

LKPD LARUTAN BUFFER - 1

KELAS : XI F . . .

NAMA : _____

NO PRESENSI : _____

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, siswa diharapkan mampu:

- 1) Menjelaskan sistem kesetimbangan dalam larutan buffer asam dan buffer basa
- 2) Menjelaskan proses pembentukan larutan buffer asam dan basa
- 3) Menganalisis campuran yang dapat membentuk larutan buffer
- 4) Menghitung pH larutan buffer asam dan basa

Larutan buffer (penyangga / dapar) adalah larutan yang dapat mempertahankan pH dengan adanya penambahan sedikit asam/basa/pengenceran, karena larutan buffer membentuk sistem kesetimbangan.

Sistem buffer digunakan dalam industry analitis, bakteriologi, industry farmasi, industry kulit dll

Sistem buffer (membentuk kesetimbangan antara komponen buffer) dijumpai dalam:

intra sel (H_2PO_4^- dengan HPO_4^{2-}) dan ekstra sel (H_2CO_3 dengan HCO_3^-) pH darah 7,4 dengan perbandingan $[\text{HCO}_3^-] : [\text{H}_2\text{CO}_3] = 20 : 1$

Sistem buffer darah : $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}$$

$$[\text{H}^+] = K_a \frac{[\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{HCO}_3^-]}$$

Hasil metabolisme lebih banyak bersifat asam sehingga dalam kesetimbangan :

$\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ bergeser ke kiri dan terjadi reaksi $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$

Perbandingan $[\text{HCO}_3^-] : [\text{H}_2\text{CO}_3]$ tetap 20 : 1

Sistem kesetimbangan $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$ dapat berupa

1. Sebagai kesetimbangan ionisasi asam lemah jika :

- a. $[\text{H}^+] = [\text{CH}_3\text{COO}^-]$
- b. Komponen ion CH_3COO^- (basa konjugasinya) **berasal** dari ionisasi CH_3COOH (asamnya)

2. Sebagai sistem kesetimbangan buffer jika :

- a. $[\text{H}^+] \neq [\text{CH}_3\text{COO}^-]$
- b. Komponen ion CH_3COO^- (basa konjugasinya) **bukan berasal** berasal dari ionisasi CH_3COOH (asamnya)

Komponen buffer :

- ✓ Buffer asam $\rightarrow$ komponen : asam lemah dengan basa konjugasi (campuran antara asam lemah dengan basa konjugasi).
- ✓ Buffer basa $\rightarrow$ komponen : basa lemah dengan asam konjugasi (campuran antara basa lemah dengan asam konjugasi).

Larutan Buffer asam terbentuk dari:

1. Langsung Buffer $\rightarrow$ sudah merupakan campuran asam lemah + basa konjugasi (berupa senyawa garamnya)
2. Tidak langsung $\rightarrow$ melalui reaksi lebih dahulu antara asam lemah + basa kuat dengan syarat asam lemah bersisa.

Sistem buffer asam dapat berupa:

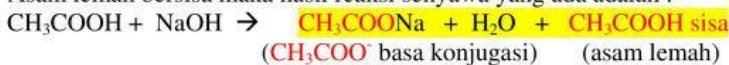
1. Sudah merupakan sistem buffer
Campuran antara asam lemah dengan basa konjugasinya (dalam senyawa garamnya)
 - a) CH_3COOH dengan CH_3COONa $\rightarrow$ sudah membentuk sistem buffer
Ingat garam CH_3COONa terionisasi sempurna menjadi ion Na^+ dan ion CH_3COO^-
ion CH_3COO^- merupakan basa konjugasi dari CH_3COOH
 - b) CH_3COOH dengan $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ $\rightarrow$ sudah membentuk sistem buffer
Ingat garam $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ terionisasi sempurna menjadi ion Ca^{2+} dan ion CH_3COO^-
ion CH_3COO^- merupakan basa konjugasi dari CH_3COOH

