

Larutan Buffer

Author : Sri Utami

Publish : 10-07-2011 15:15:32

LARUTAN PENYANGGA

A. PENGERTIAN LARUTAN PENYANGGA

Larutan penyangga adalah larutan yang bersifat mempertahankan pH-nya, jika ditambahkan sedikit asam atau sedikit basa atau diencerkan. Larutan penyangga merupakan campuran asam lemah dengan basa konjugasinya atau campuran basa lemah dengan asam konjugasinya.

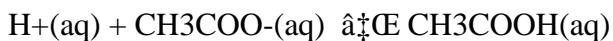
Contoh.

• Larutan yang mengandung CH_3COOH 0,1 M dan CH_3COONa 0,1 M.

a. Penambahan sedikit asam.

Contoh, penambahan sedikit HCl.

Jika ke dalam larutan ini ditambahkan sedikit HCl, maka pH larutan tidak berubah. Hal ini disebabkan H^+ yang berasal dari HCl dalam larutan akan dinetralkan dengan CH_3COO^- yang berasal dari CH_3COONa berdasarkan reaksi berikut.



Reaksi ini menyebabkan jumlah H^+ dalam larutan tidak berubah. Akibatnya, pH larutan tidak berubah.

b. Penambahan sedikit basa.

Contoh, penambahan sedikit NaOH.

Jika ke dalam larutan ini ditambahkan sedikit NaOH, maka pH larutan tidak berubah. Hal ini disebabkan OH^- yang berasal dari NaOH dalam larutan akan dinetralkan CH_3COOH berdasarkan reaksi berikut.



Reaksi ini menyebabkan jumlah OH^- atau H^+ dalam larutan tidak berubah. Akibatnya, pH larutan tidak berubah.

c. Pengenceran.

Contoh, pengenceran larutan hingga volumenya = 10 kali volume semula.

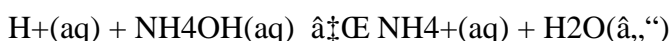
Jika larutan ini diencerkan hingga volumenya = 10 kali volume semula, maka CH_3COOH bertambah yang dapat menyebabkan jumlah H^+ dalam larutan bertambah. Tetapi, konsentrasi H^+ tidak berubah sebab volume larutan bertambah. Akibatnya, pH larutan tidak berubah.

• Larutan yang mengandung NH_4OH 0,1 M dan NH_4Cl 0,1 M.

a. Penambahan sedikit asam.

Contoh, penambahan sedikit HCl.

Jika ke dalam larutan ini ditambahkan sedikit HCl, maka pH larutan tidak berubah. Hal ini disebabkan H^+ yang berasal dari HCl dalam larutan akan dinetralkan dengan NH_4OH berdasarkan reaksi berikut.



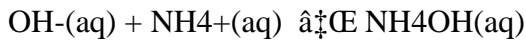
Larutan Buffer

Reaksi ini menyebabkan jumlah H^+ dalam larutan tidak berubah. Akibatnya, pH larutan tidak berubah.

b. Penambahan sedikit basa.

Contoh, penambahan sedikit NaOH.

Jika ke dalam larutan ini ditambahkan sedikit NaOH, maka pH larutan tidak berubah. Hal ini disebabkan OH^- yang berasal dari NaOH dalam larutan akan dinetralkan NH_4^+ yang berasal dari NH_4Cl berdasarkan reaksi berikut.



Reaksi ini menyebabkan jumlah OH^- atau H^+ dalam larutan tidak berubah. Akibatnya, pH larutan tidak berubah.

c. Pengenceran.

Contoh, pengenceran larutan hingga volumenya = 2 kali volume semula.

Jika larutan ini diencerkan hingga volumenya = 2 kali volume semula, maka a NH_4OH bertambah yang dapat menyebabkan jumlah OH^- dalam larutan bertambah. Tetapi, konsentrasi OH^- tidak berubah sebab volume larutan bertambah. Akibatnya, pH larutan tidak berubah.

B. JENIS LARUTAN PENYANGGA

Larutan penyangga terbagi menjadi dua kelompok, yaitu;

(1) Larutan Penyangga yang Mengandung Asam Lemah dan Garamnya

Contoh.

