relatif zat B tersebut.
9. Di suatu daerah, air mendidih pada suhu  $92^\circ\text{C}$ . Jika tekanan uap air jenuh pada suhu tersebut adalah 567 mmHg.
  - a. Berapa tekanan udara rata-rata di daerah tersebut?
  - b. Berapa gram urea harus dilarutkan dalam 1 kg air agar mendidih pada suhu  $100^\circ\text{C}$ ?
10. Untuk menentukan rumus molekul belerang  $S_n$ , dilarutkan 5,5 gram belerang dalam 350 mL  $\text{CS}_2$ . Titik didih pelarut adalah  $46,13^\circ\text{C}$  dan titik didih larutan  $46,33^\circ\text{C}$ . Jika  $K_b = 2,34^\circ\text{C molal}^{-1}$ ; maka hitung nilai  $n$ .

## E. Penurunan Titik Beku Larutan ( $\Delta T_f$ )

### 1. Titik beku ( $T_f$ )

Kalian telah belajar titik didih larutan pada penjelasan sebelumnya. Bagaimana dengan titik beku larutan, dapatkah kalian menjelaskannya? Untuk dapat menjawabnya dapat kalian perhatikan penjelasan berikut.

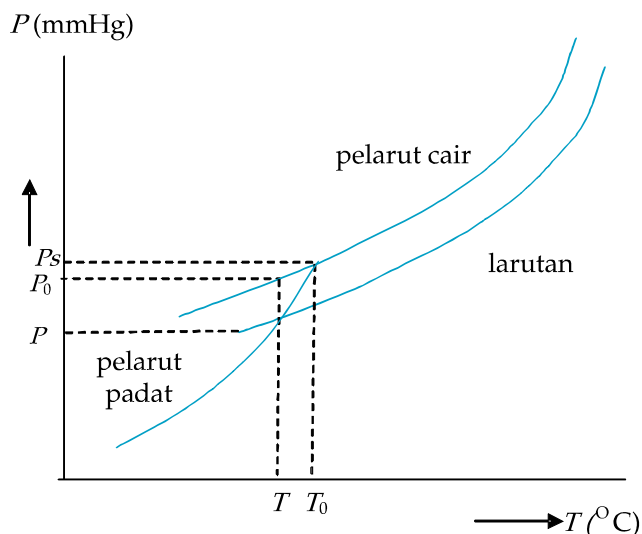
Titik beku larutan adalah suhu pada saat tekanan uap cairan sama dengan tekanan uap padatnya. Tekanan luar tidak terlalu berpengaruh pada titik beku. Pada tekanan 760 mmHg, air membeku pada suhu 0 °C, sedangkan pada tekanan 4,58 mmHg air akan membeku pada suhu 0,0099 °C.

### 2. Penurunan titik beku

Larutan akan membeku pada suhu yang lebih rendah dari pelarutnya. Perhatikan Gambar 1.8, apa yang dapat kalian jelaskan. Pada setiap saat tekanan uap larutan selalu lebih rendah daripada pelarut murni. Ini berarti penurunan tekanan uap jenuh menyebabkan penurunan titik beku larutan.

$$\begin{aligned} \Delta T_f &= T_f \text{ pelarut} - T_f \text{ larutan} \\ &= T_f^0 - T_f \end{aligned}$$

dengan  $T_f \text{ pelarut} ( T_f^0 ) = \text{titik beku pelarut} \dots\dots\dots ( C )$   
 $T_f \text{ larutan} ( T_f ) = \text{titik beku larutan} \dots\dots\dots ( C )$



**Gambar 1.8**  
 Diagram  $P$ - $T$   
 larutan dan pelarut.

Hubungan antara penurunan titik beku dengan molalitas larutan dirumuskan sebagai berikut.

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

dengan  $m$  = molalitas larutan ..... (molal)

$K_f$  = tetapan penurunan titik beku molal (°C molal<sup>-1</sup>)

Beberapa harga tetapan penurunan titik beku molal pelarut diberikan pada Tabel 1.3.

**Tabel 1.3.**  $K_f$  untuk beberapa pelarut.

Pelarut	Titik Beku (°C)	$K_f$ (°C molal <sup>-1</sup> )
Air	0	1,86
Kamper	178,4	37,7
Fenol	42	7,27
Benzena	5,45	5,07
Sikloheksana	6,5	20
Asam asetat	16,6	3,57

Sumber: *General chemistry, Hill J. W, Petrucci R. H, Mc Creary T. W, dan Perry S. S*

### Contoh

Tentukan titik beku larutan glukosa 9 gram glukosa dalam 300 gram air,  $K_f$  air = 1,86 °C molal<sup>-1</sup>.

