

**2025**

# **LARUTAN PENYANGGA**

**TES KEMAMPUAN AKADEMIK  
(TKA)**

**Zainal “Mr.Z” Abidin**



### Larutan Penyangga

#### Muatan

TKA Kimia disusun berdasarkan materi kimia esensial pada Kurikulum 2013 dan Kurikulum Merdeka. Muatan tersebut terdiri dari empat elemen kimia, yaitu:

- Kimia Analitik: **larutan**, kesetimbangan larutan, asam-basa, pH, dan koloid;

#### Elemen/ Materi

3. Kimia Analitik

#### Sub-elemen/ Submateri

Kesetimbangan dalam **larutan** berair

#### Kompetensi

Menganalisis konsep, sifat dan **pH larutan penyangga** serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

#### Batasan/Catatan

-

### Materi

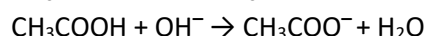
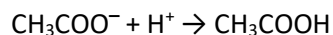
#### Larutan penyangga (buffer)

Larutan penyangga (buffer/dapar) adalah larutan yang dapat mempertahankan pH. Pada batas-batas tertentu, pengenceran, penambahan  $H^+$  (asam), atau penambahan  $OH^-$  (basa) relatif tidak merubah pH larutan penyangga (perubahan pH sangat kecil). Hal ini disebabkan karena  $H^+$  dan  $OH^-$  yang ditambahkan ditangkap oleh partikel-partikel zat terlarut. Terdapat dua jenis larutan penyangga sebagai berikut:

#### Buffer/ Penyangga Asam

Larutan mengandung asam lemah dan basa konjugasinya dimana basa konjugasi disediakan oleh garam. Contoh:  $CH_3COOH$  dan  $CH_3COO^-$ , dimana  $CH_3COO^-$  disediakan dari garamnya (misal:  $CH_3COONa$  atau  $(CH_3COO)_2Ca$ )

Bila sedikit asam atau basa ditambahkan ke dalam larutan buffer asam, maka ion  $H^+$  dari asam dan ion  $OH^-$  dari basa akan ditangkap oleh partikel zat terlarut menurut reaksi sebagai berikut:



Konsentrasi  $H^+$  /  $[H^+]$  untuk larutan Buffer Asam:

$$[H^+] = K_a \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol basa konjugasinya}}$$

#### Larutan Penyangga



Karena basa konjugasi berasal dari ionisasi garamnya, maka dapat dirumuskan juga dengan:

$$[H^+] = K_a \frac{\text{mol asam lemah}}{\text{mol garamnya} \times a}$$

Catatan:

$K_a$  = tetapan ionisasi asam lemah

mol = M x volum

a = jumlah ion basa konjugasinya/ asam lemah dari garamnya

contoh:

$CH_3COOH + CH_3COONa, CH_3COONa \rightarrow CH_3COO^- + Na^+$ , maka a = 1

$CH_3COOH + (CH_3COO)_2Ca, (CH_3COO)_2Ca \rightarrow 2CH_3COO^- + Ca^{2+}$ , maka a = 2

Jika volum larutan sama, bisa ditulis:

$$[H^+] = K_a \frac{[\text{asam lemah}]}{[\text{basa konjugasinya}]}$$

Atau

$$[H^+] = K_a \frac{[\text{asam lemah}]}{[\text{garamnya}] \times a}$$

Jika dijadikan pH, maka rumusnya menjadi:

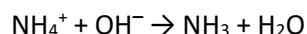
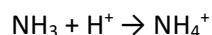
$$pH = -\log \left( K_a \frac{[\text{asam lemah}]}{[\text{basa konjugasinya}]} \right)$$

### Buffer/ Penyangga Basa

Larutan mengandung basa lemah dan asam konjugasinya dimana asam konjugasi disediakan oleh garam.

Contoh:  $NH_4OH$  ( $NH_3$ ) dan  $NH_4^+$ , dimana  $NH_4^+$  disediakan dari garamnya (misal:  $NH_4Cl$  atau  $(NH_4)_2SO_4$ )

Bila sedikit asam atau basa ditambahkan ke dalam larutan buffer basa, maka ion  $H^+$  dari asam dan ion  $OH^-$  dari basa akan ditangkap oleh partikel zat terlarut menurut reaksi sebagai berikut:



Konsentrasi  $OH^- / [OH^-]$  untuk larutan Buffer Basa :

$$[OH^-] = K_b \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol asam konjugasinya}}$$

Karena basa konjugasi berasal dari ionisasi garamnya, maka dapat dirumuskan juga dengan:

$$[OH^-] = K_b \frac{\text{mol basa lemah}}{\text{mol garamnya} \times b}$$

Catatan:

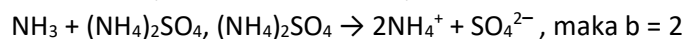
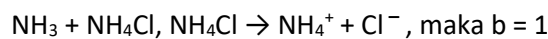
$K_b$  = tetapan ionisasi basa lemah

mol = M x volum

b = jumlah ion asam konjugasinya/ basa lemah dari garamnya

### Larutan Penyangga

contoh:



Jika volum larutan sama, bisa ditulis:

$$[\text{OH}^-] = K_b \cdot \frac{[\text{basa lemah}]}{[\text{asam konjugasinya}]}$$

Atau

$$[\text{OH}^-] = K_b \cdot \frac{[\text{basa lemah}]}{[\text{garamnya}] \times b}$$

Jika dijadikan pH, maka rumusnya menjadi:

$$\text{pOH} = \text{pK}_b - \log \left( K_b \frac{[\text{basa lemah}]}{[\text{asam konjugasinya}]} \right)$$

Untuk **mereaksikan Asam + Basa** anda harus menghitung mol  $\text{H}^+$  dan mol  $\text{OH}^-$  nya dulu, kemudian tentukan :

- **Jika sisa lemah (asam/basa) → Larutan Penyangga / Buffer**
- Jika tak ada sisa → Hidrolisis/ garam
- Jika sisa Kuat (asam/basa) → Asam/ basa kuat

