



# KIMIA

## KONSENTRASI LARUTAN II

### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, kamu diharapkan memiliki kemampuan berikut.

1. Memahami definisi molaritas, molalitas, dan fraksi mol.
2. Dapat menentukan molaritas dan molalitas suatu larutan.
3. Dapat menentukan fraksi mol suatu zat dalam larutan.
4. Memahami hubungan antara persen massa dan molaritas.
5. Dapat menentukan molaritas suatu larutan setelah pengenceran dan pencampuran.

Dalam ilmu kimia, selain persen massa, persen volume, persen massa per volume, dan bagian per sejuta (bpj), masih ada beberapa satuan lain yang dapat digunakan untuk menunjukkan konsentrasi suatu larutan. Satuan tersebut adalah molaritas, molalitas, dan fraksi mol.

### A. Molaritas ( $M$ )

**Molaritas** adalah satuan konsentrasi yang menyatakan banyaknya mol zat terlarut dalam satu liter larutan. Secara matematis, molaritas dirumuskan sebagai berikut.

$$\text{Molaritas } (M) = \frac{\text{mol zat terlarut}}{\text{volume larutan (L)}} = \frac{\text{mmol zat terlarut}}{\text{volume larutan (mL)}}$$

Selain menggunakan rumus tersebut, molaritas juga dapat dinyatakan dengan rumus berikut.

$$\text{Molaritas (M)} = \frac{\text{massa zat terlarut (gram)}}{Mr \text{ zat terlarut}} \times \frac{1000}{\text{volume larutan (mL)}}$$

### Contoh Soal 1

Sebanyak 8 gram NaOH ( $Mr$  NaOH = 40) dilarutkan dalam air hingga volumenya menjadi 100 mL. Tentukan kemolaran larutan NaOH tersebut!

#### Pembahasan:

Dengan menggunakan rumus molaritas, diperoleh:

$$\begin{aligned} \text{Molaritas NaOH} &= \frac{\text{massa NaOH}}{Mr \text{ NaOH}} \times \frac{1000}{\text{volume larutan (mL)}} \\ &= \frac{8 \text{ g}}{40} \times \frac{1000}{100 \text{ mL}} \\ &= 2 \text{ M} \end{aligned}$$

Jadi, molaritas larutan NaOH tersebut adalah 2 M.

## B. Molalitas ( $m$ )

**Molalitas** adalah satuan konsentrasi yang menyatakan banyaknya mol zat terlarut dalam satu kilogram pelarut. Secara matematis, molalitas dirumuskan sebagai berikut.

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

Selain menggunakan rumus tersebut, molalitas juga dapat dinyatakan dengan rumus berikut.

$$\text{Molalitas (} m \text{)} = \frac{\text{massa zat terlarut (g)}}{Mr \text{ zat terlarut}} \times \frac{1000}{\text{massa pelarut (g)}}$$

### Contoh Soal 2

Sebanyak 36 gram glukosa ( $Mr$  glukosa = 180) dilarutkan dalam 250 gram air. Tentukan kemolaran larutan glukosa tersebut!

### Pembahasan:

Dengan menggunakan rumus molalitas, diperoleh:

$$\begin{aligned}\text{Molalitas } (m) &= \frac{\text{massa glukosa (g)}}{Mr \text{ glukosa}} \times \frac{1000}{\text{massa pelarut (g)}} \\ &= \frac{36 \text{ g}}{180} \times \frac{1000}{250 \text{ g}} \\ &= 0,8 \text{ molal}\end{aligned}$$

Jadi, molalitas larutan glukosa tersebut adalah 0,8 molal.

### Contoh Soal 3

Untuk membuat larutan urea ( $Mr$  urea = 60) dengan konsentrasi 0,25 molal, massa urea yang harus dilarutkan ke dalam 500 gram air adalah ... gram.

