

# KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

## PENGERTIAN, JENIS DAN PRINSIP KERJA LARUTAN PENYANGGA

### A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini kalian diharapkan mampu:

1. menjelaskan pengertian larutan penyangga
2. Menjelaskan jenis-jenis larutan penyangga
3. Menjelaskan cara pembuatan larutan penyangga
4. Menjelaskan prinsip kerja larutan penyangga.

### B. Uraian Materi

#### 1. Pengertian Larutan Penyangga

Kalian sudah paham konsep asam dan basa pada materi sebelumnya. Nah, bisakah kalian bayangkan bila tubuh manusia dimasuki zat yang mengandung asam atau basa? Tentu saja jika tubuh manusia pH-nya tiba-tiba naik atau turun drastis akibat masuknya larutan asam atau basa maka akan sangat berbahaya hingga menyebabkan kematian. Sehingga, tubuh manusia harus selalu tetap dijaga keseimbangan keasamannya atau pH-nya. Untuk menjaga keseimbangan asam tersebut maka tubuh manusia harus memiliki sifat sebagai larutan penyangga atau buffer. Dengan adanya sifat larutan penyangga, maka tubuh manusia dapat mempertahankan pH walaupun menerima berbagai penambahan zat yang mengandung asam atau basa.

Tubuh manusia harus bisa mempertahankan derajat keasamannya (pH) agar bisa menjalankan fungsinya serta tidak membahayakan kesehatan. Diantaranya adalah pada reaksi pemecahan protein di dalam asam lambung oleh enzim peptidase yang akan berjalan dengan baik jika cairan lambung mempunyai pH=3. Oksigen dapat terikat dengan baik oleh butir-butir darah merah jika pH darah sekitar 6,1-7. Untuk menjaga agar pH larutan tersebut berada pada kisaran angka tertentu (tetap) maka diperlukan suatu sistem yang dapat mempertahankan nilai pH, yakni larutan penyangga. Larutan penyangga memiliki peran yang sangat penting dalam reaksi-reaksi kompleks yang terjadi dalam tubuh manusia. Tuhan Yang Maha Esa telah memberikan larutan penyangga dalam tubuh manusia sehingga kita patut bersyukur.

Dari pemaparan diatas, maka kita bisa menarik kesimpulan pengertian dari larutan penyangga. Larutan penyangga atau buffer adalah larutan yang dapat mempertahankan pH tertentu terhadap usaha mengubah pH, seperti penambahan asam, basa, ataupun pengenceran. Dengan kata lain pH larutan penyangga tidak akan berubah secara signifikan walaupun pada larutan tersebut ditambahkan sedikit asam kuat, basa kuat atau larutan tersebut diencerkan.



Gambar 1.1

Darah mampu mempertahankan pH karena mengandung larutan penyangga dari Oksihemoglobin ( $\text{HHbO}_2$ ) dan deoksihemoglobin / asam hemoglobin ( $\text{HHb}$ )

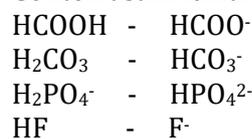
## 2. Jenis Larutan Penyangga

Jenis larutan penyangga ditentukan oleh komponen penyusunnya yakni asam atau basa lemah dan asam atau basa konjugasinya (garam). Berikut ini jenis-jenis larutan penyangga :

### a. Larutan Penyangga Asam

Larutan penyangga bersifat asam apabila terdiri dari campuran asam lemah dengan basa konjugasinya . Contohnya adalah  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dengan  $\text{CH}_3\text{COONa}$  atau  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ . Basa konjugasi  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  ini dapat diperoleh dari larutan garamnya yaitu dari kation logam dari masing-masing anionnya misalnya  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOK}$ ,  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Mg}$ ,  $\text{HCO}_3\text{K}$ , dan lainnya

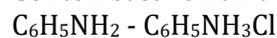
Contoh asam lemah dan basa konjugasinya adalah :



### b. Larutan Penyangga Basa

Larutan penyangga bersifat basa apabila terdiri dari campuran basa lemah dengan asam konjugasinya ,contohnya adalah  $\text{NH}_4\text{OH}$  dengan  $\text{NH}_4^+$  atau  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Asam konjugasi  $\text{NH}_4^+$  ini dapat diperoleh dari larutan garamnya yaitu dari anion logam dari masing-masing kationnya misalnya  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{NH}_4\text{Br}$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{I}$ , dan lainnya.