Ø Larutan yang mengandung CH_3COOH dan CH_3COONa

Ø Larutan yang mengandung H_2CO_3 dan Na_2CO_3

Ø Larutan yang mengandung H_2S dan Na_2S

Ø Larutan yang mengandung H_3PO_4 dan Na_3PO_4

(2) Larutan Penyangga yang Mengandung Basa Lemah dan Garamnya.

Contoh.

Ø Larutan yang mengandung NH_4OH dan NH_4Cl

Ø Larutan yang mengandung NH_4OH dan $(NH_4)_2SO_4$

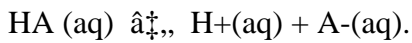
C. MENGHITUNG pH LARUTAN PENYANGGA

(1) Menghitung pH Larutan Penyangga yang Mengandung Asam Lemah dan Garamnya(basa konjugasinya)

Perhitungan pH larutan penyangga yang mengandung asam lemah dan garamnya dapat dilakukan seperti cara berikut.

Misalkan, HA = asam lemah.
= mol HA , dan
= mol anion dari garamnya = basa konjugasi.
 V = volume larutan.

Larutan Buffer



Berdasarkan reaksi di atas, maka

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

Oleh karena itu,

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log [\text{H}^+] \\ &= -\log \left(\frac{K_a [\text{HA}]}{[\text{A}^-]} \right) \\ &= -(\log K_a + \log \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]}) \\ &= -\log K_a - \log \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} \\ \text{pH} &= \text{p}K_a - \log \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} \quad (\text{p}K_a = -\log K_a) \end{aligned}$$

Karena $[\text{HA}] = [\text{A}^-]$, maka

$$\begin{aligned} \text{pH} &= \text{p}K_a - \log 1 \\ &= \text{p}K_a \end{aligned}$$

Jadi, pH larutan penyangga yang mengandung asam lemah dan garamnya (basa konjugasinya) dapat dihitung dengan rumus;

$$\text{pH} = \text{p}K_a - \log \frac{n_{\text{HA}}}{n_{\text{A}^-}}$$

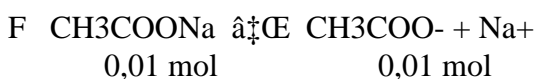
$K_a =$ tetapan disosiasi asam lemah
 n_{HA} = mol HA
 n_{A^-} = mol anion dari garamnya (basa konjugasinya)

Contoh.

• Hitung pH larutan penyangga yang mengandung CH_3COOH 0,1 mol ($K_a = 10^{-5}$) dan CH_3COONa 0,01 mol !

Jawab.

$$\begin{aligned} K_a &= 10^{-5} \\ \text{p}K_a &= -\log 10^{-5} = 5. \end{aligned}$$



Larutan Buffer

F Berdasarkan di atas, maka

$$nA^- = 0,01 \text{ mol} = 10^{-2} \text{ mol.}$$

$$nHA = 0,1 \text{ mol} = 10^{-1} \text{ mol.}$$

$$\begin{aligned} \text{F } \text{pH} &= \text{pK}_a - \log \\ &= 5 - \log \\ &= 5 - \log 10^{-1} + 2 \\ &= 5 - \log 10 \\ &= 5 - 1 \\ &= 4. \end{aligned}$$

Jadi, pH larutannya = 4.

Â, Tentukan pH larutan yang terbentuk dari campuran antara 100 mL asam asetat 0,05 M ($K_a = 10^{-5}$) dengan 100 mL natrium asetat 0,05 M!

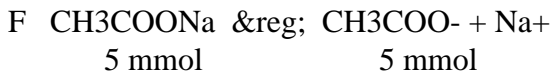
Jawab.

$$\text{F } K_a = 10^{-5}$$

$$\text{pK}_a = -\log 10^{-5} = 5.$$

$$\text{F } \text{CH}_3\text{COOH} = 100 \cdot 0,05 = 5 \text{ mmol.}$$

$$\text{CH}_3\text{COONa} = 100 \cdot 0,05 = 5 \text{ mmol.}$$



F Berdasarkan di atas, maka

$$nA^- = 5 \text{ mmol.}$$

$$nHA = 5 \text{ mmol.}$$

$$\begin{aligned} \text{F } \text{pH} &= \text{pK}_a - \log \\ &= 5 - \log \\ &= 5 - \log 1 \\ &= 5 - 0 \\ &= 5. \end{aligned}$$

Jadi, pH larutan = 5.

l Jika 300 mL CH_3COOH 0,1 M ($K_a = 2 \cdot 10^{-5}$) dicampur dengan 200 mL Ca(OH)_2 0,1 M, maka tentukan pH larutan yang terbentuk!