### Pembahasan:

Dengan menggunakan rumus molalitas, diperoleh:

$$\text{Molalitas urea} = \frac{\text{massa urea}}{Mr \text{ urea}} \times \frac{1.000}{\text{massa air (g)}}$$

$$\Leftrightarrow 0,25 = \frac{\text{massa urea}}{60} \times \frac{1.000}{500 \text{ g}}$$

$$\Leftrightarrow 1000 \times \text{massa urea} = 7.500 \text{ g}$$

$$\Leftrightarrow \text{massa urea} = 7,5 \text{ g}$$

Jadi, massa urea yang harus dilarutkan ke dalam 500 gram air adalah 7,5 gram.

## C. Hubungan Persen Massa dengan Molaritas

Hubungan antara persen massa dan molaritas dapat dirumuskan sebagai berikut.

### • Super "Solusi Quipper" •

$$\text{Molaritas } (M) = \frac{\% \times \text{massa jenis} \times 10}{Mr}$$

**Catatan:** untuk %, bilangannya saja yang dicantumkan.

### Contoh Soal 4

Terdapat larutan urea dengan kadar 15%. Jika massa jenis larutan urea tersebut 1,2 g/mL dan massa molekul relatif urea 60, tentukan kemolaran larutan urea tersebut!

#### Pembahasan:

Dengan menggunakan rumus hubungan antara persen massa dan molaritas, diperoleh:

$$\begin{aligned}\text{Molaritas (M)} &= \frac{\% \times \text{massa jenis} \times 10}{Mr} \\ &= \frac{15 \times 1,2 \times 10}{60} \\ &= 3 \text{ M}\end{aligned}$$

Jadi, molaritas larutan urea tersebut adalah 3 M.

### D. Fraksi Mol (X)

**Fraksi mol** adalah satuan konsentrasi yang menyatakan perbandingan antara jumlah mol zat terlarut atau pelarut terhadap jumlah mol larutannya. Secara matematis, fraksi mol dirumuskan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}X_t &= \frac{n_t}{n_t + n_p} \quad \text{dan} \quad X_p = \frac{n_p}{n_t + n_p} \\ X_t + X_p &= 1\end{aligned}$$

#### Keterangan:

$X_t$  = fraksi mol zat terlarut;

$X_p$  = fraksi mol zat pelarut;

$n_t$  = mol zat terlarut; dan

$n_p$  = mol zat pelarut.

### Contoh Soal 5

Sebanyak 30 gram urea dilarutkan dalam 36 gram air. Tentukan fraksi mol urea dalam larutan tersebut!

( $Mr$  urea = 60,  $Mr$  air = 18)

**Pembahasan:**

Mula-mula, tentukan mol urea dan air.

$$\begin{aligned}\text{Mol urea} &= \frac{\text{massa urea}}{Mr \text{ urea}} \\ &= \frac{30 \text{ gram}}{60} \\ &= 0,5 \text{ mol}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Mol air} &= \frac{\text{massa air}}{Mr \text{ air}} \\ &= \frac{36}{18} \\ &= 2 \text{ mol}\end{aligned}$$

Kemudian, gunakan rumus fraksi mol berikut.

$$\begin{aligned}X_{\text{urea}} &= \frac{\text{mol urea}}{\text{mol urea} + \text{mol air}} \\ &= \frac{0,5 \text{ mol}}{0,5 \text{ mol} + 2 \text{ mol}} \\ &= \frac{0,5 \text{ mol}}{2,5 \text{ mol}} \\ &= 0,2\end{aligned}$$

Jadi, fraksi mol urea dalam larutan tersebut adalah 0,2.

**Contoh Soal 6**

Fraksi mol urea ( $\rho = 1,2 \text{ g/mL}$ ) dalam suatu larutan adalah  $\frac{1}{6}$ . Jika  $Mr \text{ urea} = 60$  dan  $Mr \text{ air} = 18$ , tentukan:

- persen massa urea dalam larutan;
- kemolaran larutan tersebut; dan
- molalitas larutan tersebut!!