Contoh basa lemah dan asam konjugasinya adalah :

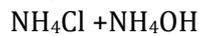
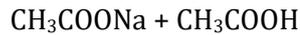


## 3. Pembuatan Larutan Penyangga

Pembuatan larutan penyangga terdiri dari dua acara yaitu secara langsung dan tidak langsung. Pembuatan secara langsung dilakukan dengan:

- mencampurkan asam lemah ( $\text{HA}$ ) dengan garam basa konjugasinya ( $\text{LA}$ , yang dapat terionisasi menghasilkan ion  $\text{A}^-$ )
- mencampurkan basa lemah ( $\text{B}$ ) dengan garam asam konjugasinya ( $\text{BHX}$ , yang dapat terionisasi menghasilkan ion  $\text{BH}^+$ )

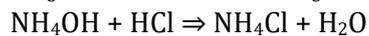
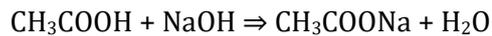
Contoh:



pembuatan larutan penyangga secara tidak langsung dilakukan dengan:

- mencampurkan suatu asam lemah dalam jumlah berlebih dengan suatu basa kuat sehingga bereaksi menghasilkan garam basa konjugasi dari asam lemah tersebut.
- mencampurkan suatu basa lemah dalam jumlah berlebih dengan suatu asam kuat sehingga bereaksi menghasilkan garam asam konjugasi dari basa lemah tersebut.

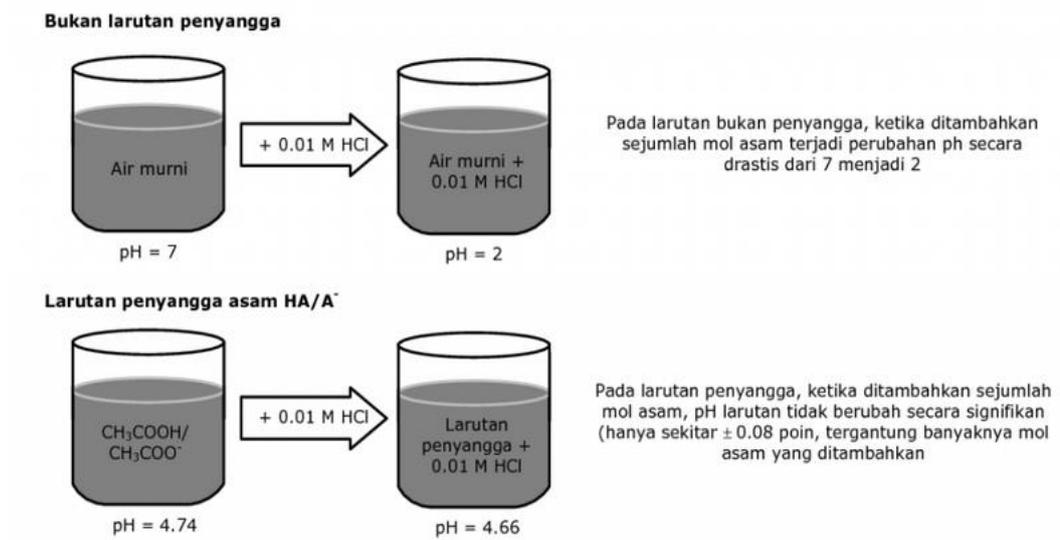
Contoh:



#### 4. Prinsip Kerja Larutan Penyangga

Larutan penyangga bekerja sesuai konsepnya bahwa larutan ini dapat mempertahankan pH awal larutan meskipun ke dalam larutan ditambahkan asam kuat maupun basa kuat atau air dalam jumlah tertentu. Bagaimana prinsip kerja larutan penyangga?

Perhatikan gambar berikut ini!



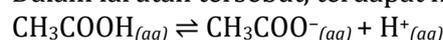
Gambar 1.2  
Prinsip kerja larutan penyangga

Larutan penyangga mengandung komponen asam dan basa lemah, dengan asam dan basa konjugasinya, sehingga dapat mengikat baik ion H<sup>+</sup> ataupun ion OH<sup>-</sup>. Sehingga penambahan sedikit asam kuat atau basa kuat serta sedikit pengenceran tidak bisa mengubah pH-nya secara signifikan.

##### a. Larutan Penyangga Asam

Larutan penyangga asam merupakan campuran asam lemah dengan garamnya (basa konjugasi), contohnya larutan penyangga yang mengandung CH<sub>3</sub>COOH dan CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> yang mengalami kesetimbangan akan terbentuk larutan penyangga yang bersifat asam.

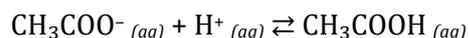
Dalam larutan tersebut, terdapat kesetimbangan kimia:



Prinsip kerja larutan penyangga asam sebagai berikut :

### 1) Pada Penambahan Asam

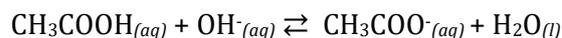
Pada penambahan asam, ion  $H^+$  dari asam akan menambah konsentrasi  $H^+$  pada larutan dan menyebabkan kesetimbangan bergeser ke kiri. Sehingga reaksi mengarah pada pembentukan  $CH_3COOH$ . Artinya, ion  $H^+$  yang ditambahkan akan bereaksi dengan ion  $CH_3COO^-$  membentuk molekul  $CH_3COOH$ . Dengan kata lain, asam yang ditambahkan akan dinetralisasi oleh komponen basa konjugasi ( $CH_3COO^-$ ).



Oleh karena itu, pada kesetimbangan baru tidak terjadi perubahan konsentrasi ion  $H^+$ , sehingga pH dapat dipertahankan.

