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, bakteorologi, 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 $[HCO_3^-] : [H_2CO_3] = 20 : 1$

Syistem buffer darah : $H_2CO_3 \Leftrightarrow H^+ + HCO_3^-$

$$ka = \frac{[H^+].[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$$

$$[H^+] = Ka\frac{[H_2CO_3]}{[HCO_3^-]}$$

Hasil metabolisme lebih banyak bersifat asam sehingga dalam kesetimbangan :
$H_2CO_3 \Leftrightarrow H^+ + HCO_3^-$ bergeser kekiri dan terjadi reaksi $H^+ + HCO_3^- \rightarrow H_2CO_3$
Perbandingan $[HCO_3^-] : [H_2CO_3]$ tetap 20 : 1

Sistem kesetimbangan $CH_3COOH \Leftrightarrow H^+ + CH_3COO^-$ dapat berupa
1. Sebagai kesetimbangan ionisasi asam lemah jika :
   a. $[H^+] = [CH_3COO^-]$
   b. Komponen ion CH_3COO^- (basa konjugasinya) berasal dari ionisasi CH_3COOH (asamnya)

2. Sebagai sistem kesetimbangan buffer jika :
   a. $[H^+] \neq [CH_3COO^-]$
   b. Komponen ion CH_3COO^- (basa konjugasinya) bukan berasal berasal dari ionisasi CH_3COOH (asamnya)

Komponen buffer :
- ✓ Buffer asam → komponen : asam lemah dengan basa konjugasi (campuran antara asam lemah dengan basa konjugasi).
- ✓ Buffer basa → komponen : basa lemah dengan asam konjugasi(campuran antara basa lemah dengan asam konjugasi).

Larutan Buffer asam terbentuk dari:
1. Langsung Buffer → sudah merupakan campuran asam lemah + basa konjugasi (berupa senyawa garamnya)
2. Tidak langsung → 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 → 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 $Ca(CH_3COO)_2$ → sudah membentuk sistem buffer
      Ingat garam $Ca(CH_3COO)_2$ terionisasi sempurna menjadi ion Ca^{2+} dan ion CH_3COO^-
      ion CH_3COO^- merupakan basa konjugasi dari CH_3COOH

LIVEWORKSHEETS

2. Melalui reaksi lebih dahulu
   Reaksi antara asam lemah dengan basa kuat dengan syarat asam lemah bersisa
   $CH_3COOH + NaOH \rightarrow$ membentuk sistem buffer jika asam lemahnya bersisa
   Asam lemah bersisa maka hasil reaksi senyawa yang ada adalah :
   $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O + CH_3COOH$ sisa
   (CH_3COO^- basa konjugasi) (asam lemah)

Contoh soal
Tentukan yang dapat terjadi reaksi (membentuk senyawa baru)
1) $HCl + NaOH \rightarrow$
2) $HCl + NaCl \rightarrow$
3) $CH_3COOH + NaOH \rightarrow$
4) $CH_3COOH + CH_3COONa \rightarrow$

Pembahasan
Reaksi dari dua senyawa tidak akan terjadi jika mengandung kation yang sama atau anion yang sama
Contoh :
$HCl + NaCl \rightarrow$ tidak terjadi reaksi karena mengandung anion yang sama yaitu ion Cl^-
$NaOH + NaCl \rightarrow$ tidak terjadi reaksi karena mengandung kation yang sama yaitu ion Na^+

1) $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$
2) $HCl + NaCl \rightarrow$ tidak terjadi reaksi
3) $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$
4) $CH_3COOH + CH_3COONa \rightarrow$ tidak terjadi reaksi

Contoh soal
Tentukan campuran berikut yang dapat mengasilkan larutan penyangga
1) $HCl + NaOH \rightarrow$
2) $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$
3) $CH_3COOH + CH_3COONa \rightarrow$ tidak terjadi reaksi
4) $NaHCO_3 + Na_2CO_3 \rightarrow$

Pembahasan
Catatan:
- ✓ Asam kuat + basa kuat → tidak dapat membentuk kesetimbangan buffer
- ✓ Asam kuat + basa lemah → dapat membentuk kesetimbangan buffer dengan syarat basa lemah bersisa
- ✓ Asam lemah + basa kuat → dapat membentuk kesetimbangan buffer dengan syarat asam lemah bersisa
- ✓ Asam lemah + basa lemah → dapat membentuk kesetimbangan buffer dengan syarat asam lemah atau basa lemah bersisa

1) $HCl + NaOH \rightarrow$ tidak dapat membentuk larutan penyangga

2) $CH_3COOH + NaOH \rightarrow$ dapat membentuk larutan penyangga jika asam lemah CH_3COOH bersisa
   Sehingga akhir reaksi senyawa yang ada
   $CH_3COONa + H_2O + CH_3COOH$ sisa
   Maka antara CH_3COOH sisa dengan garam CH_3COONa dapat membentuk kesetimbangan penyangga
   Dengan reaksi kesetimbangan :
   CH_3COOH sisa $\Leftrightarrow H^+ + CH_3COO^-$ (berasal dari garam CH_3COONa)

