



# KIMIA

## KONSENTRASI LARUTAN I

### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, kamu diharapkan memiliki kemampuan berikut.

1. Memahami jenis-jenis konsentrasi larutan.
2. Dapat menentukan persen massa suatu zat.
3. Dapat menentukan persen volume suatu zat.
4. Dapat menentukan persen massa per volume suatu zat.
5. Dapat menentukan bagian per sejuta (bpj) suatu zat.

Campuran dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu larutan, koloid, dan suspensi. **Larutan** merupakan campuran dua zat atau lebih yang bersifat homogen dengan setiap bagiannya memiliki sifat yang sama. Contoh larutan adalah larutan gula, larutan garam, dan larutan alkohol. **Koloid** merupakan campuran yang sekilas tampak homogen tetapi sebenarnya heterogen. Contoh koloid adalah susu dan santan. Sementara itu, **suspensi** adalah campuran dua zat atau lebih yang bersifat heterogen. Contoh suspensi adalah campuran air dengan pasir. Setiap campuran baik homogen atau heterogen dapat dipisahkan secara fisika.

Dalam laboratorium, reaksi kimia yang terjadi umumnya melibatkan larutan. Di dalam larutan, terdapat zat terlarut dan zat pelarut. Zat terlarut adalah zat yang jumlahnya sedikit, sedangkan zat pelarut adalah zat yang jumlahnya banyak atau dominan. Perbandingan antara zat terlarut dan zat pelarut dalam larutan disebut dengan konsentrasi atau kepekatan. Jika jumlah zat terlarutnya banyak, maka larutan tersebut dikatakan memiliki konsentrasi tinggi atau dinamakan larutan pekat. Sebaliknya, jika jumlah zat terlarutnya sedikit, maka larutan tersebut dikatakan memiliki konsentrasi rendah atau dinamakan larutan encer.

Konsentrasi memiliki beberapa jenis satuan, di antaranya adalah persen massa, persen volume, persen massa per volume, bagian per sejuta (bpj), molaritas, molalitas, dan fraksi mol. Kita akan pelajari satu per satu jenis satuan konsentrasi tersebut pada sesi ini dan sesi selanjutnya.

## A. Persen Massa (%M/M)

**Persen massa** adalah satuan konsentrasi yang menyatakan massa suatu zat dalam 100 gram larutannya.

$$\% \text{ zat terlarut} = \frac{\text{massa zat terlarut}}{\text{massa larutan}} \times 100\%$$

$$\% \text{ zat pelarut} = \frac{\text{massa zat pelarut}}{\text{massa larutan}} \times 100\%$$

### Contoh Soal 1

Sebanyak 20 gram gula dilarutkan ke dalam 80 gram air. Tentukan persentase (kadar) gula dalam larutan tersebut.

**Jawab:**

Tentukan dahulu massa larutannya.

$$\begin{aligned} \text{Massa larutan} &= \text{massa gula} + \text{massa air} \\ &= 20 \text{ g} + 80 \text{ g} \\ &= 100 \text{ g} \end{aligned}$$

Kemudian, gunakan rumus persen massa untuk mengetahui kadarnya.

$$\begin{aligned} \% \text{ gula} &= \frac{\text{massa gula}}{\text{massa larutan}} \times 100\% \\ &= \frac{20 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times 100\% \\ &= 0,2 \times 100\% \\ &= 20\% \end{aligned}$$

Jadi, persentase (kadar) gula dalam larutan tersebut adalah 20%.

## Contoh Soal 2

*Stainless steel* merupakan paduan logam yang digunakan untuk keperluan rumah tangga, misalnya untuk sendok, panci, dan sebagainya. Komposisi paduan logam tersebut terdiri atas 8% nikel, 18% krom, dan sisanya besi. Jika terdapat 500 gram *stainless steel*, maka tentukan massa masing-masing logam penyusunnya.

**Jawab:**

Tentukan dahulu persen massa besi dalam paduan logam tersebut.

$$\begin{aligned}\% \text{ Fe} &= 100\% - \% \text{ Ni} - \% \text{ Cr} \\ &= 100\% - 8\% - 18\% \\ &= 74\%\end{aligned}$$

Kemudian, tentukan massa masing-masing logam penyusunnya dengan cara berikut.

$$\text{Massa Ni} = 8\% \times 500 \text{ g} = 40 \text{ g}$$

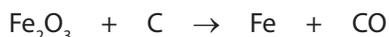
$$\text{Massa Cr} = 18\% \times 500 \text{ g} = 90 \text{ g}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa Fe} &= 500 \text{ g} - 40 \text{ g} - 90 \text{ g} \\ &= 370 \text{ g}\end{aligned}$$

Jadi, massa Ni, Cr, dan Fe dalam paduan logam tersebut berturut-turut adalah 40 gram, 90 gram, dan 370 g.