### 2) Pada Penambahan Basa

Bila yang ditambahkan adalah suatu basa, ion  $OH^-$  dari basa akan bereaksi dengan ion  $H^+$  dan membentuk air. Sehingga dapat menyebabkan keseimbangan bergeser ke kanan dan konsentrasi Ion  $H^+$  tetap dipertahankan. Selain itu, penambahan basa juga menyebabkan berkurangnya komponen asam ( $CH_3COOH$ ). Berkurangnya komponen asam inilah yang menyebabkan reaksi bergeser ke kanan. Dengan kata lain, basa yang ditambahkan akan dinetralisasi oleh komponen asam lemah ( $CH_3COOH$ ). Basa yang akan ditambahkan tersebut bereaksi dengan asam  $CH_3COOH$  dan membentuk Ion  $CH_3COO^-$  dan air.



Oleh karena itu, pada kesetimbangan baru tidak terjadi perubahan konsentrasi ion  $H^+$ , sehingga pH dapat dipertahankan.

### 3) Pengenceran

Pada penambahan air (pengenceran), derajat ionisasi asam lemah  $CH_3COOH$  akan bertambah besar, yang berarti jumlah ion  $H^+$  dari ionisasi  $CH_3COOH$  juga bertambah. Akan tetapi, karena volume larutan juga bertambah, pengaruh penambahan konsentrasi  $H^+$  menjadi tidak berarti. Dengan demikian, nilai pH larutan tidak mengalami perubahan.

## b. Larutan Penyangga Basa

Pada campuran basa lemah dan garamnya (asam konjugasi) contohnya pada  $NH_3$  dan  $NH_4^+$  yang mengalami kesetimbangan. akan terbentuk larutan penyangga yang bersifat basa.

Dalam larutan tersebut, terdapat kesetimbangan kimia:



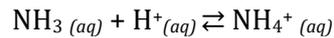
Prinsip kerja larutan penyangga basa sebagai berikut :

### 1) Pada penambahan asam

Bila yang ditambahkan suatu asam, maka Ion  $H^+$  dari asam akan mengikat Ion  $OH^-$ .

Hal itu akan dapat menyebabkan keseimbangan dan akan bergeser ke kanan, sehingga konsentrasi Ion  $OH^-$  dapat dipertahankan. Suatu sisi penambahan ini dapat menyebabkan sehingga berkurangnya komponen basa ( $NH_3$ ), bukannya Ion  $OH^-$ .

Asam yang ditambahkan akan bereaksi dengan basa  $NH_3$  akan membentuk Ion  $NH_4^+$ .

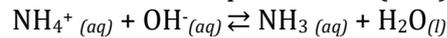


Oleh karena itu, pada kesetimbangan baru tidak terjadi perubahan konsentrasi ion  $\text{OH}^-$ , sehingga pH dapat dipertahankan.

### 2) Pada penambahan basa

Bila yang ditambahkan adalah suatu basa, maka keseimbangan bergeser ke kiri, sehingga konsentrasi ion  $\text{OH}^-$  dapat dipertahankan.

Basa yang ditambahkan itu bereaksi dengan komponen asam ( $\text{NH}_4^+$ ), membentuk komponen basa ( $\text{NH}_3$ ) & air.



Oleh karena itu, pada kesetimbangan baru tidak terjadi perubahan konsentrasi ion  $\text{OH}^-$ , sehingga pH dapat dipertahankan.

### 3) Pengenceran

Pada penambahan air (pengenceran), derajat ionisasi basa lemah akan bertambah besar, yang berarti jumlah  $\text{OH}^-$  dari ionisasi  $\text{NH}_3$  bertambah. Akan tetapi, karena volume larutan juga bertambah, pengaruh penambahan konsentrasi  $\text{OH}^-$  menjadi tidak berarti. Dengan demikian, nilai pH larutan tidak mengalami perubahan.

## C. Rangkuman

Larutan penyangga atau Buffer adalah larutan yang dapat mempertahankan pH tertentu terhadap usaha mengubah pH, seperti penambahan asam, basa, ataupun pengenceran.

Larutan Penyangga dibagi menjadi 2 jenis, yakni :

1. Larutan penyangga bersifat asam apabila terdiri dari campuran asam lemah dengan basa konjugasinya .
2. Larutan penyangga bersifat basa apabila terdiri dari campuran basa lemah dengan asam konjugasinya .

Pada prinsip kerja larutan penyangga, larutan ini mengandung komponen asam dan basa lemah, dengan asam dan basa konjugasinya, sehingga dapat mengikat baik ion  $\text{H}^+$  ataupun ion  $\text{OH}^-$ . Maka, penambahan sedikit asam kuat atau basa kuat tidak bisa mengubah pH-nya secara signifikan.

## D. Tugas Mandiri

Setelah mempelajari pengertian, jenis dan prinsip kerja larutan penyangga pada modul ini. Maka buatlah tugas mandiri dengan pertanyaan sebagai berikut :

1. Suatu larutan penyangga mengandung pasangan larutan  $\text{H}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{HCO}_3^-$ . Jelaskan apa yang akan terjadi jika ke dalam sistem larutan penyangga tersebut ditambahkan :
  - a) Larutan  $\text{HBr}$
  - b) Larutan  $\text{KOH}$
2. Seorang atlet diduga mengalami alkalosis. Bagaimana solusinya agar pH darah atlet tersebut menjadi normal kembali? Terangkan mekanisme kerja komponen larutan penyangga dalam tubuh!