Jawab.

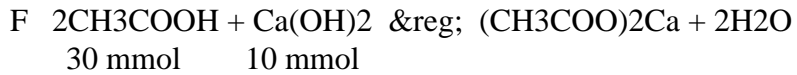
$$\text{F } K_a = 2 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{pK}_a = -\log 2 \cdot 10^{-5} = -(\log 2 + \log 10^{-5}) = -(\log 2 - 5) = -\log 2 + 5.$$

$$\text{F } \text{CH}_3\text{COOH} = 300 \cdot 0,1 = 30 \text{ mmol.}$$

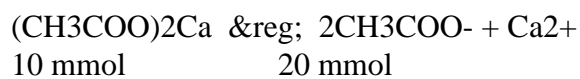
$$\text{Ca(OH)}_2 = 200 \cdot 0,1 = 10 \text{ mmol.}$$

Larutan Buffer



20 mmol 10 mmol 10 mmol

10 mmol - 10 mmol



F Larutan ini mengandung asam lemah dan garamnya(basa konjugasinya), dengan

$$n_{\text{A}^-} = 20 \text{ mmol.}$$

$$n_{\text{HA}} = 10 \text{ mmol.}$$

$$\begin{aligned}
 \text{F } \text{pH} &= \text{pK}_a - \log \frac{n_{\text{A}^-}}{n_{\text{HA}}} \\
 &= (-\log 2 + 5) - \log \frac{20}{10} \\
 &= -\log 2 + 5 - (\log 2) \\
 &= -\log 2 + 5 - (\log 1 + \log 2) \\
 &= -\log 2 + 5 - (0 + \log 2) \\
 &= -\log 2 + 5 - (\log 2) \\
 &= -\log 2 + 5 + \log 2
 \end{aligned}$$

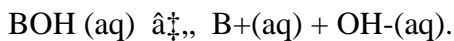
Larutan Buffer

$$= 5.$$

Jadi, pH larutan adalah 5.

- (2) Menghitung pH Larutan Penyangga yang Mengandung Basa Lemah dan Garamnya (asam konjugasinya)
 Perhitungan pH larutan penyangga yang mengandung basa lemah dan garamnya (asam konjugasinya) dapat dilakukan seperti cara berikut.

Misalkan, BOH = basa lemah.
 n = mol BOH, dan
 m = mol kation dari garam = asam konjugasinya
 V = volume larutan.



Berdasarkan reaksi di atas, maka

$$K_b = \frac{[\text{B}^+][\text{OH}^-]}{[\text{BOH}]}$$

Karena $[\text{OH}^-] = \frac{m}{V}$, maka

$$[\text{H}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]}$$

Oleh karena itu,

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log [\text{H}^+] \\ &= -\log \left(\frac{K_w}{[\text{OH}^-]} \right) \\ &= -(\log K_w - \log [\text{OH}^-]) \\ &= -(\log 10^{-14} + (-\log K_b) - \log n) \\ &= -(-14 \cdot \log 10 + \text{p}K_b - \log n) \dots\dots\dots (\text{p}K_b = -\log K_b) \\ &= -(-14.1 + \text{p}K_b - \log n) \\ &= -(-14 + \text{p}K_b - \log n) \end{aligned}$$

$\text{pH} = 14 - \text{p}K_b + \log \frac{m}{n}$
 Karena $[\text{BOH}] = \frac{n}{V}$ dan $[\text{B}^+] = \frac{m}{V}$, maka

$$\begin{aligned} \text{pH} &= 14 - \text{p}K_b + \log \frac{m}{n} \\ &= 14 - \text{p}K_b + \log \frac{m}{n} \end{aligned}$$

Jadi, pH larutan penyangga yang mengandung asam lemah dan garamnya dapat dihitung dengan rumus

Larutan Buffer

$$\begin{aligned} \text{pH} &= 14 - \text{pKb} + \log K_b = \text{tetapan disosiasi basa lemah} \\ n_{\text{BOH}} &= \text{mol BOH} \\ &= \text{mol kation dari garamnya (asam konjugasinya)} \end{aligned}$$

Contoh.

• Hitung pH larutan penyangga yang mengandung NH_4OH 0,5 mol ($K_b = 10^{-6}$) dan NH_4Cl 50 mol!