## Contoh Soal 3

Sebanyak 50 kg bijih besi yang mengandung  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  direaksikan dengan karbon sehingga menghasilkan 22,4 kg logam besi. Perhatikan persamaan reaksi berikut.



Jika  $Ar \text{ Fe} = 56$  dan  $Ar \text{ O} = 16$ , maka tentukan kadar  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dalam bijih besi tersebut.

**Jawab:**

Tentukan dahulu  $Mr \text{ Fe}_2\text{O}_3$ .

$$\begin{aligned}Mr \text{ Fe}_2\text{O}_3 &= (2 \times Ar \text{ Fe}) + (3 \times Ar \text{ O}) \\ &= (2 \times 56) + (3 \times 16) \\ &= 160\end{aligned}$$

Kemudian, tentukan massa  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dalam bijih besi tersebut.

$$\begin{aligned}\text{Massa Fe}_2\text{O}_3 &= \frac{Mr \text{Fe}_2\text{O}_3}{2 \times Ar \text{Fe}} \times \text{massa Fe} \\ &= \frac{160}{2 \times 56} \times 22,4 \text{ kg} \\ &= 32 \text{ kg}\end{aligned}$$

Setelah itu, tentukan kadar (persentase)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dalam biji besi dengan rumus berikut.

$$\begin{aligned}\% \text{Fe}_2\text{O}_3 &= \frac{\text{massa Fe}_2\text{O}_3}{\text{massa bijih besi}} \times 100\% \\ &= \frac{32 \text{ kg}}{50 \text{ kg}} \times 100\% \\ &= 0,64 \times 100\% \\ &= 64\%\end{aligned}$$

Jadi, kadar  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dalam bijih besi tersebut adalah 64%.

#### Contoh Soal 4

Terdapat 20 mL larutan HCl pekat dengan massa jenis 1,2 g/mL. Jika kadar HCl dalam larutan tersebut sebesar 40%, tentukanlah massa HCl.

**Jawab:**

Tentukan dahulu massa larutan HCl dengan rumus massa jenis.

Massa larutan = volume larutan  $\times$  massa jenis larutan

Massa larutan HCl = volume larutan HCl  $\times$  massa jenis larutan HCl

$$\begin{aligned}&= 20 \text{ mL} \times 1,2 \text{ g/mL} \\ &= 24 \text{ g}\end{aligned}$$

Kemudian, tentukan massa HCl dengan cara berikut.

$$\begin{aligned}\text{Massa HCl} &= 40\% \times 24 \text{ g} \\ &= 9,6 \text{ g}\end{aligned}$$

Jadi, massa HCl tersebut adalah 9,6 g.

#### Contoh Soal 5

Terdapat larutan gula sebanyak 100 g dengan kadar 20%. Untuk membuat larutan gula dengan kadar 50%, tentukan massa gula yang harus ditambahkan.

**Jawab:**

Oleh karena kadar larutan gula awal 20% dan massa larutan gula awal 100 g, maka massa gula awalnya adalah sebagai berikut.

$$\text{Massa gula awal} = 20\% \times 100 \text{ g} = 20 \text{ g}$$

Untuk mengubah kadar larutan gula menjadi 50%, maka harus ditambahkan gula sebanyak  $x$  gram. Dengan demikian, diperoleh:

$$\% \text{ gula dalam larutan akhir} = \frac{20 \text{ g} + x \text{ g}}{100 \text{ g} + x \text{ g}} \times 100\%$$

$$\Leftrightarrow 50\% = \frac{20 \text{ g} + x \text{ g}}{100 \text{ g} + x \text{ g}} \times 100\%$$

$$\Leftrightarrow 100 \text{ g} + x \text{ g} = 40 \text{ g} + 2x \text{ g}$$

$$\Leftrightarrow x \text{ g} = 60 \text{ g}$$

Jadi, massa gula yang harus ditambahkan adalah 60 g.

### Contoh Soal 6

Larutan gula sebanyak 100 gram dengan kadar 40% akan dikurangi kepekatannya menjadi 25%. Tentukan massa air yang harus ditambahkan.