**Jawab**

$$\text{Jumlah mol glukosa} = \frac{9 \text{ g}}{180 \text{ g mol}^{-1}} = 0,05 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} \text{Molalitas larutan, } m &= \frac{0,05 \text{ mol}}{0,3 \text{ kg}} \\ &= 0,17 \text{ molal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta T_f &= m \times K_f \\ &= 0,17 \text{ molal} \times 1,86 \text{ °C molal}^{-1} \\ &= 0,3162 \text{ °C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik beku larutan} &= \text{titik didih pelarut} - \Delta T_f \\ &= 0 - 0,3162 \text{ °C} \\ &= -0,3162 \text{ °C} \end{aligned}$$

Jadi, titik beku larutan tersebut adalah -0,3162 °C.



 **Latihan 4**

Kerjakan di buku latihan kalian.

1. Bagaimana hubungan penurunan titik beku dengan molaritas larutan?
2. Hitung titik beku larutan glikol 10 % massa jika  $M_r$  glikol = 62.
3. Tentukan titik beku air jika 10 g urea dilarutkan dalam 200 g air.
4. Tentukan titik beku larutan jika terdapat 0,025 mol zat terlarut dalam 250 g air.
5. Suatu campuran terdiri atas 3 gram urea yang dilarutkan dalam 500 gram air dan 10,26 gram gula yang dilarutkan dalam 300 gram air. Berapa penurunan titik beku campuran tersebut?

 **Tahukah Kalian**

Sumber: Dokumentasi Penerbit

Penurunan titik beku dan kenaikan titik didih banyak diaplikasikan dalam kehidupan kita sehari-hari. Sebagai contoh penggunaan etilen glikol ( $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ) sebagai anti beku pada sistem pendingin kendaraan bermotor. Air pendingin radiator kendaraan bermotor akan mendidih ketika mesin

terlalu panas disaat musim panas dan akan membeku pada saat musim dingin. Penambahan anti beku akan menaikkan titik didih dan menurunkan titik beku. Dengan perbandingan yang tepat antara etilen glikol dan air akan melindungi air pendingin radiator kendaraan bermotor hingga suhu  $-48\text{ }^\circ\text{C}$  sampai  $113\text{ }^\circ\text{C}$ .



## Aktivitas Kimia

Bagaimana penambahan zat terlarut menurunkan titik beku?

### Alat

- tabung reaksi
- termometer
- pengaduk
- stop watch
- kaca arloji
- penjepit tabung
- pembakar bunsen

### Bahan

- kapur barus

### Cara kerja

1. Masukkan 3,5 gram serbuk kapur barus dalam tabung reaksi.
2. Dengan penjepit, panaskan kapur barus di atas api bunsen hingga melebur.
3. Letakkan termometer pada tabung reaksi dengan bolanya berada dalam kapur barus cair. Gunakan pengaduk untuk menghindari pendinginan.
4. Baca dan catat suhu setiap 30 detik (lakukan sampai 10 menit atau 20 data)

### Hasil pengamatan

Buat dan lengkapi tabel di bawah ini di buku kerja kalian.

No	Detik Ke.	Suhu
1	30	....
2	60	....
3	120	....
Dst	dst	....

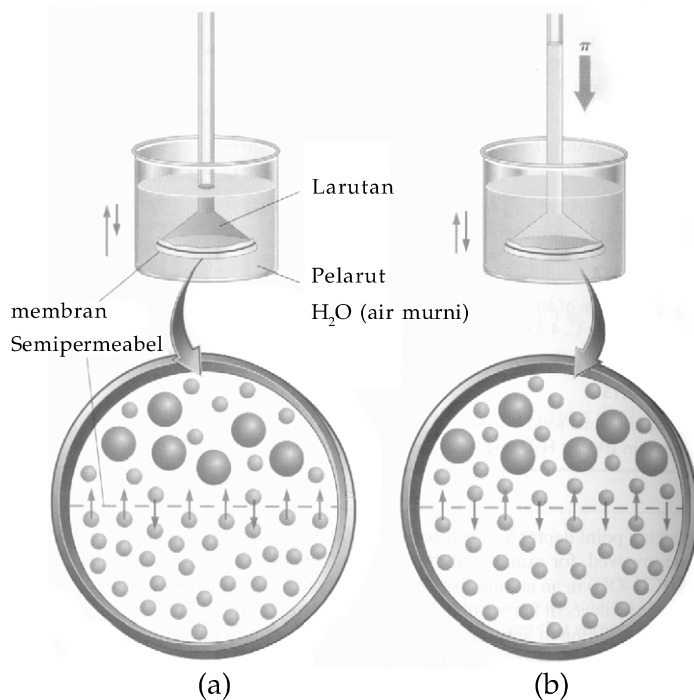
### Evaluasi dan kesimpulan

Kerjakan di buku kerja kalian.