**Larutan Penyangga** terbentuk dari = (asam atau basa lemah) + garamnya atau asam + basa sisa asam/basa lemah. Larutan penyangga mempunyai sifat : **pH nya konstan jika ditambah sedikit asam/ basa/ air (diencerkan) BIASANYA: selisih 0,1-0,2 dari pH awal**

Rumus :

Larutan	Jenis	Rumus	Keterangan
Asam Lemah + Garamnya	Penyangga asam	$[\text{H}^+] = K_a \frac{\text{mol asam}}{\text{mol garam} \times a}$	$K_a$ = Tetapan asam $a$ = jml asam lemah pd garamnya
Basa Lemah + Garamnya	Penyangga basa	$[\text{OH}^-] = K_b \frac{\text{mol basa}}{\text{mol garam} \times b}$	$K_b$ = Tetapan basa $b$ = jml basa lemah pd garamnya
Asam + Basa	Sisa Asam Lemah (Penyangga Asam)	$[\text{H}^+] = K_a \frac{\text{mol H}^+ - \text{mol OH}^-}{\text{mol OH}^-}$	$\text{mol H}^+ = M_a \times V_a \times \text{Jml H}^+$ $\text{mol OH}^- = M_b \times V_b \times \text{Jml OH}^-$
	Sisa Basa Lemah (Penyangga Basa)	$[\text{OH}^-] = K_b \frac{\text{mol OH}^- - \text{mol H}^+}{\text{mol H}^+}$	$\text{mol H}^+ = M_a \times V_a \times \text{Jml H}^+$ $\text{mol OH}^- = M_b \times V_b \times \text{Jml OH}^-$

**Catatan:**

**$\text{mol H}^+ = M_{\text{asam}} \times \text{Volume Asam} \times \text{Valensi Asam}$**

**$\text{mol OH}^- = M_{\text{basa}} \times \text{Volume Basa} \times \text{Valensi Basa}$**

## Pembuatan Larutan Penyangga

Larutan penyangga dapat dibuat dengan dua cara yakni cara langsung dan tidak langsung yang dijelaskan di bawah ini.

### Cara Langsung

Asam lemah dicampur dengan garamnya, misal:  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$

Basa lemah dicampur dengan garamnya, misal:  $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$

### Cara Tidak Langsung

Asam lemah dicampur dengan basa kuat, misal:  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH}$

Basa lemah dicampur dengan asam kuat, misal:  $\text{NH}_4\text{OH} + \text{HCl}$

**Syarat: pada akhir reaksi larutan yang lemah harus bersisa!**

## Pengaruh penambahan asam, basa atau air (pengenceran)

Prinsip dasarnya, Asam jika ditambah basa akan bereaksi membentuk garam. Jika Asam ditambah asam, asamnya akan bertambah karena tidak bereaksi. Karena Penyangga terdapat garam, maka asam yang ditambahkan bereaksi dengan garam membentuk asam lemahnya. Jika Penyangga Basa ditambah Asam, maka Asam yang ditambahkan bereaksi dengan Basa membentuk garam. Sebaliknya jika ditambah dengan Basa, maka basa tidak bereaksi dengan basa. Tetapi bereaksi dengan garamnya/ asam konjugasinya membentuk basa lemahnya.

## Penyangga Asam ditambah sedikit Asam atau Basa

### Penyangga Asam ditambah Basa

Jika Penyangga Asam ditambah dengan Basa, maka asam akan bereaksi dengan basa membentuk garam. Sehingga asam lemahnya berkurang, dan garamnya bertambah. Dapat dirumuskan:

$$[\text{H}^+] = K_a \frac{\text{mol asam lemah} - \text{mol basa}}{(\text{mol garamnya} \times a) + \text{mol basa}}$$

### Penyangga Asam ditambah Asam

Jika Penyangga Asam ditambah dengan Asam, maka garam akan bereaksi dengan asam membentuk asam. Sehingga asam lemahnya bertambah, dan garamnya berkurang. Dapat dirumuskan:

$$[\text{H}^+] = K_a \frac{\text{mol asam lemah} + \text{mol asam}}{(\text{mol garamnya} \times a) - \text{mol asam}}$$

## Penyangga Basa ditambah sedikit Asam atau Basa

### Penyangga Basa ditambah Asam

Jika Penyangga Basa ditambah dengan Asam, maka Basa akan bereaksi dengan asam membentuk garam. Sehingga basa lemahnya berkurang, dan garamnya bertambah. Dapat dirumuskan:

$$[\text{OH}^-] = K_b \frac{\text{mol basa lemah} - \text{mol asam}}{(\text{mol garamnya} \times a) + \text{mol asam}}$$

## Larutan Penyangga



## Penyangga Basa ditambah Basa

Jika Penyangga Basa ditambah dengan Basa, maka garam akan bereaksi dengan basa membentuk basa. Sehingga basa lemahnya bertambah, dan garamnya berkurang. Dapat dirumuskan:

$$[\text{OH}^-] = K_b \frac{\text{mol basa lemah} + \text{mol basa}}{(\text{mol garamnya} \times a) - \text{mol basa}}$$

## Penyangga Asam/ Basa ditambah sedikit air (Pengenceran)

Pada pengenceran mmol (mol) zat terlarut tidak berubah, walaupun volume larutan sendiri bertambah besar. Oleh karena itu, bila larutan penyangga diencerkan, maka mmol (mol) asam (basa) lemah dan mmol (mol) garamnya tidak berubah. Dengan demikian larutan penyangga bersifat dapat mempertahankan pH.

## Larutan Penyangga dalam kehidupan sehari-hari

Buffer intrasel dan ekstrasel memiliki peran yang sangat penting dalam tubuh manusia dan masing-masing memiliki contoh yang berbeda.