2. Melalui reaksi lebih dahulu

Reaksi antara asam lemah dengan basa kuat dengan syarat asam lemah bersisa

$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow$ membentuk sistem buffer jika asam lemahnya bersisa

Asam lemah bersisa maka hasil reaksi senyawa yang ada adalah :



Contoh soal

Tentukan yang dapat terjadi reaksi (membentuk senyawa baru)

- 1) $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow$
- 2) $\text{HCl} + \text{NaCl} \rightarrow$
- 3) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow$
- 4) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow$

Pembahasan

Reaksi dari dua senyawa tidak akan terjadi jika mengandung kation yang sama atau anion yang sama

Contoh :

$\text{HCl} + \text{NaCl} \rightarrow$ tidak terjadi reaksi karena mengandung anion yang sama yaitu ion Cl^-

$\text{NaOH} + \text{NaCl} \rightarrow$ tidak terjadi reaksi karena mengandung kation yang sama yaitu ion Na^+

- 1) $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
- 2) $\text{HCl} + \text{NaCl} \rightarrow$ tidak terjadi reaksi
- 3) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow$ tidak terjadi reaksi

Contoh soal

Tentukan campuran berikut yang dapat menghasilkan larutan penyangga

- 1) $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow$
- 2) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$
- 3) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow$ tidak terjadi reaksi
- 4) $\text{NaHCO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow$

Pembahasan

Catatan:

- ✓ Asam kuat + basa kuat $\rightarrow$ tidak dapat membentuk kesetimbangan buffer
- ✓ Asam kuat + basa lemah $\rightarrow$ dapat membentuk kesetimbangan buffer dengan syarat basa lemah bersisa
- ✓ Asam lemah + basa kuat $\rightarrow$ dapat membentuk kesetimbangan buffer dengan syarat asam lemah bersisa
- ✓ Asam lemah + basa lemah $\rightarrow$ dapat membentuk kesetimbangan buffer dengan syarat asam lemah atau basa lemah bersisa

- 1) $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow$ tidak dapat membentuk larutan penyangga
- 2) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow$ dapat membentuk larutan penyangga jika asam lemah CH_3COOH bersisa
Sehingga akhir reaksi senyawa yang ada
 $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{COOH sisa}$
Maka antara CH_3COOH sisa dengan garam CH_3COONa dapat membentuk kesetimbangan penyangga
Dengan reaksi kesetimbangan :
 $\text{CH}_3\text{COOH sisa} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$ (berasal dari garam CH_3COONa)
- 3) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow$ sudah langsung membentuk sistem kesetimbangan buffer
- 4) $\text{NaHCO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow$ sudah langsung membentuk sistem kesetimbangan buffer yaitu antara Ion HCO_3^- dengan CO_3^{2-} yang merupakan pasangan asam lemah (HCO_3^-) dengan basa konjugasi (CO_3^{2-})
Dengan reaksi kesetimbangan penyangga :
 $\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$

Contoh Soal

Sebanyak 100 ml NH_3 0,2 M + 100 ml NH_4Cl 0,2 M apakah membentuk larutan penyangga

Pembahasan

Syarat larutan penyangga asam:

- ✓ Terdapat spesi asam lemah dengan basa konjugasi (berupa senyawa garam)

Syarat larutan penyangga basa:

- ✓ Terdapat spesi basa lemah dengan asam konjugasi (berupa senyawa garam)

Dalam larutan $\text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow$ sudah membentuk sistem buffer basa.