## E. Latihan Soal

- 1 Jelaskan pengertian dari larutan penyangga !
- 2 Pasangan komponen HF dan  $F^-$  merupakan larutan penyangga karena mengandung asam lemah dan basa konjugasinya. Jelaskan prinsip kerja larutan penyangga tersebut apabila terdapat penambahan asam kuat (HCl) maupun basa kuat (NaOH)!
- 3 Diberikan campuran dari beberapa larutan sebagai berikut:
  1. 200 mL  $CH_3COOH$  0,1 M dan 200 mL NaOH 0,1 M
  2. 200 mL  $CH_3COOH$  0,2 M dan 200 mL NaOH 0,1 M
  3. 200 mL  $NH_4OH$  0,1 M dan 200 mL HCl 0,1 M
  4. 200 mL  $NH_4OH$  0,1 M dan 200 mL HCl 0,05 MCampuran yang membentuk larutan penyangga adalah...
- 4 Tentukan keasaman larutan penyangga berikut ini !
  - a. Campuran antara campuran dari larutan  $CH_3COOH$  (asam lemah) dan larutan  $CH_3COONa$  (basa konjugasi)
  - b. Campuran antara campuran dari larutan NaOH berlebih dengan  $CH_3COOH$

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

### PERHITUNGAN pH DAN PERAN LARUTAN PENYANGGA

#### A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini kalian diharapkan mampu:

1. Menghitung pH larutan penyangga
2. Menjelaskan peran larutan penyangga dalam kehidupan sehari-hari.

#### B. Uraian Materi

##### 1. Perhitungan pH Larutan Penyangga

Untuk melakukan penghitungan pH larutan penyangga maka kita harus memahami dulu larutan penyangga tersebut bersifat asam atau basa. Berikut ini klasifikasi larutan penyangga dan rumus penghitungan pH-nya

###### a) Larutan penyangga asam

Larutan penyangga bersifat asam apabila terdiri dari campuran asam lemah dengan basa konjugasinya. Contohnya adalah:

$\text{CH}_3\text{COOH}$  dengan  $\text{CH}_3\text{COONa}$ . atau  $\text{CH}_3\text{COO}^-$

Basa konjugasi  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  ini dapat diperoleh dari larutan garamnya yaitu dari kation logam dari masing-masing anionnya misalnya  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOK}$ ,  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Mg}$ ,  $\text{HCO}_3\text{K}$ , dan lainnya

Perumusan larutan penyangga yang bersifat asam adalah sebagai berikut:

$$[\text{H}^+] = K_a \cdot \frac{n_a}{n_{bk}}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

Keterangan:

$K_a$  = tetapan ionisasi asam lemah

$n_a$  = Jumlah mol asam lemah

$n_{bk}$  = Jumlah mol basa konjugasinya

###### b) Larutan penyangga basa

Larutan penyangga bersifat basa apabila terdiri dari campuran basa lemah dengan asam konjugasinya, contohnya adalah  $\text{NH}_4\text{OH}$  dengan  $\text{NH}_4^+$  atau  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

Asam konjugasi  $\text{NH}_4^+$  ini dapat diperoleh dari larutan garamnya yaitu dari anion logam dari masing-masing kationnya misalnya  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{NH}_4\text{Br}$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{I}$ , dan lainnya

Perumusan larutan penyangga yang bersifat basa adalah sebagai berikut:

$$[\text{OH}^-] = K_b \cdot \frac{n_b}{n_{ak}}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH}$$

Keterangan:

$K_a$  = tetapan ionisasi asam lemah

$n_b$  = Jumlah mol basa lemah

$n_{ak}$  = Jumlah mol asam konjugasinya

### Langkah-langkah Menghitung pH Larutan Penyangga

1. Tentukanlah mol asam atau basa lemah
2. Tentukanlah mol asam atau basa konjugasi (garam)
3. Hitunglah ion  $H^+$  atau ion  $OH^-$
4. Hitunglah pH

#### Contoh Soal 1

Suatu larutan terdiri dari campuran antara  $NH_3$  dengan konsentrasi 0,1 M sebanyak 50 mL dan 100 mL larutan  $NH_4Cl$  0,5 M. Tentukanlah

- a. Apakah larutan tersebut merupakan larutan penyangga?
- b. Apabila larutan tersebut termasuk larutan penyangga maka tentukanlah harga pH-nya? ( $K_b = 10^{-5}$ )

#### Pembahasan:

Diketahui :

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi } NH_3 &= M_{NH_3} = 0,1 \text{ M} \\ \text{Volume } NH_3 &= V_{NH_3} = 50 \text{ mL} \\ \text{Konsentrasi } NH_4Cl &= M_{NH_4Cl} = 0,5 \text{ M} \\ \text{Volume } NH_4Cl &= V_{NH_4Cl} = 100 \text{ mL} \end{aligned}$$