### Contoh buffer ekstrasel:

1. **Buffer Karbonat:** Berfungsi untuk menjaga pH darah agar tetap stabil.
2. **Buffer Asam Amino:** Membantu mengatur pH di dalam tubuh dengan cara berinteraksi dengan ion hidrogen.
3. **Buffer Ginjal:** Berperan dalam mempertahankan keseimbangan asam-basa melalui proses ekskresi.
4. **Buffer di Mulut:** Membantu menjaga pH di dalam rongga mulut untuk kesehatan gigi dan gusi.

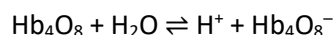
Sementara itu, buffer **intrasel** memiliki jumlah yang lebih terbatas daripada buffer ekstrasel. Salah satu contohnya adalah **Penyangga Fosfat** yang terdapat dalam cairan sel darah merah atau hemoglobin. Buffer fosfat ini memiliki jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan buffer yang ada di ginjal dan urine.

### 1. Larutan penyangga dalam darah

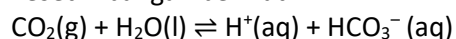
Derajat keasaman (pH) darah dalam tubuh manusia berkisar 7,35 – 7,45 atau rata-rata 7,4. Agar pH darah dalam kisaran tersebut maka terdapat beberapa larutan penyangga, yaitu:

#### Penyangga hemoglobin

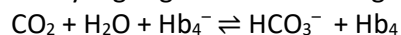
Hemoglobin ( $\text{Hb}_4\text{O}_8$ ) merupakan asam lemah dengan  $K_a = 2,4 \times 10^{-7}$ , yang dapat mengalami reaksi disosiasi:



Gas  $\text{CO}_2$  yang merupakan hasil metabolisme dapat larut dalam darah dengan membentuk reaksi kesetimbangan berikut:



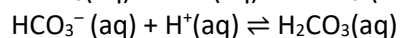
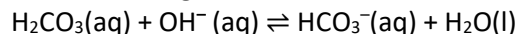
Ion  $\text{H}^+$  yang terbentuk tersebut dapat mempengaruhi pH darah. Oleh karena itu, diperlukan adanya mekanisme untuk mengatasi hal tersebut. Dalam hal ini  $\text{Hb}_4\text{O}_8^-$  setelah melepaskan oksigen terbentuk  $\text{Hb}_4^-$  yang segera bereaksi dengan  $\text{CO}_2$ .



Dengan demikian tidak ada ion  $\text{H}^+$  yang dibebaskan ke dalam darah dan pH tetap berkisar 7,35 - 7,45.

## Penyangga karbonat $\text{H}_2\text{CO}_3 / \text{HCO}_3^-$ (Penyangga Ekstra Sel)

Penyangga karbonat adalah penyangga dalam cairan luar sel (darah). Sistem ini bereaksi dengan asam dan basa sebagai berikut:



Perbandingan ion  $\text{HCO}_3^-$  terhadap  $\text{H}_2\text{CO}_3$  yang diperlukan untuk menjaga pH darah = 7,4 adalah 20 : 1. Ion bikarbonat relatif jauh lebih banyak karena hasil-hasil metabolisme yang diterima oleh darah lebih banyak bersifat asam.

Contoh: asam laktat, asam fosfat, dan asam sulfat.

## Penyangga fosfat $\text{H}_2\text{PO}_4^- / \text{HPO}_4^{2-}$ (Penyangga Intra Sel)

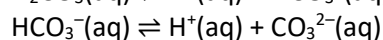
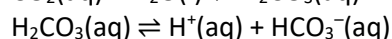
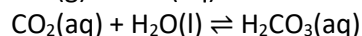
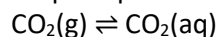
Penyangga fosfat penting untuk mempertahankan pH darah, terutama di dalam sel. Sistem penyangga ini bersifat dominan karena memiliki  $\text{pK}_a = 7,2$  yang mendekati pH darah = 7,4.

### 2. Larutan penyangga dalam ludah

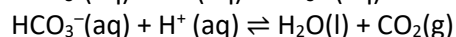
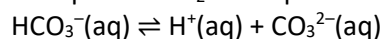
Larutan penyangga dalam ludah  $\text{H}_2\text{PO}_4^- / \text{HPO}_4^{2-}$  yang berfungsi menjaga mulut pada pH sekitar 6,8. Sistem penyangga ini berperan dalam penetralan asam-asam yang terbentuk dari fermentasi sisa-sisa makanan.

### 3. Larutan penyangga dalam air laut

Air pada permukaan laut memiliki pH 8,1-8,4. Dalam air laut terdapat kesetimbangan:



Jika ada penambahan basa (ion  $\text{OH}^-$ ) dalam air laut, maka ion tersebut dinetralkan oleh ion  $\text{H}^+$ . Jika ada penambahan asam (ion  $\text{H}^+$ ), maka ion tersebut diikat oleh ion  $\text{HCO}_3^-$ . Jika tumbuhan air menggunakan  $\text{CO}_2$  untuk fotosintesis maka pH akan naik, sebaliknya jika hewan laut bernafas melepaskan  $\text{CO}_2$  maka pH akan turun. Hal ini dapat diatasi oleh ion  $\text{HCO}_3^-$  dengan mekanisme:

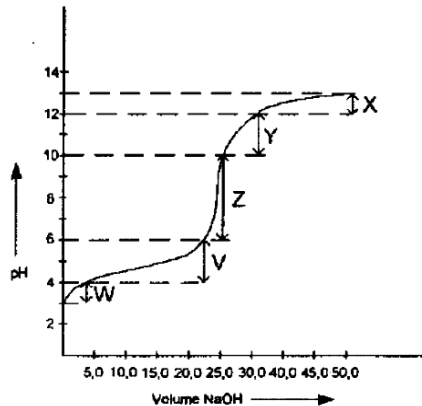


## Contoh Soal

### Tipe Ujian Nasional

#### 1. UN-SMA-14-Type 1-10

Perhatikan kurva perubahan harga pH pada titrasi  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dengan  $\text{NaOH}$  berikut!



Daerah kurva yang merupakan larutan penyangga adalah ....