1. Buat grafik antara suhu dengan waktu, dengan suhu sebagai ordinat dan waktu sebagai absis.
2. Berapa titik beku kapur barus?
3. Buat kesimpulan berdasarkan apa yang telah kalian lakukan dan diskusikan dengan teman kalian.

## F. Tekanan Osmosis

Apabila dua jenis larutan yang berbeda kmolarannya dipisahkan oleh suatu membran semipermeabel, apa yang terjadi? Coba kalian perhatikan Gambar 1.9. Pada gambar terlihat adanya aliran molekul-molekul pelarut dari larutan yang lebih encer ke dalam larutan yang lebih pekat. **Membran semipermeabel** adalah membran yang hanya dapat dilewati oleh molekul-molekul pelarut, tetapi tidak dapat dilewati oleh molekul-molekul zat terlarut. Proses merembesnya pelarut ke dalam larutan atau dari larutan yang lebih encer, ke dalam larutan yang lebih pekat melalui membran semipermeabel disebut osmosis (a).



◀ Gambar 1.9

Dua larutan yang berbeda molaritas dipisah melewati membran semipermeabel.

Sumber: *General Chemistry, Hill J.W, Petrucci R. H, McCreary T.W, dan Perry S.S*

Akibat aliran molekul pelarut ke larutan yang lebih pekat, maka terjadi perbedaan tekanan pada membran, hal ini menyebabkan ketinggian larutan yang lebih pekat naik (b). Untuk mencegah osmosis ini, harus diberikan suatu tekanan pada permukaan larutan. Tekanan yang diperlukan untuk menghentikan aliran pelarut dari pelarut murni menuju larutan disebut tekanan osmosis. Contoh tekanan osmosis sukrosa pada berbagai suhu diberikan pada Tabel. 1.4.

## Tokoh Kita



**Jacobus Henricus Van't Hoff** (1852-1911) menerima hadiah Nobel pertama kali dalam bidang kimia pada tahun 1901 atas prestasinya tentang sifat-sifat fisik larutan. Pada umur 22 tahun beliau mengajukan (bersama-sama *Joseph Le Bel* ahli kimia Perancis) bentuk geometri tetrahedral untuk senyawa karbon seperti  $\text{CH}_4$ .

Sumber: *General Chemistry, Hill J.W, Petrucci R. H, McCreary T.W, dan Perry S.S.*

**Tabel 1.4.** Tekanan osmosis larutan 1 % sukrosa pada berbagai suhu.

No	Suhu ( $^{\circ}\text{K}$ )	$\pi$ (atm)
1	273	0,649
2	279,8	0,664
3	286,7	0,691
4	288,5	0,684
5	295,0	0,721
6	305,0	0,716
7	309,0	0,746

Sumber: *General Chemistry, Hill J.W, Petrucci R. H, McCreary T.W, dan Perry S.S.*

Harga tekanan osmosis hanya tergantung pada molaritas dan bukan pada jenis partikel zat terlarut sehingga tekanan osmosis termasuk ke dalam sifat koligatif larutan. Menurut *Van't Hoff*, tekanan osmosis larutan-larutan encer dapat ditentukan dengan rumus yang serupa dengan persamaan gas ideal, yaitu

$$\pi V = nRT$$

dapat pula dituliskan dengan

$$\pi = \frac{n}{V} RT$$

dengan  $\pi$  = tekanan osmosis ..... (atm)  
 $V$  = volume larutan ..... (L)  
 $n$  = jumlah mol zat terlarut ..... (mol)  
 $T$  = suhu larutan ..... (K)  
 $R$  = tetapan gas ..... ( $0,08205 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )

Jika  $\frac{n}{V}$  dinyatakan sebagai molaritas larutan ( $M$ ), maka persamaan di atas dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\pi = MRT$$

## Contoh

1. Berapa tekanan osmosis larutan urea yang dibuat dengan melarutkan 6 gram urea dalam 100 mL air pada suhu  $27^{\circ}\text{C}$ ?

**Jawab**

$$\begin{aligned} \text{Jumlah mol urea } (n) &= \frac{\text{massa zat}}{\text{Mr urea}} \\ &= \frac{6\text{g}}{60\text{g mol}^{-1}} = 0,1 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\pi = \frac{n}{V} RT$$

$$\begin{aligned} \pi &= \frac{0,1\text{mol}}{0,1\text{L}} \times 0,08205 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 300 \text{ K} \\ &= 24,615 \text{ atm} \end{aligned}$$

Jadi, tekanan osmosis larutan urea adalah 24,615 atm.