Jawab :

- a. Untuk menentukan apakah sebuah larutan merupakan larutan penyangga, maka kita harus memahami dulu pengertian larutan penyangga, yakni campuran antara asam atau basa lemah dengan asam atau basa konjugasinya. Pada soal tersebut  $NH_3$  merupakan basa lemah dan  $NH_4Cl$  merupakan asam konjugasinya. Sehingga larutan pada soal di atas termasuk **larutan penyangga**

- b. Untuk menghitung pH larutan penyangga, maka mengikuti langkah-langkah perhitungan sebagai berikut :

1. Menentukan mol basa lemah  
 $\text{mol } NH_3 (n_b) = 50 \text{ mL} \times 0,1 \text{ mmol/mL} = 5 \text{ mmol}$

2. Menentukan mol asam konjugasi  
 $\text{mol } NH_4Cl (n_{ak}) = 100 \text{ mL} \times 0,5 \text{ mmol/mL} = 50 \text{ mmol}$

3. Menghitung ion ( $OH^-$ )

$$[OH^-] = K_b \cdot \frac{n_b}{n_{ak}}$$

Rumus perhitungan untuk campuran antara basa lemah dan asam konjugasinya

$$[OH^-] = 10^{-5} \times \frac{5}{50} = [OH^-] = 10^{-5} \times 0,1$$

$$[OH^-] = 10^{-5} \times 10^{-1} = [OH^-] = 10^{-6}$$

4. Menghitung pH

$$pOH = -\log [OH^-]$$

$$pOH = -\log [10^{-6}]$$

$$\begin{aligned} \text{pOH} &= 6 \\ \text{pH} &= 14 - \text{pOH} \\ \text{pH} &= 14 - 6 \\ \text{pH} &= 8 \end{aligned}$$

**Contoh Soal 2**

Suatu larutan terdiri dari campuran antara 50 mL  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M dan 50 mL larutan  $\text{CH}_3\text{COONa}$  0,1 M. Tentukanlah

- Apakah larutan tersebut merupakan larutan penyangga?
- Apabila larutan tersebut termasuk larutan penyangga maka tentukanlah harga pH-nya? ( $K_a \text{CH}_3\text{COOH} = 1,8 \times 10^{-5}$ )

**Pembahasan:**

Diketahui :

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi } \text{CH}_3\text{COOH} &= M \text{CH}_3\text{COOH} = 0,1 \text{ M} \\ \text{Volume } \text{CH}_3\text{COOH} &= V \text{CH}_3\text{COOH} = 50 \text{ mL} \\ \text{Konsentrasi } \text{NaCH}_3\text{COO} &= M \text{NaCH}_3\text{COO} = 0,1 \text{ M} \\ \text{Volume } \text{NaCH}_3\text{COO} &= V \text{NaCH}_3\text{COO} = 50 \text{ mL} \end{aligned}$$

Jawab :

- Untuk menentukan apakah sebuah larutan merupakan larutan penyangga, maka kita harus memahami dulu pengertian larutan penyangga, yakni campuran antara asam atau basa lemah dengan asam atau basa konjugasinya. Pada soal tersebut  $\text{CH}_3\text{COOH}$  merupakan asam lemah dan  $\text{NaCH}_3\text{COO}$  merupakan basa konjugasinya. Sehingga larutan pada soal di atas termasuk **larutan penyangga**
- Untuk menghitung pH larutan penyangga, maka mengikuti langkah-langkah perhitungan sebagai berikut :
  - Menentukan mol asam lemah  
 $\text{mol CH}_3\text{COOH} (n_a) = 50 \text{ mL} \times 0,1 \text{ mmol/mL} = 5 \text{ mmol}$
  - Menentukan mol basa konjugasinya  
 $\text{mol NaCH}_3\text{COO} (n_{bk}) = 50 \text{ mL} \times 0,1 \text{ mmol/mL} = 5 \text{ mmol}$
  - Menghitung ion ( $\text{H}^+$ )

$$[\text{H}^+] = K_a \cdot \frac{n_a}{n_{bk}}$$

Rumus perhitungan untuk campuran antara asam lemah dan basa konjugasinya

$$[\text{OH}^-] = 10^{-5} \times \frac{5}{5} = [\text{OH}^-] = 1,8 \times 10^{-5} \times 0,1$$

$$[\text{OH}^-] = 1,8 \times 10^{-5} \times 10^{-1} = [\text{OH}^-] = 1,8 \times 10^{-6}$$

- Menghitung pH

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log [\text{H}^+] \\ \text{pH} &= -\log [1,8 \times 10^{-5}] \\ \text{pH} &= 5 - \log 1,8 \end{aligned}$$

Dari tabel logaritma,  $\log 1,8 = 0,255272505$

Maka  $\text{pH} = 5 - 0,2552$

$$\text{pH} = 4,7448 \text{ atau } 4,75$$

**Contoh Soal 3**

Tentukanlah pH dari campuran 200 mL larutan  $\text{HNO}_2$  0,15 M dengan 150 mL larutan  $\text{KOH}$  0,1 M. Berapa pH campuran larutan tersebut... ( $K_a = 10^{-5}$ )