**Jawab:**

Oleh karena kadar larutan gula awal 40% dan massa larutan gula awal 100 gram, maka massa gula awalnya adalah sebagai berikut.

$$\text{Massa gula awal} = 40\% \times 100 \text{ g} = 40 \text{ g}$$

Untuk menentukan massa air yang harus ditambahkan agar kadar larutan gula menjadi 25%, maka tentukan dahulu massa larutan gula akhir.

$$\% \text{ gula dalam larutan akhir} = \frac{\text{massa gula}}{\text{massa larutan akhir}} \times 100\%$$

$$\Leftrightarrow 25\% = \frac{40 \text{ gram}}{\text{massa larutan akhir}} \times 100\%$$

$$\Leftrightarrow \text{massa larutan akhir} = 160 \text{ g}$$

Dengan demikian, diperoleh:

$$\begin{aligned} \text{Massa air yang ditambahkan} &= \text{massa larutan akhir} - \text{massa larutan awal} \\ &= 160 \text{ g} - 100 \text{ g} \\ &= 60 \text{ g} \end{aligned}$$

## • Super "Solusi Quipper" •

Untuk menentukan kadar atau massa akhir suatu larutan, gunakan rumus berikut.

$$\%_1 \times m_1 = \%_2 \times m_2$$

**Keterangan:**

$\%_1$  = kadar zat awal;

$\%_2$  = kadar zat akhir;

$m_1$  = massa larutan awal; dan

$m_2$  = massa larutan akhir.

Berdasarkan rumus tersebut, diperoleh:

$$\%_1 \times m_1 = \%_2 \times m_2$$

$$\Leftrightarrow 40\% \times 100 \text{ g} = 25\% \times m_2$$

$$\Leftrightarrow m_2 = 160 \text{ g}$$

Dengan demikian, diperoleh:

$$\begin{aligned} \text{Massa air yang ditambahkan} &= 160 \text{ g} - 100 \text{ g} \\ &= 60 \text{ g} \end{aligned}$$

Jadi, massa air yang harus ditambahkan adalah 60 g.

## B. Persen Volume (% V/V)

**Persen volume** adalah satuan konsentrasi yang menyatakan volume suatu zat dalam 100 mL larutannya.

$$\% \text{ volume zat terlarut} = \frac{\text{volume zat terlarut}}{\text{volume larutan}} \times 100\%$$

### Contoh Soal 7

Alkohol sebanyak 350 mL dicampur dengan air sebanyak 150 mL. Tentukan kadar alkohol dalam larutan tersebut.

**Jawab:**

Dengan menggunakan rumus persen volume, diperoleh:

$$\% \text{ volume alkohol} = \frac{\text{volume alkohol}}{\text{volume larutan}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{350 \text{ mL}}{350 \text{ mL} + 150 \text{ mL}} \times 100\% \\
&= \frac{350 \text{ mL}}{500 \text{ mL}} \times 100\% \\
&= 70\%
\end{aligned}$$

Jadi, kadar alkohol dalam larutan tersebut adalah 70%.

### Contoh Soal 8

Untuk mengubah 100 mL larutan alkohol 80% menjadi 20%, tentukan volume air yang harus ditambahkan.

**Jawab:**

Oleh karena volume larutan alkohol awal 100 mL dan kadar larutan alkohol awal 80%, maka volume alkohol dalam larutan tersebut adalah sebagai berikut.

$$\text{Volume alkohol} = 80\% \times 100 \text{ mL} = 80 \text{ mL}$$

Untuk menentukan volume air yang harus ditambahkan agar kadar larutan alkohol menjadi 20%, maka tentukan dahulu volume larutan alkohol akhir.

$$\% \text{ volume alkohol akhir} = \frac{\text{volume alkohol}}{\text{volume larutan akhir}} \times 100\%$$

$$\Leftrightarrow 20\% = \frac{80 \text{ mL}}{\text{volume larutan akhir}} \times 100\%$$

$$\Leftrightarrow \text{volume larutan akhir} = 400 \text{ mL}$$

Dengan demikian, diperoleh:

$$\begin{aligned}
\text{Volume air yang ditambahkan} &= \text{volume larutan akhir} - \text{volume larutan awal} \\
&= 400 \text{ mL} - 100 \text{ mL} \\
&= 300 \text{ mL}
\end{aligned}$$

## • Super "Solusi Quipper" •

Untuk menentukan persen volume atau volume akhir suatu larutan, gunakan rumus berikut.

$$\%_1 \times V_1 = \%_2 \times V_2$$

**Keterangan:**

$\%1$  = persen volume awal;

$\%2$  = persen volume akhir;

$V_1$  = volume awal; dan

$V_2$  = volume akhir.