Jawab.

$$\begin{aligned} F \quad K_b &= 10^{-6} \\ \text{pKb} &= -\log 10^{-6} = -(-6) \cdot \log 10 = 6 \cdot 1 = 6. \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} F \quad \text{Berdasarkan di atas, maka} \\ n_{\text{B}^+} &= 50 \text{ mol.} \\ n_{\text{BOH}} &= 0,5 \text{ mol.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F \quad \text{pH} &= 14 - \text{pKb} + \log \\ &= 14 - 6 + \log \\ &= 14 - 6 + \log 10^{-2} \\ &= 14 - 6 + (-2) \cdot \log 10 \\ &= 14 - 6 - 2 \cdot 1 \\ &= 14 - 6 - 2 \\ &= 14 - 8 \\ &= 6. \end{aligned}$$

Jadi, pH larutan = 6.

• Tentukan pH larutan yang terbentuk dari campuran antara 100 mL, “ NH_4OH 0,1 M ($K_b = 10^{-5}$) dengan 100 mL, “ NH_4Cl 0,2 M!

Jawab.

$$\begin{aligned} F \quad K_b &= 10^{-5} \\ \text{pKb} &= -\log 10^{-5} = -(-5) \cdot \log 10 = 5 \cdot 1 = 5. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F \quad \text{NH}_4\text{OH} &= 100 \cdot 0,1 = 10 \text{ mmol.} \\ \text{NH}_4\text{Cl} &= 100 \cdot 0,2 = 20 \text{ mmol.} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} F \quad \text{Berdasarkan di atas, maka} \\ n_{\text{B}^+} &= 20 \text{ mmol.} \\ n_{\text{BOH}} &= 10 \text{ mmol.} \end{aligned}$$

Larutan Buffer

$$\begin{aligned} \text{F } \text{pH} &= 14 - \text{pKb} + \log \\ &= 14 - 5 + \log \\ &= 14 - 5 + \log \\ &= 14 - 5 + \log 1 - \log 2 \\ &= 14 - 5 + 0 - \log 2 \\ &= 9 - \log 2. \end{aligned}$$

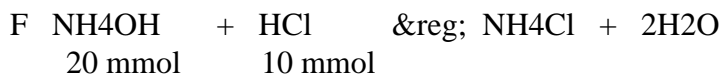
Jadi, pH larutan = $9 - \log 2$.

1 Jika 200 ml NH_4OH 0,1 M ($K_b = 10^{-5}$) dicampur dengan 100 ml HCl 0,1 M, maka tentukan pH larutan yang terbentuk!

Jawab.

$$\begin{aligned} \text{F } K_b &= 10^{-5} \\ \text{pKb} &= -\log 10^{-5} = 5. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F } \text{NH}_4\text{OH} &= 200 \cdot 0,1 = 20 \text{ mmol.} \\ \text{HCl} &= 100 \cdot 0,1 = 10 \text{ mmol.} \end{aligned}$$



10 mmol 10 mmol

Larutan Buffer

10 mmol - 10 mmol

$\text{NH}_4\text{Cl} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$
10 mmol 10 mmol

F Larutan ini mengandung basa lemah dan garamnya(asam konjugasinya), dengan

$$n_{\text{B}^+} = \quad = 10 \text{ mmol.}$$

$$n_{\text{BOH}} = \quad = 10 \text{ mmol.}$$

$$\begin{aligned} \text{F pH} &= 14 - \text{pK}_b + \log \\ &= 14 - 5 + \log \\ &= 14 - 5 + \log 1 \\ &= 14 - 5 + 0 \\ &= 9. \end{aligned}$$

Jadi, pH larutan = 9.

D. EKSPERIMEN

Prosedur.