- A. X
- B. Y
- C. Z
- D. V
- E. W

## 2. UN 2019 Type A

Sebanyak 100 mL larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,10 M ( $K_a = 1,8 \times 10^{-5}$ ) dicampur dengan 100 mL larutan  $\text{CH}_3\text{COOK}$  0,20 M. Nilai pH yang dihasilkan adalah ....

- A.  $5 - \log 3,6$
- B.  $5 - \log 1,8$
- C.  $6 - \log 9$
- D.  $6 + \log 9$
- E.  $8 + \log 9$

## 3. UN 2019 Type A

Seorang siswa membuat larutan penyangga dengan pH = 9 dari zat yang tersedia yaitu larutan  $\text{NH}_3$  1 M ( $K_b = 1 \times 10^{-5}$ ) dan kristal garam  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ( $M_r = 53,5$ ). Adapun tahapannya sebagai berikut.

1. mengambil 1 L larutan  $\text{NH}_3$
2. menimbang 5,35 gram  $\text{NH}_4\text{Cl}$  dan mencampurkan ke larutan  $\text{NH}_3$
3. mengaduk hingga semua kristal larut

Setelah diukur ternyata pH larutan yang terbentuk tidak sesuai. Tahapan yang menyimpang dari proses tersebut adalah .....

- A. konsentrasi  $\text{NH}_3$  yang digunakan terlalu kecil
- B. pencampuran harus dipanaskan terlebih dahulu
- C. larutan  $\text{NH}_3$  yang digunakan terlalu sedikit
- D. massa  $\text{NH}_4\text{Cl}$  yang ditimbang seharusnya 0,53 gram
- E. larutan  $\text{NH}_3$  yang digunakan seharusnya 100 mL

## 4. UN 2018 Type A

Diketahui campuran larutan penyangga sebagai berikut.

No.	Larutan asam	Larutan garam	$K_a/K_b$
(1)	50 mL Larutan $\text{CH}_3\text{COOH}$ 0,1 M	50 mL Larutan $\text{CH}_3\text{COONa}$ 0,1 M	$10^{-5}$



(2)	50 mL Larutan $\text{CH}_3\text{COOH}$ 0,1 M	100 L Larutan $\text{CH}_3\text{COONa}$ 0,1 M	$10^{-5}$
(3)	50 mL Larutan $\text{CH}_3\text{COOH}$ 0,2 M	50 mL Larutan $\text{CH}_3\text{COONa}$ 0,1 M	$10^{-5}$

Urutan harga pH dimulai dari yang terkecil adalah ....

- A. (1) - (2) - (3)
- B. (1) - (3) - (2)
- C. (2) - (1) - (3)
- D. (3) - (1) - (2)
- E. (3) - (2) - (1)

## 5. UN 2016 T-1-11

Larutan penyangga berperan dalam menjaga kestabilan pH dalam cairan inti sel, ekstra sel, dan berbagai sistem lainnya. Berikut adalah daftar spesi kimia yang dapat membentuk larutan penyangga:

- (1)  $\text{HPO}_4^{2-}$
- (2)  $\text{H}_2\text{CO}_3$
- (3)  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$
- (4)  $\text{CO}_3^{2-}$
- (5)  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$

Pasangan spesi kimia yang dapat membentuk larutan penyangga adalah ....

- A. (1) dan (2)
- B. (1) dan (5)
- C. (2) dan (3)
- D. (2) dan (5)
- E. (3) dan (4)

## 6. UN-SMA-13-Type 1-13

Perhatikan data uji pH beberapa larutan!

Larutan	pH Awal	pH Setelah Penambahan	
		Sedikit Asam	Sedikit Basa
P	3,0	1,0	4,0
Q	5,0	4,9	5,1
R	8,0	7,9	8,1
S	9,0	8,5	10,5
T	10,0	8,5	11,0

Larutan yang merupakan larutan penyangga adalah ....

- A. P dan Q
- B. Q dan R
- C. R dan S
- D. R dan T
- E. S dan T

## 7. UN-SMA-10-P27-11

Perhatikan data percobaan berikut:

### Larutan Penyangga

Larutan	I	II	III	IV	V
pH Awal	4	5	7	8	10
Ditambah sedikit asam	2,50	3,90	4,50	7,80	5
Ditambah sedikit basa	6,60	6,10	10	8,10	12
Ditambah sedikit air	5,2	5,9	6,5	7,60	8,5

Dari data tersebut yang termasuk larutan penyangga adalah ....

- A. I
- B. II
- C. III
- D. IV
- E. V

### 8. UN-SMA 12-B67-13

Sekelompok siswa membuat 5 larutan yang berbeda, dengan data sebagai berikut:

No. Tabung Reaksi	Rumus Molekul Larutan	Konsentrasi (M)	Volume (mL)
1.	HCN	0,10	100
2.	NaOH	0,10	100
3.	CH <sub>3</sub> COOH	0,20	100
4.	NH <sub>3</sub>	0,10	100
5.	HCl	0,05	100

Pasangan larutan yang dapat membentuk larutan penyangga adalah ....

- A. 1 dan 2
- B. 1 dan 5
- C. 2 dan 3
- D. 2 dan 4
- E. 3 dan 5

### 9. UN-SMA-2015-1-11

Berikut ini beberapa jenis ion/senyawa:

- (1). H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
- (2). H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- (3). H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>
- (4). HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>
- (5). HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>

Pasangan ion/senyawa yang berguna sebagai penyangga pada ekstra sel darah adalah ....

- A. (1) dan (2)
- B. (1) dan (4)
- C. (2) dan (3)
- D. (2) dan (5)
- E. (3) dan (4)

**10. UN-SMA-14-Type 1-11**

Beberapa campuran penyangga berikut ini:

- (1)  $\text{NH}_3$  (aq) dengan  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- (2)  $\text{H}_2\text{CO}_3$  dengan  $\text{HCO}_3^-$
- (3) HF dengan NaF
- (4)  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  dengan  $\text{HPO}_4^{2-}$
- (5)  $\text{H}_2\text{CO}_3$  dengan  $\text{NaHCO}_3$

Komponen larutan penyangga dalam cairan intra sel pada makhluk hidup adalah ....