2. Larutkan 2 gram zat B dalam 500 mL larutan yang mempunyai tekanan osmosis 25 atm pada suhu 25 °C. Tentukan massa molekul relatif zat B tersebut.

**Jawab**

$$\pi = MRT$$

$$25 = M \times 0,08205 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 298 \text{ K}$$

$$M = \frac{25}{24,4509} = 1,022 \text{ mol L}^{-1}$$

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

$$1,022 \text{ mol L}^{-1} = \frac{n}{0,5 \text{ L}}$$

$$n = 0,511 \text{ mol}$$

$$n = \frac{\text{massa}}{\text{Mr}}$$

$$\text{Mr} = \frac{\text{massa}}{n}$$

$$\text{Mr} = \frac{2 \text{ gram}}{0,511 \text{ mol}}$$

$$\text{Mr} = 3,91 \text{ gram mol}^{-1}$$

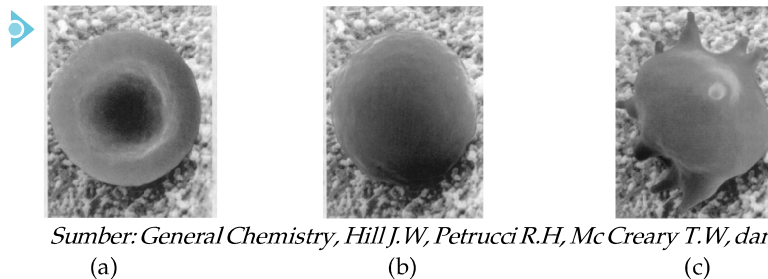
Jadi, massa molekul relatif zat B adalah 3,91 gram mol<sup>-1</sup>

Dalam tubuh makhluk hidup juga dapat ditemui proses osmosis. Salah satunya yang terjadi pada sel darah merah. Dinding sel darah merah mempunyai ketebalan sekitar 10 nm

dan pori dengan diameter 0,8 nm. Molekul air berukuran kurang dari setengah diameter tersebut sehingga dapat melewatinya dengan mudah. Meskipun ion  $K^+$  yang terdapat dalam jaringan juga berukuran lebih kecil dari pori dinding sel, tetapi ion tersebut ditolak karena dinding sel juga bermuatan positif. Dari sini dapat disimpulkan bahwa selain faktor ukuran partikel juga dapat menentukan partikel mana yang dapat melalui sebuah membran permeabel.

**Gambar 1.10**

Sel darah merah dalam larutan  
a. isotonik,  
b. hipotonik,  
c. hipertonik.



Sumber: *General Chemistry, Hill J.W, Petrucci R.H, Mc Creary T.W, dan Perry S.S*

(a)

(b)

(c)

Cairan dalam sel darah merah mempunyai tekanan osmosis yang sama dengan larutan NaCl 0,9 %. Larutan yang mempunyai tekanan osmosis yang sama disebut **isotonik**, sedangkan larutan yang mempunyai tekanan osmosis yang lebih rendah disebut **hipotonik**. Hal ini akan terjadi ketika sel darah merah dimasukkan ke dalam larutan NaCl yang lebih encer dari 0,9 % yang mengakibatkan air masuk ke dalam sel dan sel akan mengembang. Bagaimana dengan sebaliknya? Jika sel darah merah dimasukkan ke dalam larutan NaCl yang lebih pekat dari 0,9 %, maka air akan keluar dari dalam sel sehingga sel akan mengerut. Hal ini mengakibatkan tekanan osmosis larutan menjadi lebih besar. Larutan yang mempunyai tekanan osmosis lebih tinggi disebut **hipertonik**.

#### Kegiatan Mandiri

Rancang dan lakukan suatu kegiatan untuk menunjukkan dan mempelajari pentingnya osmosis dalam kehidupan manusia.

#### Contoh

Tentukan massa molekul relatif zat nonelektrolit A, jika 0,9 g zat tersebut dilarutkan dalam 100 mL air. Larutan tersebut isotonik dengan 3,42 gram gula tebu ( $M_r = 342$ ) dalam 200 mL pada suhu yang sama.