- a.
 1. Masukkan 5 ml H₂O ke dalam tabung reaksi. Berilah 1 lembar indikator universal. Catat harga pH nya. Bagilah larutan menjadi 2 lalu masukkan ke dalam tabung reaksi.
 2. Ke dalam tabung reaksi I, tambahkan 2 tetes NaOH 0,1 M. Catat harga pH nya.
 3. Ke dalam tabung reaksi II, tambahkan 2 tetes HCl 0,1 M. Catat harga pH nya.
- b.
 1. Ke dalam tabung reaksi dimasukkan 2 ml CH₃COOH 0,1 M + 2 ml CH₃COONa 0,1 M
 2. Hitung pH nya, kemudian larutan dibagi menjadi 2 buah tabung reaksi
 3. Ke dalam tabung reaksi I, tambahkan 2 tetes NaOH 0,1 M, hitung harga pH nya
 4. Ke dalam tabung reaksi II, tambahkan 2 tetes HCL 0,1 M, hitung harga pH nya
- c.
 1. Ke dalam tabung reaksi dimasukkan 2 ml NH₄OH 0,1 M + 2 ml NH₄Cl 0,1 M
 2. Hitung pH nya, kemudian larutan dibagi menjadi 2 buah tabung reaksi
 3. Ke dalam tabung reaksi I, tambahkan 2 tetes NaOH 0,1 M, hitung harga pH nya
 4. Ke dalam tabung reaksi II, tambahkan 2 tetes HCL 0,1 M, hitung harga pH nya

Pengamatan

a .

.pH

H₂O

Larutan Buffer

+ NaOH

+ HCl

Mula-mula

………

â”€

â”€

Campuran

â”€

………

……….

b.

pH

CH₃COOH +CH₃COONa

Larutan Buffer

+ NaOH

+ HCl

Mula-mula

………

â”€

â”€

Campuran

â”€

………

……….

c.

pH

NH₄OH + NH₄Cl

Larutan Buffer

+ NaOH

+ HCl

Mula-mula

………

â”€

â”€

Campuran

â”€

………

……

Pertanyaan.

1. Larutan $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ disebut larutan buffer…….
2. Larutan $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$ disebut larutan buffer …….
3. Berikan kesimpulan dari percobaan di atas.

E. RANGKUMAN

Larutan penyangga adalah larutan yang bersifat mempertahankan pH-nya, jika ditambahkan sedikit asam atau sedikit basa atau diencerkan. Larutan penyangga merupakan campuran asam lemah dengan basa konjugasinya atau campuran basa lemah dengan asam konjugasinya.

Larutan Buffer

F. UJI KOPETENSI

Soal Pilihan Ganda

Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat !

- Diantara campuran di bawah ini termasuk larutan penyangga, kecuali ….
 - NH_4OH dan NH_4Cl
 - CH_3COOH dan CH_3COONa
 - $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan CaCl_2
 - HCN dan KCN
 - H_2CO_3 dan KHCO_3
- Fungsi sistem larutan penyangga dalam darah adalah mempertahankan…..
 - Derajat keasaman darah
 - Kadar Hb darah
 - Sel darah merah dari darah
 - fibrinogen darah..
 - Sel darah putih dari darah
- Direaksikan beberapa larutan seperti berikut.
 - 100 ml asam asetat 0,1 M dan 100 ml NaOH 0,1 M
 - 100 ml asam asetat 0,2 M dan 100 ml NaOH 0,1 M
 - 100 ml asam klorida 0,1 M dan 100 ml NH_4OH 0,1 M
 - 100 ml asam klorida 0,05 M dan 100 ml NH_4OH 0,1 MCampuran di atas yang membentuk larutan penyangga adalah
 - (1), (2), dan (3)
 - (1) dan (3)
 - (2) dan (4)
 - (4)
 - semua larutan
- Suatu larutan buffer terdiri dari campuran CH_3COOH 0,01 M ($K_a = 10^{-5}$) dan CH_3COONa 0,1 M mempunyai pH = 6. Perbandingan volume CH_3COOH : volume CH_3COONa adalah ...
 - 1 : 1
 - 1 : 10
 - 10 : 1
 - 1 : 100
 - 100 : 1
- Volume NH_3 dan volume NH_4Cl berikut yang mungkin dalam larutan yang terdiri dari NH_3 0,1 M ($K_b = 10^{-5}$) dan NH_4Cl 0,01 M dengan pH = 10 adalah ...
 - 25 mL dan 25 mL
 - 25 mL dan 50 mL
 - 50 mL dan 25 mL
 - 50 mL dan 10 mL
 - 100 mL dan 10 mL
- pH larutan CH_3COOH 0,1 M = 3 ($K_a = 10^{-5}$). Jumlah mol CH_3COOH yang harus ditambahkan ke dalam 100 mL CH_3COONa 0,1 M agar pH larutan menjadi dua kali pH larutan semula adalah ...
 - 2
 - 1
 - 0,3
 - 0,2
 - 0,1
- Jika pH larutan penyangga yang terbentuk dari