



# Larutan Penyangga

## A. PENDAHULUAN

 **Larutan penyangga (buffer/dapar)** adalah larutan yang dapat mempertahankan nilai pH tertentu walaupun diberi zat lain.

## B. LARUTAN PENYANGGA ASAM


 **Larutan penyangga asam** dapat mempertahankan pH < 7, tersusun atas campuran:


### 1) Asam lemah dan garamnya

Contoh:  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dengan  $\text{CH}_3\text{COONa}$

### 2) Asam lemah dan basa konjugasinya

Contoh:  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dengan  $\text{CH}_3\text{COO}^-$

 **Larutan penyangga asam** dapat dibuat dengan mereaksikan asam lemah dengan basa kuat.

 **Reaksi tersebut** akan menghasilkan garam atau basa konjugasi, menghabiskan basa kuat dan menyisakan asam lemah.

Contoh:


Larutan penyangga dari 100 mL  $\text{H}_2\text{CO}_3$  0,3 M dan 100 mL  $\text{NaOH}$  0,1 M,



<b>M</b>	30 mmol	10 mmol	–	–
<b>R</b>	10 mmol	10 mmol	10 mmol	10 mmol
<b>St</b>	20 mmol	–	10 mmol	10 mmol

 **Cara larutan penyangga asam** menjaga pH:

- 1) **Pada penambahan asam** (penambahan  $\text{H}^+$ ), kesetimbangan bergeser ke kiri, asam bereaksi dengan basa membentuk asam lemah.
- 2) **Pada penambahan basa** (penambahan  $\text{OH}^-$ ), kesetimbangan bergeser ke kanan, basa bereaksi dengan asam membentuk air.

 **Konsentrasi  $\text{H}^+$**  dalam larutan penyangga asam:

**Garam dari asam dan basa monovalen/divalen**

$$[\text{H}^+] = \text{Ka} \cdot \frac{\text{Ma}}{\text{Mg}}$$

$$[\text{H}^+] = \text{Ka} \cdot \frac{n \text{ a}}{n \text{ g}}$$

**Garam dengan asam atau basa divalen**

$$[\text{H}^+] = \text{Ka} \cdot \frac{\text{Ma}}{2 \cdot \text{Mg}}$$

$$[\text{H}^+] = \text{Ka} \cdot \frac{n \text{ a}}{2 \cdot n \text{ g}}$$

Contoh:

100 mL larutan penyangga mengandung 10 mmol  $\text{H}_2\text{S}$  dan  $\text{HS}^-$ . ( $\text{Ka} \text{ H}_2\text{S} = 1 \times 10^{-6}$ ).

Tentukan pH larutan:

### a. pH larutan penyangga

$$[\text{H}^+] = 10^{-6} \times \frac{10}{10} = 10^{-6}$$

$$\text{pH} = -\log 10^{-6}$$

$$\text{pH} = 6$$

### b. Jika ditambahkan $\text{HCl}$ 0,1 M 2mL

Asam akan bereaksi dengan  $\text{HS}^-$  (basa),



$$\text{M} \quad 10 \text{ mmol} \quad 0,2 \text{ mmol} \quad 10 \text{ mmol}$$

$$\text{R} \quad 0,2 \text{ mmol} \quad 0,2 \text{ mmol} \quad 0,2 \text{ mmol}$$

$$\text{S} \quad 9,8 \text{ mmol} \quad - \quad 10,2 \text{ mmol}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-6} \times \frac{10,2}{9,8} = 1,04 \times 10^{-6}$$

$$\text{pH} = -\log 1,04 \times 10^{-6} \quad \text{pH} = 5,98$$

### c. Jika ditetesi $\text{KOH}$ 0,1 M 3 mL

Basa akan bereaksi dengan  $\text{H}_2\text{S}$  (asam),



$$\text{M} \quad 10 \text{ mmol} \quad 0,3 \text{ mmol} \quad 10 \text{ mmol}$$


$$\text{R} \quad 0,3 \text{ mmol} \quad 0,3 \text{ mmol} \quad 0,3 \text{ mmol} \quad 0,3 \text{ mmol}$$

$$\text{S} \quad 9,7 \text{ mmol} \quad - \quad 10,3 \text{ mmol} \quad 0,3 \text{ mmol}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-6} \times \frac{9,7}{10,3} = 9,4 \times 10^{-7}$$

$$\text{pH} = -\log 9,4 \times 10^{-7} \quad \text{pH} = 6,02$$

## C. LARUTAN PENYANGGA BASA


 **Larutan penyangga basa** dapat mempertahankan pH > 7, tersusun atas campuran:


### 1) Basa lemah dan garamnya

Contoh:  $\text{NH}_3$  dengan  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

### 2) Basa lemah dan asam konjugasinya

Contoh:  $\text{NH}_3$  dengan  $\text{NH}_4^+$

 **Larutan penyangga basa** dapat dibuat dengan mereaksikan asam kuat dengan basa lemah.

 **Reaksi tersebut** akan menghasilkan garam atau asam konjugasi, menghabiskan asam kuat dan menyisakan basa lemah.

Contoh:

Larutan penyangga dari 250 mL  $\text{NH}_3$  0,1 M dan 100 mL  $\text{HCl}$  0,1 M,




$$\text{M} \quad 25 \text{ mmol} \quad 10 \text{ mmol} \quad -$$

$$\text{R} \quad 10 \text{ mmol} \quad 10 \text{ mmol} \quad 10 \text{ mmol}$$

$$\text{St} \quad 15 \text{ mmol} \quad - \quad 10 \text{ mmol}$$

 **Cara larutan penyangga basa** menjaga pH:

- 1) **Pada penambahan asam** (penambahan  $\text{H}^+$ ), kesetimbangan bergeser ke kanan, asam bereaksi dengan basa membentuk asam lemah.
- 2) **Pada penambahan basa** (penambahan  $\text{OH}^-$ ), kesetimbangan bergeser ke kiri, basa bereaksi dengan asam membentuk air.