#### Jawab

Larutan isotonik berarti  $\pi_A = \pi_{\text{gula}}$

$$\frac{\text{massa A}}{M_r A} \times \frac{1000}{V} RT = \frac{\text{massa gula}}{M_r \text{ gula}} \times \frac{1000}{V} RT$$

$$\frac{0,9}{Mr A} \times \frac{1000}{100} RT = \frac{3,42}{342} \times \frac{1000}{100} RT$$

$$\frac{9}{MrA} = 0,05$$

$$Mr A = 180$$

Jadi, massa molekul relatif zat A adalah 180 g mol<sup>-1</sup>.

## Latihan 5

Kerjakan di buku latihan kalian.

1. Apa yang dimaksud dengan osmosis?
2. Kapan tekanan osmosis terjadi?
3. Tentukan tekanan osmosis dari 2 liter larutan urea 10 %.
4. Berapa tekanan osmosis larutan yang dibuat dengan melarutkan 6 gram glukosa dalam air?
5. Sebanyak 12 gram zat X dilarutkan dalam air, sehingga volume larutan menjadi 500 mL. Tekanan osmosis larutan pada 30 °C adalah 3,14 atm. Berapa massa molekul relatif zat X?
6. Tekanan osmosis suatu larutan pada suhu 20 °C adalah 190 mmHg. Berapa gram gula yang harus dilarutkan dalam 500 mL larutan itu?
7. Tekanan osmosis suatu larutan 1,6 g zat B dalam 400 mL larutan pada suhu 27 °C adalah 122,4 cmHg. Tentukan massa molekul relatif zat B.
8. Suatu zat Y memiliki massa molekul relatif 500 g mol<sup>-1</sup>, 5 gram zat Y dilarutkan dalam 500 mL larutan dengan tekanan osmosis 38 cmHg. Pada suhu berapa reaksi itu berlangsung?
9. Tekanan osmosis darah pada 37 °C adalah 7,7 atm. Berapa gram glukosa diperlukan untuk membuat larutan yang isotonik dengan darah?
10. Pada suhu 25 °C, 1,8 gram zat X dalam 100 mL air isotonik dengan larutan glukosa 0,5 molar. Tentukan massa molekul relatif zat X.

## Tahukah Kalian

Untuk menyuntikan suatu larutan ke dalam aliran darah harus memperhatikan tekanan osmosis larutan itu. Tekanan osmosis rata-rata darah berkisar pada 7,7 atm (naik setelah makan dan kemudian turun lagi).



Sumber: Dokumentasi Penerbit

Jika sel darah merah dicampurkan dalam larutan yang lebih tinggi tekanan osmosisnya, sel akan mengkerut dan mengendap. Sedangkan jika sel darah dalam larutan yang tekanan osmosisnya lebih rendah, sel akan membengkak sampai dinding selnya pecah. Dengan demikian, tekanan osmosis larutan injeksi harus disesuaikan agar dapat bercampur dengan darah dan tidak membahayakan.

## G. Sifat Koligatif Larutan Elektrolit

### 1. Elektrolit

Elektrolit ialah zat yang larutannya dalam air atau leburannya dapat menghantarkan aliran listrik. Berdasarkan derajat ionisasinya, elektrolit digolongkan menjadi tiga, yaitu

- Elektrolit kuat*, elektrolit yang dalam air terurai sempurna. Contoh  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaOH}$ , dan  $\text{MgCl}_2$ .
- Elektrolit lemah*, elektrolit yang dalam air terurai sangat sedikit, seperti asam-asam organik (asam propionat dan asam benzoat),  $\text{HCN}$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$ , dan  $\text{HClO}$ .
- Elektrolit* yang terletak antara a dan b, seperti o-klorobenzoat, o-nitro benzoat, dan asam siano asetat.

### 2. Sifat koligatif larutan elektrolit

Berdasarkan eksperimen, larutan elektrolit juga menunjukkan sifat-sifat koligatif. Larutan elektrolit memberikan sifat koligatif yang lebih besar dari larutan nonelektrolit pada molaritas yang sama.

Untuk larutan encer, seperti sifat-sifat koligatif larutan elektrolit  $\text{HCl}$  dan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  mempunyai 2 lebih besar daripada yang diperhitungkan menurut rumus untuk larutan nonelektrolit. Mengapa larutan elektrolit mempunyai sifat koligatif yang lebih besar dari larutan nonelektrolit? Karena kemampuannya terurai sebagian atau seluruhnya menjadi ion-ion dalam larutan, Sehingga untuk molaritas yang sama larutan elektrolit mengandung jumlah partikel yang lebih banyak daripada larutan nonelektrolit. *Van't*



Hoff menggunakan faktor  $i$  untuk menyatakan hubungan sifat koligatif larutan elektrolit dan nonelektrolit.

$$i = \frac{\text{sifat koligatif larutan elektrolit dengan konsentrasi molal}}{\text{sifat koligatif larutan non elektrolit dengan konsentrasi molal}}$$