Garam NH_4Cl akan terionisasi sempurna menjadi ion NH_4^+ dan ion Cl^- sehingga dalam campuran terdapat molekul NH_3 dengan ion NH_4^+ (merupakan pasangan basa lemah dengan asam konjugasi)

KASUS 1

1) Diketahui pernyataan mengenai campuran larutan larutan yang dapat membentuk larutan penyangga:

1. Sebanyak 100 ml NaOH 0,2 M + 100 ml HCl 0,1 M
2. Sebanyak 100 ml NaOH 0,2 M + 100 ml HCl 0,4 M
3. Sebanyak 100 ml NaOH 0,2 M + 100 ml CH_3COOH 0,2 M
4. Sebanyak 100 ml NaOH 0,2 M + 100 ml CH_3COOH 0,3 M

Pernyataan yang benar adalah:

- A. 1, 2 dan 3
- B. 2 dan 3
- C. 3 dan 4
- D. 3
- E. 4

2) Diketahui pernyataan mengenai campuran larutan larutan yang dapat membentuk larutan penyangga:

1. Sebanyak 100 ml NH_3 0,2 M + 100 ml HCl 0,3 M
2. Sebanyak 100 ml NaOH 0,2 M + 100 ml CH_3COONa 0,1 M
3. Sebanyak 100 ml CH_3COOH 0,2 M + 100 ml CH_3COONa 0,1 M
4. Sebanyak 100 ml CH_3COOH 0,2 M + 100 ml CH_3COONa 0,3 M

Pernyataan yang benar adalah:

- A. 1, 2 dan 3
- B. 2 dan 3
- C. 3 dan 4
- D. 3
- E. 4

3) Diketahui pernyataan mengenai campuran larutan larutan yang dapat membentuk larutan penyangga:

1. Sebanyak 100 ml NH_3 0,2 M + 100 ml HCl 0,1 M
2. Sebanyak 100 ml NH_3 0,2 M + 100 ml NH_4Cl 0,2 M
3. Sebanyak 100 ml NH_3 0,2 M + 100 ml NH_4Cl 0,4 M
4. Sebanyak 100 ml NH_3 0,2 M + 100 ml HCl 0,2 M

Pernyataan yang benar adalah:

- A. 1, 2 dan 3
- B. 2 dan 3
- C. 3 dan 4
- D. 3
- E. 4

4) Diketahui pernyataan mengenai campuran larutan larutan yang dapat membentuk larutan penyangga:

1. Sebanyak 100 ml HCl 0,2 M + 100 ml KCl 0,1 M
2. Sebanyak 100 ml HCl 0,2 M + 100 ml KCl 0,4 M
3. Sebanyak 100 ml NaOH 0,2 M + 100 ml NaCl 0,1 M
4. Sebanyak 100 ml NH_3 0,2 M + 100 ml HCl 0,1 M

Pernyataan yang benar adalah:

- A. 1, 2 dan 3
- B. 2 dan 3
- C. 3 dan 4
- D. 3
- E. 4

Reaksi Asam Kuat + Basa Kuat

$\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow$ pH larutan ada 3 kemungkinan

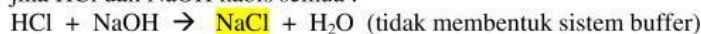
- 1) Jika HCl bersisa maka $\text{pH} < 7$
- 2) Jika HCl dan NaOH habis semua maka $\text{pH} = 7$
- 3) Jika NaOH bersisa maka $\text{pH} > 7$

Reaksi 1: jika HCl bersisa :



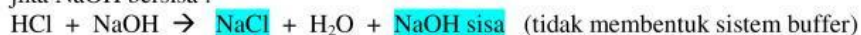
Antara HCl dengan NaCl tidak dapat membentuk sistem buffer karena HCl (asam kuat) terionisasi sempurna (tidak membentuk kesetimbangan)

Reaksi 2: jika HCl dan NaOH habis semua :



Akhir reaksi terbentuk garam NaCl (garam netral garam yang berasal dari asam kuat dengan basa kuat)

Reaksi 3: jika NaOH bersisa :



Antara NaOH dengan NaCl tidak dapat membentuk sistem buffer karena NaOH (basa kuat) terionisasi sempurna (tidak membentuk kesetimbangan)

Reaksi Asam Lemah dengan Basa Kuat ada 3 kemungkinan dalam menentukan pH larutan yang terjadi:

$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow$ $\text{pH} < 7$ dan $\text{pH} > 7$ sedangkan untuk $\text{pH} = 7$ kemungkinan kecil

- 1) Jika NaOH bersisa maka $\text{pH} > 7$
- 2) Jika CH_3COOH dan NaOH habis semua maka $\text{pH} = 7$
- 3) Jika CH_3COOH bersisa maka $\text{pH} < 7$

A. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} + \text{NaOH sisa}$

--> pH larutan ditentukan dari [NaOH] sisa

B. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$

--> pH larutan ditentukan dari garam [CH_3COONa]

Garam CH_3COONa berasal dari asam lemah dengan basa kuat maka membentuk garam hidrolisis yang bersifat basa

C. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{COOH sisa}$

--> pH larutan ditentukan dari CH_3COONa dan CH_3COOH sisa (**membentuk larutan buffer asam**)

senyawa garam CH_3COONa akan terionisasi sempurna menghasilkan $\text{Na}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$ sehingga didalam larutan tersebut terdapat ion CH_3COO^- , Na^+ , CH_3COOH sisa

Reaksi Asam Kuat dengan Basa Lemah ada 3 kemungkinan dalam menentukan pH larutan yang terjadi:

$\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow$ $\text{pH} < 7$ dan $\text{pH} > 7$ sedangkan untuk $\text{pH} = 7$ kemungkinan kecil

- 1) Jika HCl bersisa maka $\text{pH} < 7$
- 2) Jika HCl dan NH_3 habis semua maka $\text{pH} = 7$
- 3) Jika NH_3 bersisa maka $\text{pH} > 7$

A. $\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} + \text{HCl sisa}$

--> pH larutan ditentukan dari [HCl] sisa

B. $\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$

--> pH larutan ditentukan dari garam [NH_4Cl]

Garam NH_4Cl berasal dari asam kuat dengan basa lemah maka membentuk garam hidrolisis yang bersifat asam

C. $\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$

--> pH larutan ditentukan dari NH_3 sisa dan NH_4Cl (**membentuk larutan buffer basa**)

senyawa garam NH_4Cl akan terionisasi sempurna menghasilkan $\text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$

sehingga didalam larutan tersebut terdapat molekul NH_3 sisa, ion NH_4^+ dan ion Cl^-

KASUS II

Reaksi CH_3COOH 0,2 M + NaOH 0,2 M

	CH_3COOH 0,2 M	+ NaOH 0,2 M	$\rightarrow$	CH_3COONa	+ H_2O
Reaksi I	30 ml	70 ml			
Reaksi II	50 ml	50 ml			
Reaksi III	70 ml	30 ml			

1) Tentukan reaksi yang dapat membentuk kesetimbangan buffer

- A. I
B. II
C. III
D. I dan III
E. II dan III

2) Reaksi I memiliki pH :	3) Reaksi II memiliki pH :	4) Reaksi III memiliki pH :
A. Diatas 7	A. Diatas 7	A. Diatas 7
B. Sama dengan 7	B. Sama dengan 7	B. Sama dengan 7
C. Dibawah 7	C. Dibawah 7	C. Dibawah 7

5) Hitung pH yang terjadi dari reaksi III

Lengkapi langkah dan tabel berikut

- ✓ Jumlah mmol dari 70 ml CH_3COOH 0,2 M adalah ...
✓ Jumlah mmol dari 30 ml NaOH 0,2 M adalah ...