**Pembahasan :**

Soal nomor 1 dan 2 berbeda dengan nomor 3. Hal ini dikarenakan hanya diberikan data asam dan basa. Sedangkan larutan penyangga syaratnya adalah adanya asam atau basa lemah dan asam atau basa konjugasi (garam). Untuk itu reaksikanlah terlebih dahulu asam dan basa pada soal tersebut

Diketahui:

Volume (V)

V NaOH = 50 mL

V  $\text{CH}_3\text{COOH}$  = 50 mL

Konsentrasi/Molaritas (M)

M NaOH = 0,1 M

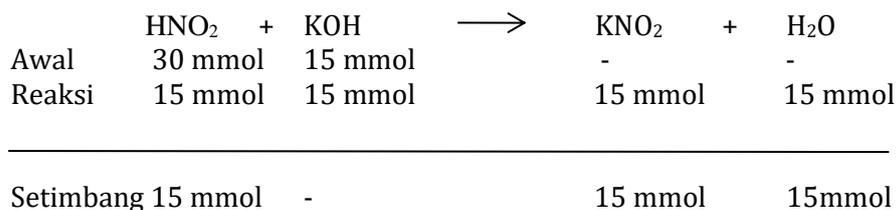
M  $\text{CH}_3\text{COOH}$  = 0,2 M

Ditanya: pH hasil campuran...?

Jawab:

$n \text{HNO}_2 = V \times M = 200 \text{ mL} \times 0,15 \text{ M} = 30 \text{ mmol}$

$n \text{KOH} = V \times M = 150 \text{ mL} \times 0,1 \text{ M} = 15 \text{ mmol}$



Reaksi di atas menunjukkan pada keadaan setimbang, dihasilkan  $\text{HNO}_2$  sebanyak 15 mmol,  $\text{KNO}_2$  sebanyak 15 mmol dan  $\text{H}_2\text{O}$  sebanyak 15 mmol

Maka, karena yang tersisa adalah  $\text{HNO}_2$  yang merupakan asam lemah dan  $\text{KNO}_2$  sebagai basa konjugasinya atau garam, sehingga reaksi tersebut bisa membentuk larutan penyangga.

Setelah itu lakukan perhitungan pH pada larutan penyangga dengan langkah-langkah yang sama seperti pada nomor 1 dan 2, sebagai berikut:

1. Menentukan mol asam lemah (dilihat dari zat sisa pada akhir reaksi)

mol  $\text{HNO}_2$  ( $n_a$ ) = 15 mmol

2. Menentukan mol basa konjugasi (garam)

mol  $\text{KNO}_2$  ( $n_{bk}$ ) = 15 mmol

3. Menghitung ion ( $\text{H}^+$ )

$$[\text{H}^+] = K_a \cdot \frac{n_a}{n_{bk}}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-5} \left[ \frac{15}{15} \right]$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-5} \times 1$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-5}$$

## 4. Menghitung pH

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

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

$$\text{pH} = 5$$

**Contoh Soal 4**

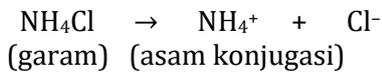
Sebanyak 200 ml larutan penyangga mengandung  $\text{NH}_3$  dan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  masing-masing 0,05 M.

1. Tentukan pH larutan tersebut
2. Tentukan pH larutan setelah ditambah 2 ml HCl 0,05 M
3. Tentukan pH larutan setelah ditambah 2 ml NaOH 0,05 M  
( $K_b \text{ NH}_3 = 1 \cdot 10^{-5}$ )

**Pembahasan:****1. Menentukan pH Larutan**

$$\text{mmol NH}_3 = M \cdot V = 0,05 \cdot 200 = 10 \text{ mmol}$$

$$\text{mmol NH}_4\text{Cl} = M \cdot V = 0,05 \cdot 200 = 10 \text{ mmol}$$



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

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

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

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

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

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

$$\text{pOH} = 5$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH}$$

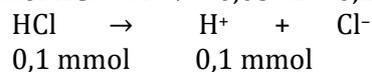
$$\text{pH} = 14 - 5$$

$$\text{pH} = 9$$

Jadi, pH larutan penyangga tersebut adalah 9.

**2. Menentukan pH larutan setelah ditambah 2 ml HCl 0,05 M**

$$\text{mmol HCl} = M \cdot V = 0,05 \cdot 2 = 0,1 \text{ mmol}$$



	$\text{H}^+$	+	$\text{NH}_3$	$\rightarrow$	$\text{NH}_4^+$
	(asam)		(basa lemah)		(asam konjugasi)
Mula-Mula	0,1 mmol		10 mmol		10 mmol
Saat reaksi	-0,1 mmol		-0,1 mmol		+0,1 mmol
Akhir reaksi	0 mmol		9,9 mmol		10,1 mmol