- A. (1)
- B. (2)
- C. (3)
- D. (4)
- E. (5)

**11. UN-SMA-12-C79-13**

Terdapat beberapa larutan:

- (1) 20mL NaOH 0,1 M;
- (2) 20 mL  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,2 M;
- (3) 20 mL  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  0,5 M;
- (4) 20mL HCl 0,1 M; dan
- (5) 20 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1 M.

Campuran yang menghasilkan larutan penyangga adalah ....

- A. (1) dan (2)
- B. (1) dan (4)
- C. (2) dan (4)
- D. (3) dan (4)
- E. (4) dan (5)

**12. EBTANAS-03-28**

Beberapa campuran :

1. 100 mL HCl 0,1 M dengan 50 mL NaOH 0,1 M
2. 100 mL  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M dengan 50 mL  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M
3. 100 mL  $\text{H}_2\text{CO}_3$  0,1 M dengan 100 mL NaOH 0,1 M
4. 100 mL  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M dengan 30 mL NaOH 0,1 M
5. 100 mL  $\text{NH}_4\text{OH}$  0,1 M dengan 50 mL HCl 0,1 M

Campuran yang membentuk penyangga yang bersifat asam adalah ...

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 5

**13. UAS-05-25**

Jika diketahui  $K_b \text{ NH}_4\text{OH} = 10^{-5}$ , harga pH campuran antara 100 mL larutan  $\text{NH}_4\text{OH}$  0,2 M dan 100 mL larutan HCl 0,1 M adalah ....



- A. 5
- B.  $5 + \log 2$
- C.  $9 - \log 2$
- D. 9
- E.  $9 + \log 2$

**14. UNAS-04-23**

pH larutan dari campuran 100 ml larutan  $\text{NH}_4\text{OH}$  0,1 M dengan 100 ml larutan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  0,1 M ( $K_b \text{ NH}_4\text{OH} = 10^{-5}$ ) adalah ...

- A. 5
- B. 6
- C. 7
- D. 8
- E. 9

**15. EBTANAS-01-34**

Larutan 20 mL  $\text{HCOOH}$  0,3 M ( $K_a = 2 \times 10^{-5}$ ) dicampurkan dengan 40 mL larutan  $\text{KOH}$  0,1 M. Harga pH larutan yang terjadi adalah ...

- A. 1
- B. 3
- C. 5
- D. 8
- E. 10

**16. EBTANAS-98-27**

Sebanyak 20 ml larutan  $\text{NH}_3$  0,30 M ( $K_b = 10^{-5}$ ) dicampur dengan 40 ml larutan  $\text{HCl}$  0,10 M. pH campuran adalah ... ( $\log 5 = 0,699$ ,  $\log 2 = 0,301$ )

- A. 1
- B. 3
- C. 4,301
- D. 7
- E. 8,699

**17. EBTANAS-96-22**

Campuran larutan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  0,01 M dan  $\text{NH}_4\text{OH}$  0,01 M ( $K_b = 1 \times 10^{-5}$ ) mempunyai pH = 9. Volume  $\text{NH}_4\text{OH}$  dan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  yang dicampur masing-masing adalah ...

- A. 1 ml dan 10 ml
- B. 100 ml dan 200 ml
- C. 100 ml dan 50 ml
- D. 50 ml dan 100 ml
- E. 100 ml dan 100 ml

## Tipe SBMPTN

## 1. Skalu/1977

Penambahan sedikit air ke dalam larutan penyangga akan menyebabkan...

- A. perubahan pH larutan
- B. perubahan pKa larutan asam
- C. tidak ada perubahan pH maupun pKa
- D. perubahan pKa tetapi pH tetap
- E. perubahan pH tetapi pKa tetap

## 2. SNMPTN/2010 W -III/538

Campuran zat-zat berikut yang dapat menghasilkan larutan penyangga adalah

- (1)  $\text{NH}_3$  dan  $\text{NH}_4\text{Cl}$
- (2)  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  dan  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$
- (3)  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dan  $\text{CH}_3\text{COONa}$
- (4)  $\text{CH}_3\text{COONa}$  dan  $\text{NaOH}$

## 3. PP I 1983

Larutan penyangga (buffer) dapat dibuat dengan mencampurkan larutan-larutan ...

- A. asam nitrat dengan Na-asetat
- B. asam nitrat dengan Na-nitrat
- C. asam fosfat dengan Na-asetat
- D. asam asetat dengan Na-asetat
- E. asam asetat dengan Na-nitrat

## 4. PP I 1979

Campuran yang membentuk larutan penyangga ialah...

- (1) 100 ml asam asetat 0,1 M dan 100 ml  $\text{NaOH}$  0,1 M
- (2) 100 ml asam asetat 0,2 M dan 100 ml  $\text{NaOH}$  0,1 M
- (3) 100 ml  $\text{NH}_4\text{OH}$  0,1 M dan 100 ml  $\text{HCl}$  0,1 M
- (4) 100 ml  $\text{Mn}(\text{OH})_4$  0,1 M dan 100 ml  $\text{HCl}$  0,05 M

## 5. SBMPTN/2016/213

pH larutan yang mengandung 0,25 M  $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$  ( $K_a = 10^{-5}$ ) dan 0,75 M  $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$  adalah

- A.  $5 + \log 3$
- B.  $5 - \log 3$
- C.  $9 + \log 3$
- D.  $9 - \log 3$
- E. 6

## 6. SBMPTN/2014/514

Suatu larutan buffer dibuat dengan cara mencampurkan 0,6 mol asam asetat dan 0,2 mol  $\text{NaOH}$  dalam 500 mL larutan ( $K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = 5 \times 10^{-5}$ ). pH larutan tersebut adalah

- A. 2
- B. 3
- C. 4
- D. 5
- E. 6

**7. SKALU 1978**

Campuran yang terdiri atas 10 ml 0,1 N asam asetat dan 5 ml 0,1 N Na-hidroksida mempunyai pH yang ...