Sebagai contoh, sifat koligatif untuk penurunan titik beku NaCl 0,01 molal sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Harga } i \text{ NaCl } 0,01 \text{ molal} &= \frac{\Delta T_f \text{ larutan NaCl } 0,01 \text{ molal}}{\Delta T_f \text{ larutan urea } 0,01 \text{ molal}} \\ &= \frac{0,0359 \text{ }^\circ\text{C}}{0,0186 \text{ }^\circ\text{C}} \\ &= 1,93 \end{aligned}$$

Tabel 1.5 memperlihatkan harga  $i$  untuk penurunan titik beku larutan elektrolit dalam berbagai konsentrasi.

**Tabel 1.5** Harga  $i$  untuk penurunan titik beku larutan elektrolit.

Elektrolit	0,1 molal	0,01 molal	0,005 molal
NaCl	1,87	1,93	1,94
KCl	1,86	1,94	1,96
MgSO <sub>4</sub>	1,42	1,62	1,69
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2,46	2,77	2,86
HCl	1,91	1,97	1,99
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2,22	2,59	2,72
CH <sub>3</sub> COOH	1,01	1,05	1,06

Sumber: *General Chemistry, Hill J. W, Petrucci R.H, Mc Creary T.W, dan Perry S.S*

Harga  $i$  di atas ditetapkan secara eksperimen untuk tiap jenis elektrolit pada berbagai molaritas. Sekali  $i$  ditentukan, maka  $i$  dapat digunakan untuk menghitung sifat koligatif yang lain dengan memakai hubungan

$$i = \frac{\Delta T_f}{\Delta T_f^\circ} = \frac{\Delta T_b}{\Delta T_b^\circ} = \frac{\Delta P}{\Delta P^\circ} = \frac{\pi}{\pi^\circ}$$

Simbol ( $^\circ$ ) merupakan simbol sifat koligatif untuk larutan elektrolit. Dengan memasukkan nilai  $i$ , maka rumus-rumus sifat koligatif larutan elektrolit menjadi



#### Ingat Kembali

Larutan elektrolit memiliki perubahan sifat koligatif lebih besar dari larutan nonelektrolit, karena larutan elektrolit dalam larutan berubah menjadi ion-ion yang menambah jumlah partikel.

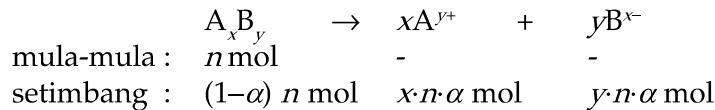
$$\begin{aligned}\Delta T_f &= K_f \times m \times i \\ \Delta T_b &= K_b \times m \times i \\ \pi &= MRT \times i\end{aligned}$$

Sifat koligatif hanya tergantung pada jumlah partikel zat terlarut dan bukan pada jenis zat, sehingga dapat dipastikan bahwa semakin banyak jumlah ion yang berada dalam larutan, nilai  $i$  akan semakin besar. Dengan demikian harga  $i$  berbanding lurus dengan jumlah ion yang ada dalam larutan. Konsekuensinya, faktor *Van't Hoff* dapat pula dituliskan sebagai berikut.

$$i = \frac{\text{jumlah partikel sebenarnya dalam larutan}}{\text{jumlah partikel sebelum ionisasi}}$$

#### a. Nilai $i$ elektrolit lemah

Elektrolit lemah yang tidak terionisasi dengan sempurna, nilai  $i$ -nya dapat ditinjau dari derajat ionisasinya. Jika dalam larutan terdapat  $n$  molekul elektrolit AB, maka  $\alpha$  merupakan derajat ionisasi dan akan terjadi kesetimbangan berikut.



sehingga  $i$  bisa dirumuskan

$$i = \frac{(1-\alpha)n + xn\alpha + yn\alpha}{n}$$

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

$$i = (1 - \alpha) + \alpha(x + y), \text{ jika } (x + y) \text{ disimbolkan dengan } z, \text{ maka}$$

$$i = 1 - \alpha + \alpha z$$

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

Dengan demikian derajat ionisasi dapat pula dirumuskan, sebagai berikut.

$$\alpha = \frac{i - 1}{z - 1}$$

dengan  $\alpha$  = derajat ionisasi  
 $i$  = faktor *Van't Hoff*  
 $z$  = jumlah ion hasil ionisasi 1 molekul elektrolit



#### Ingat Kembali

Simbol operasi kali ( $\times$ ) dapat diganti dengan simbol titik dengan posisi di tengah ( $\cdot$ ).