**Pembahasan:**

Mula-mula, tentukan mol urea dan mol air.

Oleh karena fraksi mol urea dalam larutan tersebut  $\frac{1}{6}$ , maka:

$$\begin{aligned}X_{\text{urea}} &= \frac{\text{mol urea}}{\text{mol urea} + \text{mol air}} \\ \frac{1}{6} &= \frac{1}{1+5}\end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan tersebut, diperoleh:

$$\text{Mol urea} = 1 \text{ mol}$$

$$\text{Mol air} = 5 \text{ mol}$$

Kemudian, tentukan massa urea, massa air, dan massa larutannya.

$$\text{Massa urea} = \text{mol} \times Mr \text{ urea}$$

$$= 1 \times 60$$

$$= 60 \text{ g}$$

$$\text{Massa air} = \text{mol} \times Mr \text{ air}$$

$$= 5 \times 18$$

$$= 90 \text{ g}$$

$$\text{Massa larutan} = \text{massa urea} + \text{massa air}$$

$$= 60 \text{ g} + 90 \text{ g}$$

$$= 150 \text{ g}$$

Dengan demikian, diperoleh:

$$\begin{aligned} \text{a. \% urea dalam larutan} &= \frac{\text{massa urea}}{\text{massa larutan}} \times 100\% \\ &= \frac{60 \text{ g}}{150 \text{ g}} \times 100\% \\ &= 40\% \end{aligned}$$

Jadi, persen massa urea dalam larutan adalah 40%.

$$\begin{aligned} \text{b. Kemolaran larutan urea (M)} &= \frac{\% \times \text{massa jenis urea} \times 10}{Mr \text{ urea}} \\ &= \frac{40 \times 1,2 \times 10}{60} \\ &= 8 \text{ M} \end{aligned}$$

Jadi, molaritas larutan tersebut adalah 8 M.

$$\begin{aligned} \text{c. Molalitas larutan urea (m)} &= \frac{\text{massa urea}}{Mr \text{ urea}} \times \frac{1000}{\text{massa air (g)}} \\ &= \text{mol urea} \times \frac{1.000}{\text{massa air (g)}} \\ &= 1 \text{ mol} \times \frac{1.000}{90 \text{ g}} \\ &= 11,11 \text{ molal} \end{aligned}$$

Jadi, molalitas larutan tersebut adalah 11,11 molal.

## E. Pengenceran

Larutan yang terlalu pekat dapat dikurangi konsentrasinya dengan cara menambahkan air atau diencerkan. Larutan yang diencerkan akan mengalami perubahan volume dan konsentrasi. Akan tetapi, jumlah mol zat terlarutnya tetap. Secara matematis, rumus pengenceran adalah sebagai berikut.

$$\text{mol awal} = \text{mol akhir}$$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

### Keterangan:

$M_1$  = molaritas larutan sebelum pengenceran;

$V_1$  = volume larutan sebelum pengenceran;

$M_2$  = molaritas larutan setelah pengenceran; dan

$V_2$  = volume larutan setelah pengenceran.

### Contoh Soal 7

Sebanyak 100 mL larutan urea 2 M akan dibuat menjadi larutan urea 0,25 M. Tentukan:

- volume larutan setelah pengenceran; dan
- volume air yang harus ditambahkan!

### Pembahasan:

- Oleh karena ada penambahan air, maka larutan tersebut diencerkan. Dengan menggunakan rumus pengenceran, diperoleh:

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$\Leftrightarrow 2 \text{ M} \times 100 \text{ mL} = 0,25 \text{ M} \times V_2$$

$$\Leftrightarrow V_2 = 800 \text{ mL}$$

Jadi, volume larutan setelah pengenceran adalah 800 mL.