- A. lebih besar dari 7
- B. sama dengan 7
- C. sama dengan pKa
- D. lebih besar dari pKa
- E. lebih kecil dari pKa

**8. SPMB/2005/Region I II**

Diketahui:  $K_a$  asam laktat =  $10^{-4}$ . Perbandingan [asam laktat] dan [Na laktat] agar dihasilkan pH larutan = 4 adalah...

- A. 1 : 1
- B. 1 : 2
- C. 1 : 3
- D. 2 : 3
- E. 3 : 2

**9. SBMPTN/2017/121**

Asam hipobromit (HOBr) adalah asam lemah dengan  $K_a = 10^{-9}$ . Perbandingan  $\frac{[\text{HOBr}]}{[\text{OBr}^-]}$  dalam larutan NaOBr pada pH = 10 adalah ....

- A.  $10^{-5}$
- B.  $10^{-4}$
- C.  $10^{-2}$
- D.  $10^{-1}$
- E. 10

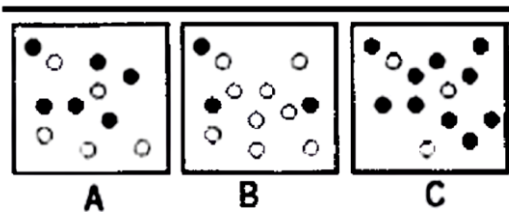
**10. SBMPTN/2013/130**

Sedikit 1 mmol garam  $\text{NaNO}_2$  dilarutkan ke dalam 100 mL larutan buffer pH = 8. Konsentrasi  $\text{HNO}_2$  ( $K_a = 5,0 \times 10^{-5}$ ) dalam larutan tersebut adalah...

- A.  $2 \times 10^{-10}$  M
- B.  $2 \times 10^{-7}$  M
- C.  $2 \times 10^{-6}$  M
- D.  $5 \times 10^{-5}$  M
- E.  $7 \times 10^{-4}$  M

**11. SBMPTN 2019**

Perhatikan ilustrasi campuran larutan asam basa berikut!



Ket: ● = 0,1 mol basa lemah  $\text{NH}_3$  ( $K_b = 10^{-5}$ )  
○ = 0,1 mol asam kuat HX

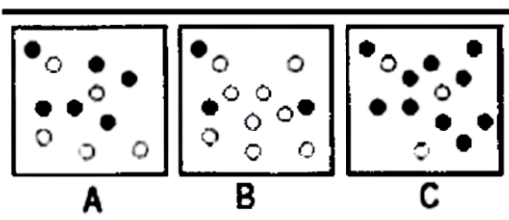


Campuran larutan asam-basa yang termasuk larutan penyangga adalah ...

- A. A
- B. B
- C. C
- D. A dan C
- E. A dan B

## 12. SBMPTN 2019

Perhatikan ilustrasi campuran larutan asam basa berikut!



Ket: ● = 0,1 mol basa lemah  $\text{NH}_3$  ( $K_b = 10^{-5}$ )  
○ = 0,1 mol asam kuat HX

Derajat keasaman (pH) pada wadah A adalah

- A.  $6 - \log 2$
- B.  $8 - \log 2$
- C.  $8 + \log 2$
- D.  $9 + \log 2$
- E.  $10 + \log 2$

## 13. SBMPTN/2016/235

Sebanyak 50 mL larutan KOH dicampurkan dengan 450 mL larutan asam asetat ( $K_a = 2 \times 10^{-5}$ ). Kedua larutan itu memiliki konsentrasi yang sama. pH larutan yang terbentuk adalah...

- A.  $5 - 2 \log 2$
- B.  $5 + 2 \log 2$
- C.  $5 - 2 \log 3$
- D.  $5 + 3 \log 2$
- E.  $5 - 4 \log 2$

## 14. SBMPTN-2022

Suatu asam lemah monoprotik (HA) mempunyai  $K_a = 3 \times 10^{-5}$ . Perbandingan volume larutan HA 0,1 M terhadap larutan NaOH 0,1 M yang harus dicampurkan agar diperoleh larutan buffer dengan pH = 5 adalah...

- A. 2 : 3
- B. 3 : 1
- C. 3 : 4
- D. 4 : 3
- E. 5 : 2

## 15. SBMPTN-2022

Amonium hidroksida ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) mempunyai  $pK_b = 5$ . Perbandingan volume larutan  $\text{NH}_4\text{OH}$  0,1 M terhadap larutan  $\text{HCl}$  0,1 M yang harus dicampurkan agar diperoleh larutan buffer dengan  $\text{pH} = 9$  adalah...

- A. 1 : 1
- B. 1 : 2
- C. 1 : 3
- D. 2 : 1
- E. 2 : 3

## 16. SBMPTN/2016/221

Sebanyak 29 mL larutan 0,1 M  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ( $K_a = 4,6 \times 10^{-5}$ ) dicampurkan dengan 8 mL larutan 0,05 M  $\text{NaOH}$  dan diencerkan dengan air hingga volumenya menjadi 100 mL,  $\text{pH}$  larutan yang terbentuk adalah...

- A. 3
- B. 4
- C. 5
- D. 6
- E. 8

## 17. SNMPTN/2010/W-I/546

Perhatikan tabel berikut!