3) $CH_3COOH + CH_3COONa \rightarrow$ sudah langsung membentuk sistem kesetimbangan buffer

4) $NaHCO_3 + Na_2CO_3 \rightarrow$ 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 :
   $HCO_3^- \Leftrightarrow H^+ + CO_3^{2-}$

LIVEWORKSHEETS

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 NH_3 + NH_4Cl → 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

LIVEWORKSHEETS

Reaksi Asam Kuat + Basa Kuat

HCl + NaOH → pH larutan ada 3 kemungkinan

1) Jika HCl bersisa maka pH < 7
2) Jika HCl dan NaOH habis semua maka pH = 7
3) Jika NaOH bersisa maka pH > 7

Reaksi 1: jika HCl bersisa :

HCl + NaOH → NaCl + H_2O + HCl sisa (tidak membentuk sistem buffer)

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 :

HCl + NaOH → NaCl + H_2O (tidak membentuk sistem buffer)

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

Reaksi 3: jika NaOH bersisa :

HCl + NaOH → NaCl + H_2O + NaOH sisa (tidak membentuk sistem buffer)

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:

CH_3COOH + NaOH --> pH < 7 dan pH > 7 sedangkan untuk pH = 7 kemungkinan kecil

1) Jika NaOH bersisa maka pH > 7
2) Jika CH_3COOH dan NaOH habis semua maka pH > 7
3) Jika CH_3COOH bersisa maka pH < 7

A. CH_3COOH + NaOH --> CH_3COONa + H_2O + NaOH sisa

--> pH larutan ditentukan dari [NaOH] sisa

B. CH_3COOH + NaOH --> CH_3COONa + H_2O

--> 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. CH_3COOH + NaOH --> **CH_3COONa** + H_2O + **CH_3COOH sisa**

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

senyawa garam **CH_3COONa** akan terionisasi sempurna menghasilkan Na^+ + CH_3COO^-

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:

HCl + NH_3 --> pH < 7 dan pH > 7 sedangkan untuk pH = 7 kemungkinan kecil

1) Jika HCl bersisa maka pH < 7
2) Jika HCl dan NH_3 habis semua maka pH < 7
3) Jika NH_3 bersisa maka pH > 7

A. HCl + NH_3 → NH_4Cl + HCl sisa

--> pH larutan ditentukan dari [HCl] sisa

B. HCl + NH_3 → NH_4Cl

--> 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. HCl + NH_3 → NH_4Cl

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

senyawa garam **NH_4Cl** akan terionisasi sempurna menghasilkan NH_4^+ + Cl^-

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

LIVEWORKSHEETS

KASUS II

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

	CH_3COOH 0,2 M	+ NaOH 0,2 M	→	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 D. I dan III
   B . II E. II dan III
   C. 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	→	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

CH_3COOH + NaOH → CH_3COONa + H_2O + CH_3COOH 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 ⇔ H^+ + CH_3COO^-

$$ka = \frac{[H^+].[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

$$[H^+] = Ka\frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]}$$

pH larutan ditentukan dari :
1. CH_3COOH sisa = . . . mmol
2. 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

LIVEWORKSHEETS

KASUS III

Nilai Kb $NH_3 = 10^{-5}$

	NH_3 0,4 M	+ HCl 0,2 M	→	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 : $NH_3 + H_2O \Leftrightarrow NH_4^+ + OH^-$

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 :
   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	→	NH_4Cl
Awal	P mmol	Q mmol		
Bereaksi				
Akhir	R mmol			Z mmol

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

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

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

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

$NH_3 + HCl \Leftrightarrow NH_4Cl + NH_3$sisa
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:
NH_3sisa + $H_2O \Leftrightarrow NH_4^+ + OH^-$

$$Kb = \frac{[NH_4^+].[OH^-]}{[NH_3]}$$

$$[OH^-] = Kb\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$$

pH larutan ditentukan dari :
1. NH_3 sisa = . . . mmol
2. Ion NH_4^+ = . . . mmol

Soal nomor 6
Tentukan konsentrasi ion OH^- yang terjadi
A. $10^{-5}\sqrt{8}$
B. 8.10^{-5}
C. 4.10^{-5}
D. 2.10^{-5}
E. 10^{-5}

Soal nomor 7
Hitung pH dari reaksi III
A. $5 - \log \sqrt{8}$
B. $5 - \log 8$
C. $5 - \log 4$
D. $9 - \log 8$
E. 9

LIVEWORKSHEETS