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

$$[\text{OH}^-] = 10^{-5} \cdot \frac{9,9 \text{ mmol}}{10,1 \text{ mmol}}$$

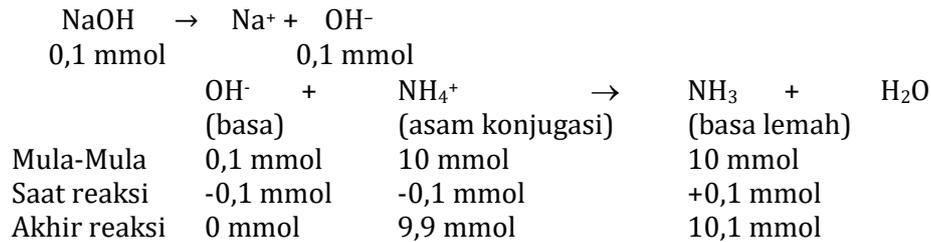
$$[\text{OH}^-] = 10^{-5} \cdot 0,9802$$

$$\begin{aligned} \text{pOH} &= -\log 10^{-5} \cdot 0,9802 \\ \text{pOH} &= -\log 10^{-5} - \log 0,9802 \\ \text{pOH} &= 5 - (-0,0087) \\ \text{pOH} &= 5,0087 \\ \text{pH} &= 14 - \text{pOH} \\ \text{pH} &= 14 - 5,0087 \\ \text{pH} &= 8,9913 \end{aligned}$$

Jadi, pH larutan penyangga setelah ditambah larutan HCl tersebut adalah 8,9913.

### 3. Menentukan pH larutan setelah ditambah 2 ml NaOH 0,05 M

$$\text{mmol NaOH} = M \cdot V = 0,05 \cdot 2 = 0,1 \text{ mmol}$$



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

$$[\text{OH}^-] = 10^{-5} \cdot \frac{10,1 \text{ mmol}}{9,9 \text{ mmol}}$$

$$\begin{aligned} [\text{OH}^-] &= 10^{-5} \cdot 1,0202 \\ \text{pOH} &= -\log 10^{-5} \cdot 1,0202 \\ \text{pOH} &= -\log 10^{-5} - \log 1,0202 \\ \text{pOH} &= 5 - \log 1,0202 \\ \text{pOH} &= 5 - 0,0087 \\ \text{pOH} &= 4,9913 \\ \text{pH} &= 14 - \text{pOH} \\ \text{pH} &= 14 - 4,9913 \\ \text{pH} &= 9,0087 \end{aligned}$$

Jadi, pH larutan penyangga setelah ditambah larutan NaOH tersebut adalah 9,0087.

Dari perhitungan-perhitungan di atas, terbukti bahwa dengan ditamapkannya sedikit asam atau basa ke dalam larutan penyangga, pH relatif konstan.

## 2. Peran Larutan Penyangga dalam kehidupan sehari-hari

### a. Larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup

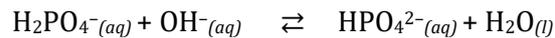
Berfungsi sebagai penyeimbang pH tubuh, larutan penyangga terdapat pada cairan intrasel dan cairan ekstrasel. Contoh larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup yaitu darah (intrasel) dan air liur (ekstrasel).

Selain itu, larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dibagi menjadi 3 macam, yaitu:

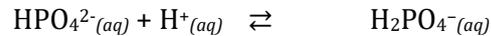
#### 1) Larutan penyangga fosfat

Larutan penyangga fosfat adalah larutan penyangga yang terdapat pada cairan seluruh tubuh makhluk hidup dan tersusun atas  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  dan  $\text{HPO}_4^{2-}$ .

Ketika pH tubuh naik, reaksi larutan penyangga fosfat adalah sebagai berikut:



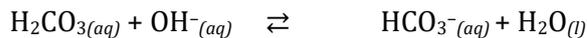
sedangkan ketika pH tubuh turun, reaksi larutan penyangga fosfat adalah sebagai berikut:



## 2) Larutan penyangga karbonat

Larutan penyangga karbonat adalah larutan penyangga yang terdapat pada darah dan tersusun atas  $\text{H}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{HCO}_3^-$ .

Pada saat pH tubuh naik, reaksi larutan penyangga karbonat adalah sebagai berikut:

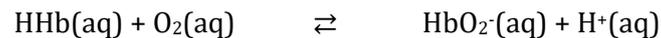


sedangkan ketika pH tubuh turun, reaksi larutan penyangga karbonat adalah sebagai berikut:



## 3) Larutan penyangga hemoglobin

Larutan penyangga hemoglobin adalah larutan penyangga yang terdapat pada darah dan tersusun atas HHb dan  $\text{HbO}_2$ . Reaksi larutan penyangga hemoglobin adalah sebagai berikut:



Tanpa adanya peranan larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup, makhluk hidup dapat mengalami asidosis dan alkalosis yang menyebabkan kerusakan pada jaringan dan organ. Asidosis adalah penurunan pH darah yang disebabkan oleh metabolisme tubuh yang terlalu tinggi karena adanya penyakit diabetes melitus, diare, penyakit ginjal, dan protein berlebih. Sedangkan alkalosis adalah peningkatan pH darah yang disebabkan karena kekurangan oksigen.