	CH_3COOH	+ NaOH	$\rightarrow$	CH_3COONa	+ H_2O
Awal	P mmol	Q mmol			
Bereaksi					
Akhir	R mmol			Z mmol	

Nilai P adalah A. 2 mmol D. 10 mmol B. 6 mmol E. 14 mmol C. 7 mmol	Nilai R adalah A. 6 mmol D. 10 mmol B. 7 mmol E. 14 mmol C. 8 mmol
Nilai Q adalah A. 2 mmol D. 10 mmol B. 6 mmol E. 14 mmol C. 7 mmol	Nilai Z adalah A. 6 mmol D. 10 mmol B. 7 mmol E. 14 mmol C. 8 mmol

$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{COOH}$ sisa Diakhir reaksi terdapat CH_3COOH sisa dan CH_3COONa (Na^+ dan CH_3COO^-) Sehingga terjadi kesetimbangan antara : asam lemah CH_3COOH dengan basa konjugasinya CH_3COO^- (berasal dari garam CH_3COONa) Sistem kesetimbangan buffer yang terjadi: CH_3COOH sisa $\rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$ $K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$ $[\text{H}^+] = K_a \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$ pH larutan ditentukan dari : CH_3COOH sisa = ... mmol - Ion CH_3COO^- = ... mmol	Soal nomor 6 Hitung pH dari reaksi III A. 5 D. 7 B. $5 - \log 1,3$ E. $8 - \log 1,3$ C. 6
---	--

KASUS III

Nilai $K_b \text{ NH}_3 = 10^{-5}$

	NH_3 0,4 M	+ HCl 0,2 M	$\rightarrow$	NH_4Cl
Reaksi I	10 ml	40 ml		
Reaksi II	20 ml	40 ml		
Reaksi III	40 ml	40 ml		

NH_3 bersifat basa, molekul NH_3 dalam air akan terionisasi sebagian

Teori Arrhenius : $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

1) Tentukan reaksi yang dapat membentuk kesetimbangan buffer

- A. I D. I dan III
B. II E. II dan III
C. III

2) Reaksi I memiliki pH : A. Diatas 7 B. Sama dengan 7 C. Dibawah 7	3) Reaksi II memiliki pH : A. Diatas 7 B. Sama dengan 7 C. Dibawah 7	4) Reaksi III memiliki pH : A. Diatas 7 B. Sama dengan 7 C. Dibawah 7
--	---	--

5) Hitung pH yang terjadi dari reaksi III

Lengkapi langkah dan tabel berikut

- ✓ Jumlah mmol dari 40 ml NH_3 0,4 M adalah ...
- ✓ Jumlah mmol dari 40 ml NaOH 0,2 M adalah ...

	NH_3	+ HCl	$\rightarrow$	NH_4Cl
Awal	P mmol	Q mmol		
Bereaksi				
Akhir	R mmol			Z mmol

Nilai P adalah A. 4 mmol D. 20 mmol B. 8 mmol E. 40 mmol C. 16 mmol	Nilai R adalah A. 4 mmol D. 20 mmol B. 8 mmol E. 40 mmol C. 16 mmol
Nilai Q adalah A. 4 mmol D. 20 mmol B. 8 mmol E. 40 mmol C. 16 mmol	Nilai Z adalah A. 4 mmol D. 20 mmol B. 8 mmol E. 40 mmol C. 16 mmol

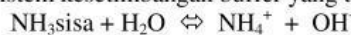
$\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_3\text{sis}$

Diakhir reaksi terdapat NH_3 sisa dan NH_4Cl (NH_4^+ dan Cl^-)

Sehingga terjadi kesetimbangan antara :

Basa lemah sisa (NH_3) dengan basa konjugasinya NH_4^+ (berasal dari garam NH_4Cl)

Sistem kesetimbangan buffer yang terjadi:



$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

$$[\text{OH}^-] = K_b \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]}$$

pH larutan ditentukan dari :

1. NH_3 sisa = ... mmol
2. Ion NH_4^+ = ... mmol

Soal nomor 6

Tentukan konsentrasi ion OH^- yang terjadi

- A. $10^{-5} \sqrt{8}$ D. $2 \cdot 10^{-5}$
B. $8 \cdot 10^{-5}$ E. 10^{-5}
C. $4 \cdot 10^{-5}$

Soal nomor 7

Hitung pH dari reaksi III

- A. $5 - \log \sqrt{8}$ D. $9 - \log 8$
B. $5 - \log 8$ E. 9
C. $5 - \log 4$