- Oleh karena volume larutan setelah pengenceran adalah 800 mL, maka:

$$\begin{aligned} \text{Volume air yang ditambahkan} &= V_2 - V_1 \\ &= 800 \text{ mL} - 100 \text{ mL} \\ &= 700 \text{ mL} \end{aligned}$$

Jadi, volume air yang harus ditambahkan adalah 700 mL.

## F. Molaritas Campuran

Pencampuran dua larutan sejenis atau lebih dengan molaritas yang sama atau berbeda akan menghasilkan suatu larutan baru dengan molaritas tertentu. Untuk menentukan molaritas larutan setelah pencampuran, rumus yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$\text{Molaritas campuran} = \frac{\text{mol total}}{\text{volume total (L)}} = \frac{\text{mmol total}}{\text{volume total (mL)}}$$

### Contoh Soal 8

Sebanyak 100 mL larutan NaCl 0,2 M dicampur dengan 150 mL larutan NaCl 0,2 M. Tentukan konsentrasi larutan tersebut setelah pencampuran!

#### Pembahasan:

Mula-mula, tentukan mol dari masing-masing larutan.

$$\text{mol larutan NaCl 1} = 0,2 \text{ M} \times 100 \text{ mL} = 20 \text{ mmol}$$

$$\text{mol larutan NaCl 2} = 0,2 \text{ M} \times 150 \text{ mL} = 30 \text{ mmol}$$

Kemudian, tentukan konsentrasi larutan setelah pencampuran dengan rumus berikut.

$$\begin{aligned} \text{Molaritas campuran} &= \frac{\text{mmol total}}{\text{volume total (mL)}} \\ &= \frac{20 \text{ mmol} + 30 \text{ mmol}}{100 \text{ mL} + 150 \text{ mL}} \\ &= \frac{50 \text{ mmol}}{250 \text{ mL}} \\ &= 0,2 \text{ M} \end{aligned}$$

#### • Super "Solusi Quipper" •

Molaritas campuran dapat ditentukan dengan cara SUPER berikut.

$$\begin{aligned} \text{Molaritas campuran} &= \frac{M_1V_1 + M_2V_2}{V_1 + V_2} \\ &= \frac{0,2 \text{ M} \times 100 \text{ mL} + 0,2 \text{ M} \times 150 \text{ mL}}{100 \text{ mL} + 150 \text{ mL}} \\ &= 0,2 \text{ M} \end{aligned}$$

Jadi, konsentrasi larutan tersebut setelah pencampuran adalah 0,2 M.

### Contoh Soal 9

Larutan NaOH pekat ( $M_r = 40$ ,  $\rho = 1,2 \text{ g/mL}$ ) dengan kadar 8% akan dibuat menjadi 100 mL larutan NaOH 0,6 M. Tentukan :

- volume larutan NaOH pekat yang harus digunakan; dan
- volume air yang harus ditambahkan.

#### Pembahasan:

- Mula-mula, ubah satuan konsentrasinya menjadi molar (M). Dengan menggunakan SUPER "Solusi Quipper", diperoleh:

#### • Super "Solusi Quipper" •

$$\begin{aligned} M &= \frac{\% \times \text{massa jenis} \times 10}{M_r} \\ &= \frac{8 \times 1,2 \times 10}{40} \\ &= 2,4 \text{ M} \end{aligned}$$

Kemudian, gunakan rumus pengenceran berikut.

$$\begin{aligned} M_1 \times V_1 &= M_2 \times V_2 \\ \Leftrightarrow 2,4 \text{ M} \times V_1 &= 0,6 \text{ M} \times 100 \text{ mL} \\ \Leftrightarrow V_1 &= 25 \text{ mL} \end{aligned}$$

Jadi, volume larutan NaOH pekat yang harus digunakan adalah 25 mL.

- Volume air yang ditambahkan  $= V_2 - V_1$   
 $= 100 \text{ mL} - 25 \text{ mL}$   
 $= 75 \text{ mL}$

Jadi, volume air yang harus ditambahkan adalah 75 mL.