Asam	Nilai $K_a$
$\text{H}_3\text{PO}_4$	$7,2 \times 10^{-3}$
$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	$6,3 \times 10^{-8}$
$\text{HPO}_4^{2-}$	$4,2 \times 10^{-13}$

Berdasarkan data di atas, jika perbandingan konsentrasi asam dan basa konjugasi 1 : 1 pasangan yang paling cocok untuk membuat larutan penyangga dengan  $\text{pH}$  sekitar 7 adalah

- A.  $\text{K}_3\text{PO}_4 + \text{K}_2\text{HPO}_4$
- B.  $\text{K}_3\text{PO}_4 + \text{KH}_2\text{PO}_4$
- C.  $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{KH}_2\text{PO}_4$
- D.  $\text{K}_2\text{HPO}_4 + \text{KH}_2\text{PO}_4$
- E.  $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{K}_2\text{HPO}_4$

## 18. SBMPTN/2015/546, 533, 509, 508, 513, 538

Sejumlah 200 mL larutan  $\text{HCN}$  0,30 M ( $K_a = 5 \times 10^{-10}$ ) dicampurkan dengan 100 mL larutan  $\text{KOH}$  0,30 M. Ke dalam campuran tersebut ditambahkan 0,8 g  $\text{NaOH}$  padat ( $M_r = 40$ ). Pada  $25^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}$  larutan yang terbentuk adalah

- A. 2
- B. 4
- C.  $10 - \log 5$
- D. 10
- E. 12

## 19. SBMPTN-2021

Sebanyak 50 mL asam lemah  $\text{HB}$  0,2 M dicampurkan dengan 50 mL asam kuat  $\text{HC}$  0,1 M ke dalam campuran tersebut ditambahkan 75 mL  $\text{NaOH}$  0,1 M. Larutan yang terbentuk memiliki  $\text{pH}$  sebesar



- A.  $\text{pH} = \text{pK}_a - \log 3$
- B.  $\text{pH} = \text{pK}_a - \log 2$ .
- C.  $\text{pH} = \text{pK}_a$
- D.  $\text{pH} = \text{pK}_a + \log 2$ .
- E.  $\text{pH} = \text{pK}_a + \log 3$

### 20. SBMPTN-2021

Sebanyak 50 mL  $\text{NH}_3$  0,2 M ( $K_b = 10^{-5}$ ) direaksikan dengan 50 mL HCl 0,1 M. Agar pH campuran menjadi 10 maka ke dalam campuran harus ditambahkan NaOH sebanyak...

- A. 11/45 mmol.
- B. 45/11 mmol.
- C. 11 mmol.
- D. 45 mmol.
- E. 4,5 mmol.

### 21. SBMPTN 2019

Sebanyak 25 ml larutan metilamina ( $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ) 0,04M ( $K_b = 4 \times 10^{-4}$ ) dititrasi dengan larutan HCl 0,02 M. pH larutan setelah dititrasi dengan 25 ml HCl adalah ....

- A.  $6 - \log 2$
- B.  $6 + \log 2$
- C.  $8 - \log 2$
- D.  $8 + \log 2$
- E.  $10 + 2 \log 2$

## Tipe TKA

### Stimulus: Peran Penyangga pH dalam Tubuh Manusia dan Industri Makanan

Pernahkah Anda bertanya-tanya mengapa pH darah kita selalu stabil di kisaran 7,35 hingga 7,45 meskipun kita mengonsumsi berbagai jenis makanan? Hal ini berkat adanya **larutan penyangga** di dalam darah. Larutan penyangga adalah campuran dari asam lemah dan basa konjugasinya, atau basa lemah dan asam konjugasinya, yang mampu mempertahankan pH ketika sejumlah kecil asam atau basa ditambahkan.

Sistem penyangga utama dalam darah adalah campuran asam karbonat ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) dan ion bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ). Ketika kita berolahraga berat, metabolisme tubuh menghasilkan asam laktat yang dapat menurunkan pH darah. Secara otomatis, ion  $\text{HCO}_3^-$  akan bereaksi dengan asam tersebut untuk menetralkannya, mencegah pH darah turun drastis. Sebaliknya, jika pH darah cenderung naik,  $\text{H}_2\text{CO}_3$  akan melepaskan ion  $\text{H}^+$  untuk menyeimbangkannya.

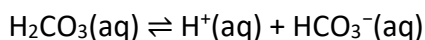
Prinsip yang sama juga digunakan dalam industri. Dalam pembuatan keju, larutan penyangga sering digunakan untuk menjaga pH tetap stabil selama proses fermentasi, yang sangat penting untuk rasa dan tekstur akhir produk. Misalnya, larutan penyangga yang dibuat dari **asam asetat**

(CH<sub>3</sub>COOH) dan natrium asetat (CH<sub>3</sub>COONa) sering digunakan. Larutan penyangga ini dapat dibuat dengan berbagai konsentrasi, seperti campuran 50 mL CH<sub>3</sub>COOH 0,1 M dengan 50 mL CH<sub>3</sub>COONa 0,1 M atau bahkan 50 mL CH<sub>3</sub>COOH 0,5 M dengan 50 mL CH<sub>3</sub>COONa 0,5 M untuk kapasitas yang lebih besar.

## Soal Pilihan Ganda Soal Tunggal (HOTS)

- Seorang petani hidroponik mendapati bahwa pH larutan nutrisinya terus-menerus turun, padahal ia sudah menambahkan larutan basa secara rutin. Setelah diperiksa, ternyata pH larutan tersebut tetap kembali ke kisaran awal setelah beberapa saat. Kondisi ini menunjukkan bahwa larutan nutrisi tersebut...
  - Bersifat sangat asam dan tidak dapat dipertahankan pH-nya.
  - Tidak memiliki larutan penyangga, sehingga pH-nya tidak stabil.
  - Berada dalam kondisi jenuh sehingga tidak dapat menerima zat lain.
  - Memiliki sistem larutan penyangga yang mempertahankan pH.
  - Telah mengalami hidrolisis sempurna dari garam yang terkandung.

- Ketika darah mengalami asidosis (pH di bawah 7,35), tubuh akan memproduksi ion bikarbonat (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) untuk menetralkan kelebihan ion H<sup>+</sup>. Berdasarkan reaksi kesetimbangan:



Proses ini dapat dijelaskan sebagai...

- Pergeseran kesetimbangan ke arah kanan untuk meningkatkan ion H<sup>+</sup>.
- Penurunan konsentrasi H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> untuk menaikkan pH.
- Pergeseran kesetimbangan ke arah kiri untuk mengurangi ion H<sup>+</sup>.
- Peningkatan konsentrasi HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> untuk menurunkan pH.
- Terbentuknya H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> yang bersifat asam kuat.