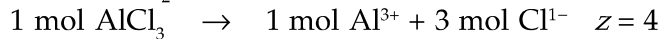
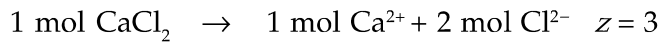
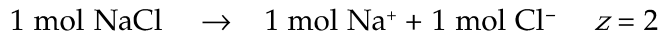
**b. Nilai  $i$  elektrolit kuat**

Jika elektrolit kuat terionisasi sempurna, maka derajat ionisasinya adalah 1.

Sehingga nilai  $i$  menjadi:

$$i = 1 + (z - 1)$$

perhatikan contoh ionisasi elektrolit kuat berikut.



nilai  $i$  untuk NaCl adalah  $i = 1 + (2 - 1) = 2$

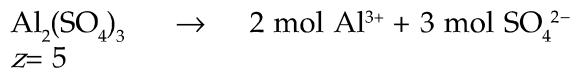
nilai  $i$  untuk  $\text{CaCl}_2$  adalah  $i = 1 + (3 - 1) = 3$

nilai  $i$  untuk  $\text{AlCl}_3$  adalah  $i = 1 + (4 - 1) = 4$

Dari contoh di atas apa yang dapat kalian simpulkan? Nilai  $i$  untuk elektrolit kuat yang terionisasi sempurna identik dengan jumlah ion positif dan ion negatif yang terionisasi.

**Contoh**

1. Hitung kenaikan titik didih larutan aluminium sulfat 2 molal, jika derajat ionisasinya 0,9 ( $K_b = 0,52 \text{ C molal}^{-1}$ ).

**Jawab**

$$z = 5$$

$$\begin{aligned} i &= 1 + (z - 1) \alpha \\ &= 1 + (5 - 1) 0,9 \\ &= 1 + 3,6 \\ &= 4,6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta T_b &= K_b \times m \times i \\ &= 0,52 \text{ C molal}^{-1} \times 0,2 \text{ molal} \times 4,6 \\ &= 0,4784 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Jadi, kenaikan titik didih ( $\Delta T_b$ ) larutan aluminium sulfat  $0,4784 \text{ }^\circ\text{C}$ .

2. Dua gram NaOH dilarutkan dalam 200 gram air pada suhu  $27 \text{ }^\circ\text{C}$ . Jika larutan itu terionisasi sempurna, maka tentukan:
  - a. titik didih,
  - b. titik beku,
  - c. tekanan osmosis.

$$K_b \text{ air} = 0,52 \text{ C molal}^{-1} \text{ dan } K_f \text{ air} = 1,86 \text{ C molal}^{-1}$$

**Jawab**

$$\text{Jumlah mol NaOH, } n = \frac{2 \text{ g}}{40 \text{ g mol}^{-1}} = 0,05 \text{ mol}$$

$$\text{Molalitas air, } m = \frac{0,05 \text{ mol}}{0,2 \text{ kg}} = 0,25 \text{ molal}$$



$$z = 2$$

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

$$= 1 + (2 - 1)1 = 2$$

$$\begin{aligned} \text{a. } \Delta T_b &= K_b \times m \times i \\ &= 0,52 \text{ C molal}^{-1} \times 0,25 \text{ molal} \times 2 \\ &= 0,26 \text{ C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{titik didih larutan} &= \text{titik didih pelarut} + \Delta T_b \\ &= 100 \text{ C} + 0,26 \text{ C} \\ &= 100,26 \text{ C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } \Delta T_f &= K_f \times m \times i \\ &= 1,86 \text{ C molal}^{-1} \times 0,25 \text{ molal} \times 2 \\ &= 0,93 \text{ C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{titik beku larutan} &= \text{titik beku pelarut} - \Delta T_f \\ &= 0 - 0,93 \text{ C} \\ &= -0,93 \text{ C} \end{aligned}$$

- c. Massa jenis air adalah 1, sehingga molaritas sama dengan molalitas.

$$\begin{aligned} p &= MRT \\ &= 0,25 \text{ M} \times 0,08205 \text{ L atm molal}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 300 \text{ K} \\ &= 6,15 \text{ atm} \end{aligned}$$

Jadi, titik didih, titik beku, dan tekanan osmosis larutan masing-masing sebesar 100,26 C; -0,93 C; dan 6,15 atm.

3. Titik didih beku larutan BaCl<sub>2</sub> 0,6 m adalah -0,96 C. Jika K<sub>f</sub> air adalah 1,86 C molal<sup>-1</sup>; maka hitung α.