 **Konsentrasi  $\text{OH}^-$  dalam larutan penyangga basa:**

**Garam dari asam dan basa monovalen/divalen**

$$[\text{OH}^-] = \text{Kb} \cdot \frac{\text{Mb}}{\text{Mg}}$$

$$[\text{OH}^-] = \text{Kb} \cdot \frac{n \cdot b}{n \cdot g}$$

**Garam dengan asam atau basa divalen**

$$[\text{OH}^-] = \text{Kb} \cdot \frac{\text{Mb}}{2 \cdot \text{Mg}}$$

$$[\text{OH}^-] = \text{Kb} \cdot \frac{n \cdot b}{2 \cdot n \cdot g}$$

Contoh:

100 mL larutan penyangga mengandung  $\text{NH}_3$  dan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  yang keduanya 0,1 M. ( $\text{Kb NH}_3 = 10^{-5}$ ).

Tentukan pH larutan:

a. **pH larutan penyangga**

$$[\text{OH}^-] = 10^{-5} \times \frac{10}{10} = 10^{-5}$$

$$\text{pOH} = -\log 10^{-5} = 5 \quad \text{pH} = 9$$

b. **Jika ditambahkan HCl 0,1 M 3 mL**

Asam akan bereaksi dengan  $\text{NH}_3$  (basa),



<b>M</b>	10 mmol	0,3 mmol	10 mmol
<b>R</b>	0,3 mmol	0,3 mmol	0,3 mmol
<b>S</b>	9,7 mmol	–	10,3 mmol

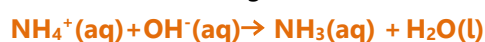
$$[\text{OH}^-] = 10^{-5} \times \frac{10,3}{9,7} = 1,06 \times 10^{-5}$$

$$\text{pOH} = -\log 1,06 \times 10^{-5} = 4,97$$

$$\text{pH} = 9,03$$

c. **Jika ditetesi KOH 0,1 M 4 mL**

Basa akan bereaksi dengan  $\text{NH}_4^+$  (asam),



<b>M</b>	10 mmol	0,4 mmol	10 mmol
<b>R</b>	0,4 mmol	0,4 mmol	0,4 mmol
<b>S</b>	9,6 mmol	–	10,4 mmol

$$[\text{OH}^-] = 10^{-5} \times \frac{9,6}{10,4} = 9,23 \times 10^{-6}$$


$$\text{pOH} = -\log 9,23 \times 10^{-6} = 5,03$$


$$\text{pH} = 8,97$$

## D. FUNGSI LARUTAN PENYANGGA

 **Larutan penyangga** digunakan dalam:

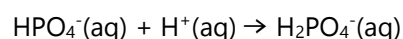
- 1) Analisis zat kimia dan biokimia
- 2) Laboratorium bakteriologi
- 3) Kultur jaringan
- 4) Obat tablet dan cair
- 5) Cocok tanam hidroponik

 **Larutan penyangga** terdapat dalam tubuh manusia yang berfungsi menjadi keseimbangan pH tubuh, terdapat pada cairan intrasel dan cairan ekstrasel (misalnya darah dan air liur).

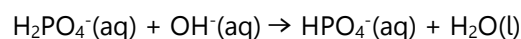
 **Macam-macam** larutan penyangga dalam tubuh:

- 1) **Penyangga fosfat** tersusun atas  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  dan  $\text{HPO}_4^{2-}$  dan berada pada seluruh cairan tubuh.

**Pada penurunan pH tubuh**

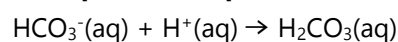


**Pada kenaikan pH tubuh**

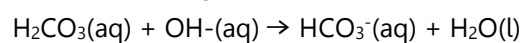


- 2) **Penyangga karbonat** tersusun atas  $\text{H}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{HCO}_3^-$  dan berada pada darah.

**Pada penurunan pH tubuh**

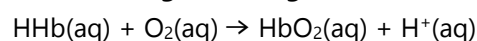



**Pada kenaikan pH tubuh**





- 3) **Penyangga hemoglobin** tersusun atas HHb dan HbO<sub>2</sub> dan berada pada darah.

**Kesetimbangan hemoglobin**



 **Tanpa larutan penyangga**, tubuh manusia dapat mengalami asidosis dan alkalosis yang menyebabkan kerusakan jaringan dan organ.

 **Asidosis** adalah penurunan pH darah yang disebabkan oleh metabolisme tubuh yang terlalu tinggi karena diabetes mellitus, penyakit ginjal, diare, dan konsumsi makanan berprotein berlebihan.

 **Alkalosis** adalah peningkatan pH darah yang disebabkan hiperventilasi karena sedikitnya kadar oksigen di lingkungan, dan gas karbondioksida yang dilepas terlalu banyak.