Berdasarkan rumus tersebut, diperoleh:

$$\%_1 \times V_1 = \%_2 \times V_2$$

$$\Leftrightarrow 80\% \times 100 \text{ mL} = 20\% \times V_2$$

$$\Leftrightarrow V_2 = 400 \text{ mL}$$

Dengan demikian, diperoleh:

$$\begin{aligned} \text{Volume air yang ditambahkan} &= V_2 - V_1 \\ &= 400 \text{ mL} - 100 \text{ mL} \\ &= 300 \text{ mL} \end{aligned}$$

Jadi, volume air yang harus ditambahkan adalah 300 mL.

### Contoh Soal 9

Sebanyak 150 mL larutan alkohol 40% dicampur dengan 100 mL larutan alkohol 15%. Tentukan persentase alkohol campuran tersebut.

**Jawab:**

Untuk menentukan persen volume campuran, gunakan SUPER Solusi Quipper berikut.

### • Super "Solusi Quipper" •

$$\% \text{ volume campuran} = \frac{\%_1 \times V_1 + \%_2 \times V_2}{V_1 + V_2}$$

Dengan demikian, diperoleh:

$$\begin{aligned} \% \text{ volume campuran} &= \frac{40\% \times 150 \text{ mL} + 15\% \times 100 \text{ mL}}{150 \text{ mL} + 100 \text{ mL}} \\ &= \frac{60 \text{ mL} + 15 \text{ mL}}{250 \text{ mL}} \\ &= 0,3 \\ &= 30\% \end{aligned}$$

Jadi, persentase alkohol campuran tersebut adalah 30%.

### C. Persen Massa per Volume (%M/V)

**Persen massa per volume** adalah satuan konsentrasi yang menyatakan massa suatu zat dalam 100 mL larutannya.

$$\% (M/V) \text{ zat terlarut} = \frac{\text{massa zat terlarut}}{\text{volume larutan}} \times 100\%$$

#### Contoh Soal 10

Terdapat 100 gram gula yang dilarutkan dalam air hingga volumenya mencapai 500 mL. Tentukan persentase massa per volume gula dalam larutan tersebut.

**Jawab:**

Dengan menggunakan rumus persen massa per volume, diperoleh:

$$\begin{aligned} \% (M/V) \text{ gula} &= \frac{\text{massa gula}}{\text{volume larutan}} \times 100\% \\ &= \frac{100 \text{ g}}{500 \text{ mL}} \times 100\% \\ &= 20\% \end{aligned}$$

Jadi, persentase massa per volume gula dalam larutan tersebut adalah 20%.

#### D. Bagian per Sejuta (bpj) atau ppm (*part per million*)

**Bpj atau ppm** adalah satuan konsentrasi yang menunjukkan banyaknya massa suatu zat dalam 1 juta gram larutannya. Bpj atau ppm ini biasanya digunakan untuk menentukan kadar pencemaran.

$$\text{Bpj atau ppm} = \frac{\text{massa zat}}{\text{massa larutan}} \times 10^6$$

#### Contoh Soal 11

Penelitian terhadap raksa di air laut menunjukkan bahwa terdapat 25 mg raksa untuk setiap 10 kg air laut. Tentukan kadar pencemaran raksa tersebut dalam bpj.

**Jawab:**

Diketahui:

massa raksa = 25 mg

massa air laut = 10 kg = 10.000 g = 10.000.000 mg

Dengan menggunakan rumus bpj, diperoleh:

$$\begin{aligned}\text{Kadar raksa} &= \frac{\text{massa raksa}}{\text{massa air laut}} \times 10^6 \\ &= \frac{25 \text{ mg}}{10.000.000 \text{ mg}} \times 10^6 \\ &= 2,5 \text{ bpj}\end{aligned}$$

Jadi, kadar pencemaran raksa tersebut dalam bpj adalah 2,5 bpj.

#### Contoh Soal 12

Jika pencemaran merkuri di air laut sebanyak 15 ppm, maka tentukan kadar pencemaran tersebut dalam persen.

**Jawab:**

Untuk menentukan kadar pencemaran tersebut dalam persen, gunakan SUPER Solusi Quipper berikut.

### • Super "Solusi Quipper" •

$$\frac{\text{nilai ppm}}{\text{sejuta}} = \frac{\text{nilai persen}}{\text{seratus}}$$

$$\Leftrightarrow \frac{15}{1.000.000} = \frac{\text{nilai persen}}{100}$$

$$\Leftrightarrow \text{nilai persen} = 0,0015 \% = 1,5 \times 10^{-3} \%$$

Jadi, kadar pencemaran tersebut dalam persen adalah  $1,5 \times 10^{-3} \%$ .