**Jawab**

$$\begin{aligned} \Delta T_f &= \text{titik beku pelarut} - \text{titik beku larutan} \\ &= 0 - (-0,96 \text{ C}) \\ &= 0 + 0,96 \text{ C} \\ &= 0,96 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$



$$z = 3, \text{ maka}$$

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

$$= 1 + 2\alpha$$

$$\begin{aligned} \Delta T_f &= K_f \times m \times i \\ &= 0,6 \text{ C molal}^{-1} \times 1,86 \text{ molal} (1 + 2\alpha) \end{aligned}$$

$$0,96 C = 1,116 + 2,232\alpha$$

$$2,232\alpha = 0,156$$

$$\alpha = 0,348$$

Jadi, derajat ionisasi larutan sebesar 0,348.



## Tahukah Kalian

Pernahkah kalian mendengar kata air RO? Tahukah kalian apa air RO itu? Air RO merupakan air murni yang diperoleh dari proses osmosis balik (RO = reverse osmosis). Sebagaimana telah kalian pelajari bahwa osmosis merupakan peristiwa masuknya pelarut murni ke dalam larutan yang lebih pekat melalui membran semipermeabel. Membran semipermeabel adalah membran yang hanya dapat dilalui oleh zat pelarut dan tidak dapat dilalui oleh zat terlarut. Jika proses dibalik, maka dengan memberi tekanan yang lebih besar dari tekanan osmosis, reaksi akan berjalan ke arah pelarut. Jika dalam larutan air, maka akan terjadi air murni yang dikenal dengan air RO. Sehingga air RO merupakan air yang murni.



## Latihan 6

Kerjakan di buku latihan kalian.

1. Apa yang dimaksud dengan elektrolit? Sebutkan jenisnya dan berikan contoh.
2. Apa yang kalian ketahui tentang faktor *Van't Hoff*?
3. Bagaimana kecenderungan nilai *i* untuk elektrolit kuat?
4. Manakah yang memiliki titik didih lebih rendah, larutan glukosa 0,2 M atau larutan natrium hidroksida 0,2 M?
5. Berapa titik didih dan titik beku larutan 2 g BaCl<sub>2</sub> dalam 200 g air?  $K_b = 0,52 \text{ C molal}^{-1}$  dan  $K_f = 1,86 \text{ C molal}^{-1}$ .
6. Hitung tekanan osmosis larutan 2 gram KCl dalam 500 mL air pada suhu 25 °C.
7. Tentukan derajat ionisasi HX dalam larutan air 0,6 M. Jika tekanan osmosis larutan 3,24 atm pada 30 °C
8. Susun larutan-larutan berikut menurut kenaikan titik didihnya.
  - a. CH<sub>3</sub>COOH 0,5 molal
  - b. Glukosa 0,5 molal
  - c. NaOH 0,5 molal
  - d. CaCl<sub>2</sub> 0,5 molal

9. Larutan 4 gram suatu elektrolit biner dalam 100 gram air membeku pada  $-0,98\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Jika derajat ionisasinya adalah 0,8, maka berapa massa molekul relatif zat tersebut?
10. Sebanyak 1,17 gram natrium klorida dilarutkan dalam 100 gram pada suhu  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Jika zat terionisasi sempurna dalam air, maka tentukan
- titik didih larutan,
  - penurunan titik beku larutan,
  - tekanan osmosis.



## Ringkasan

- Larutan merupakan campuran homogen antara zat terlarut (*solute*) dengan zat pelarut (*solven*).
- Hubungan secara kuantitatif antara zat terlarut dengan larutan atau antara zat terlarut dengan zat pelarut dinyatakan dengan istilah konsentrasi. Konsentrasi ada beberapa macam, diantaranya molaritas (molaritas), molalitas (molalitas), fraksi mol, dan persen (%).
- Molaritas merupakan perbandingan antara jumlah mol zat terlarut dengan volume dalam liter larutan.
- Molalitas merupakan perbandingan antara jumlah mol zat terlarut dengan massa dalam kilogram zat pelarut.
- Fraksi mol menyatakan perbandingan antara salah satu komponen larutan (zat terlarut atau pelarut) dengan jumlah mol total komponen dalam larutan.
- Persentase (%) menyatakan hubungan antara bagian zat terlarut atau pelarut ( dalam satuan massa atau volume) dengan jumlah total larutan dikalikan dengan 100 %.
- Salah satu sifat larutan adalah sifat koligatif, yaitu sifat fisika yang hanya tergantung pada jumlah partikel zat terlarut dan bukan pada jenis zat terlarut. Ada empat macam sifat koligatif yang dipelajari yaitu, penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, penurunan titik beku, dan munculnya tekanan osmosis.