## Soal Pilihan Ganda Soal Grup (HOTS)

- Pilihlah **satu urutan yang benar** dari larutan-larutan penyangga berikut berdasarkan kapasitasnya dalam menahan perubahan pH, dari yang paling rendah ke paling tinggi!
  - Campuran 50 mL CH<sub>3</sub>COOH 0,1 M dan 50 mL CH<sub>3</sub>COONa 0,1 M
  - Campuran 50 mL CH<sub>3</sub>COOH 0,1 M dan 50 mL CH<sub>3</sub>COONa 0,01 M
  - Campuran 50 mL CH<sub>3</sub>COOH 0,5 M dan 50 mL CH<sub>3</sub>COONa 0,5 M
  - (1) - (2) - (3)
  - (2) - (1) - (3)
  - (3) - (1) - (2)
  - (2) - (3) - (1)
  - (1) - (3) - (2)

4. Suatu larutan penyangga dibuat dari campuran  $\text{NH}_3$  dan  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Pilihlah **satu pernyataan yang paling tepat** untuk menjelaskan fungsi komponen penyangga ini!
- Ketika larutan ditambah asam,  $\text{NH}_4^+$  akan bereaksi untuk mempertahankan pH.
  - Ketika larutan ditambah basa,  $\text{NH}_3$  akan bereaksi untuk mempertahankan pH.
  - Ketika larutan ditambah asam,  $\text{NH}_3$  akan bereaksi untuk mempertahankan pH.
  - $\text{NH}_3$  berfungsi sebagai asam konjugasi dan  $\text{NH}_4^+$  sebagai basa lemah.
  - Larutan ini hanya efektif untuk menahan penambahan asam.
5. Perhatikan pernyataan-pernyataan berikut mengenai larutan penyangga:
- (1) Larutan penyangga dapat menahan perubahan pH jika ditambahkan asam atau basa dalam jumlah sedikit.
  - (2) Larutan penyangga memiliki komponen berupa asam kuat dan basa kuat.
  - (3) Larutan penyangga bisa dibuat dari asam lemah dan garamnya.
- Pilihlah **satu kombinasi yang paling tepat** untuk mendefinisikan larutan penyangga!
- (1) dan (2)
  - (1) dan (3)
  - (2) dan (3)
  - (1) saja
  - (3) saja

## Soal Pilihan Ganda Kompleks MCMA (HOTS)

6. Suatu larutan penyangga dibuat dengan mencampurkan 500 mL larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M ( $K_a=10^{-5}$ ) dengan 500 mL larutan  $\text{NaOH}$  0,05 M. Pilihlah **dua pernyataan yang benar** yang menggambarkan sifat larutan yang dihasilkan!
- pH larutan adalah 5.
  - Rasio mol asam lemah terhadap basa konjugasinya adalah 1:1.
  - pH larutan adalah  $5 - \log 1,5$ .
  - Larutan ini tidak dapat menahan perubahan pH karena asam lemahnya tidak bersisa.
  - Larutan ini mengandung  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dan  $\text{CH}_3\text{COONa}$ .
7. Larutan penyangga darah, yang terdiri dari pasangan asam basa konjugasi  $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ , memiliki pH normal 7,4. Pilihlah **dua pernyataan yang benar** yang menjelaskan mekanisme kerjanya!
- Ketika pH darah turun (misalnya menjadi 7,2), ion  $\text{H}^+$  akan bereaksi dengan  $\text{HCO}_3^-$ .
  - Ketika pH darah naik (misalnya menjadi 7,6),  $\text{H}_2\text{CO}_3$  akan terurai dan melepaskan ion  $\text{H}^+$ .
  - Larutan ini hanya efektif menahan penambahan asam.
  - pH larutan penyangga ini bergantung pada rasio konsentrasi  $[\text{H}_2\text{CO}_3]/[\text{HCO}_3^-]$ .
  - $\text{pH} = \text{pK}_a + \log([\text{H}_2\text{CO}_3]/[\text{HCO}_3^-])$ .

## Soal Pilihan Ganda Kompleks Kategori (HOTS)

### Larutan Penyangga

8. Sebuah larutan penyangga dibuat dengan mencampurkan 100 mL larutan asam format ( $\text{HCOOH}$ ) 0,2 M dengan 100 mL larutan natrium format ( $\text{HCOONa}$ ) 0,2 M. Diketahui  $K_a$  asam format =  $1,8 \times 10^{-4}$ .

Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut!

Pernyataan	Benar	Salah
pH larutan penyangga ini adalah 4.		
pH larutan penyangga akan sedikit menurun jika ditambah 1 mL larutan $\text{HCl}$ 1 M.		
Konsentrasi ion $\text{H}^+$ dalam larutan ini sama dengan nilai $K_a$ -nya.		

9. Seorang siswa membuat larutan penyangga dengan mencampurkan larutan  $\text{NH}_3$  dan  $\text{HCl}$ . Reaksi yang terjadi adalah  $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$ .

Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut!

Pernyataan	Benar	Salah
Jika mol $\text{NH}_3$ yang dicampurkan lebih besar dari mol $\text{HCl}$ , maka akan terbentuk larutan penyangga.		
Larutan penyangga yang terbentuk bersifat basa.		
Jika mol $\text{NH}_3$ dan $\text{HCl}$ sama, maka akan terbentuk larutan penyangga asam.		

10. Pasangan asam lemah dan basa konjugasi berikut dapat membentuk larutan penyangga:

- $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$
- $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$

Tentukan **Benar** atau **Salah** untuk setiap pernyataan berikut!

Pernyataan	Benar	Salah
A. $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ adalah asam, dan $\text{HPO}_4^{2-}$ adalah basa konjugasinya.		
B. $\text{CH}_3\text{COO}^-$ akan menetralkan penambahan basa.		
C. Sistem penyangga ini hanya dapat mempertahankan pH di bawah 7.		