### Contoh Soal 10

Larutan A dengan massa jenis 1,2 gram/mL memiliki kadar 10% massa. Jika  $M_r A = 40$  dan  $M_r \text{ air} = 18$ , tentukan:

- molalitas larutan;
- molaritas larutan; dan
- fraksi mol A dalam larutan.

**Pembahasan:**

Misalkan massa larutan = 100 gram.

Oleh karena larutan A memiliki kadar 10% massa, maka:

$$\text{Massa A} = 10\% \times 100 \text{ g} = 10 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol A} &= \frac{\text{massa A}}{Mr \text{ A}} \\ &= \frac{10}{40} \\ &= 0,25 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\text{Kadar air} = 100\% - 10\% = 90\%$$

$$\text{Massa air} = 90\% \times 100 \text{ g} = 90 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol air} &= \frac{\text{massa air}}{Mr \text{ air}} \\ &= \frac{90}{18} \\ &= 5 \text{ mol} \end{aligned}$$

Dengan demikian, diperoleh:

$$\begin{aligned} \text{a. Molalitas } (m) &= \frac{\text{massa A (g)}}{Mr \text{ A}} \times \frac{1000}{\text{massa air (g)}} \\ &= \frac{10 \text{ g}}{40} \times \frac{1000}{90 \text{ g}} \\ &= 2,78 \text{ molal} \end{aligned}$$

Jadi, molalitas larutan tersebut adalah 2,78 molal.

b. Untuk menentukan molaritas larutan, gunakan cara SUPER "Solusi Quipper" berikut.

● **Super "Solusi Quipper"** ●

$$\begin{aligned} M &= \frac{\% \times \text{massa jenis A} \times 10}{Mr \text{ A}} \\ &= \frac{10 \times 1,2 \times 10}{40} \\ &= 3 \text{ M} \end{aligned}$$

Jadi, molaritas larutan tersebut adalah 3 M.

c. Fraksi mol A dalam larutan tersebut dapat ditentukan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Fraksi mol A} &= \frac{\text{mol A}}{\text{mol A} + \text{mol air}} \\ &= \frac{0,25 \text{ mol}}{0,25 \text{ mol} + 5 \text{ mol}} \\ &= \frac{0,25 \text{ mol}}{5,25 \text{ mol}} \\ &= 0,0476\end{aligned}$$

Jadi, fraksi mol A dalam larutan tersebut adalah 0,0476.

### Contoh Soal 11

Suatu larutan mengandung gula pentosa ( $M_r$  gula pentosa = 150) dengan konsentrasi 10 molal. Tentukan persen massa gula pentosa dalam larutan tersebut!

#### Pembahasan:

Molalitas menunjukkan banyaknya mol zat terlarut dalam satu kilogram pelarut. Dalam hal ini, zat terlarutnya adalah gula pentosa dan pelarutnya adalah air.

$$\text{Larutan gula pentosa} = 10 \text{ molal} = \frac{10 \text{ mol zat terlarut}}{1 \text{ kg pelarut}}$$

Dengan demikian, diperoleh:

$$\text{Mol gula pentosa} = 10 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa gula pentosa} &= \text{mol} \times M_r \text{ gula pentosa} \\ &= 10 \times 150 \\ &= 1.500 \text{ g}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa air} &= 1 \text{ kg} \\ &= 1.000 \text{ g}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa larutan} &= \text{massa gula pentosa} + \text{massa air} \\ &= 1500 \text{ g} + 1.000 \text{ g} \\ &= 2.500 \text{ g}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{ gula pentosa dalam larutan} &= \frac{\text{massa gula pentosa}}{\text{massa larutan}} \times 100\% \\ &= \frac{1.500 \text{ g}}{2.500 \text{ g}} \times 100\% \\ &= 0,6 \times 100\% \\ &= 60\%\end{aligned}$$

Jadi, persen massa gula pentosa dalam larutan tersebut adalah 60%.