### b. Menjaga keseimbangan pH tanaman.

Suatu metode penanaman dengan media selain tanah, biasanya dikerjakan dalam kamar kaca dengan menggunakan medium air yang berisi zat hara, disebut dengan hidroponik. Setiap tanaman memiliki pH tertentu agar dapat tumbuh dengan baik. Oleh karena itu dibutuhkan larutan penyangga agar pH dapat dijaga.

### c. Larutan penyangga pada obat-obatan

Asam asetilsalisilat merupakan komponen utama dari tablet aspirin, merupakan obat penghilang rasa nyeri. Adanya asam pada aspirin dapat menyebabkan perubahan pH pada perut. Perubahan pH ini mengakibatkan pembentukan hormon, untuk merangsang penggumpalan darah, terhambat; sehingga pendarahan tidak dapat dihindarkan. Oleh karena itu, pada aspirin ditambahkan  $\text{MgO}$  yang dapat mentransfer kelebihan asam.

### d. Dalam industri farmasi

Dalam industri farmasi, larutan penyangga berperan dalam pembuatan obat-obatan, agar zat aktif obat tersebut mempunyai pH tertentu. Larutan penyanggayang umum digunakan dalam industri farmasi adalah larutan asam basa konjugasi senyawa fosfat.

**e. Dalam mikrobiologi industri**

Dalam mikrobiologi industri digunakan sebagai pengatur pH medium pertumbuhan mikroorganisme.

**f. Biologi**

Dalam bidang biologi digunakan untuk mengoptimalkan kerja enzim.

**g. Analisis Kimia**

Digunakan untuk analisis kualitatif dan kuantitatif, pemisahan senyawa dan unsur, serta reaksi kimia dengan pH terkontrol.

**C. Rangkuman**

1. Larutan penyangga bersifat asam apabila terdiri dari campuran asam lemah dengan asam konjugasinya . Untuk menghitung larutan penyangga yang bersifat asam adalah dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$[H^+] = K_a \cdot \frac{n_a}{n_{bk}}$$

$$pH = - \log [H^+]$$

Keterangan:

$K_a$  = tetapan ionisasi asam lemah

$n_a$  = Jumlah mol asam lemah

$n_{bk}$  = Jumlah mol basa konjugasi

2. Larutan penyangga bersifat basa apabila terdiri dari campuran basa lemah dengan asam konjugasinya . Untuk menghitung larutan penyangga yang bersifat basa adalah dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$[OH^-] = K_b \cdot \frac{n_b}{n_{ak}}$$

$$pOH = - \log [OH^-]$$

**Keterangan:**

$K_a$  = tetapan ionisasi asam lemah

$n_b$  = Jumlah mol basa lemah

$n_{ak}$  = Jumlah mol asam konjugasinya

3. Peran Larutan Penyangga dalam kehidupan sehari-hari, yakni :
  - a. Larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup berfungsi sebagai penyeimbang pH tubuh, larutan penyangga terdapat pada cairan intrasel dan cairan ekstrasel. Larutan penyangga dalam tubuh makhluk hidup dibagi menjadi 3 macam, yaitu:
    1. Larutan Penyangga Fosfat
    2. Larutan Penyangga Karbonat
    3. Larutan Penyangga Hemoglobin
  - b. Menjaga keseimbangan pH tanaman.
  - c. Larutan penyangga pada obat-obatan
  - d. Dalam industri farmasi
  - e. Dalam mikrobiologi industry

- f. Dalam Ilmu Biologi
- g. Dalam Analisis Kimia

## D. Tugas Mandiri

Setelah kalian memahami pengertian dan prinsip kerja larutan penyangga serta telah melakukan penghitungan pH larutan penyangga, maka carilah informasi dan jawablah pertanyaan berikut ini !

1. Sebutkan jenis larutan penyangga yang dalam bidang industri dan jelaskan prinsip kerjanya!
2. Sebutkan jenis larutan penyangga yang dalam bidang kedokteran dan obat-obatan dan jelaskan prinsip kerjanya !
3. Bagaimanakah bila larutan penyangga dalam air liur tidak ada?  
Pergunakanlah sumber belajar yang ada di sekitarmu!

## E. Latihan Soal

1. Campuran yang terdiri dari 100 mL HCN 0,1 M ( $K_a = 2 \times 10^{-5}$ ) dan 100 mL KCN 0,2 M akan memiliki pH sebesar....
2. Sebanyak 100 mL larutan mengandung HCOOH dan HCOONa masing-masing 0,1 M, ( $K_a = 10^{-5}$ )
  - a. Hitung pH larutan awal
  - b. Hitung pH setelah ditambah 1 mL HCl 0,1 M (tuliskan reaksi yang terjadi)
  - c. Hitung pH setelah ditambah 1 mL NaOH 0,1 M (tuliskan reaksi yang terjadi)
3. Untuk membuat larutan penyangga dengan pH = 9, maka kedalam 40 mL larutan  $\text{NH}_3$  0,5 M ( $K_b = 10^{-5}$ ) harus ditambahkan larutan HCl 0,2 M sebanyak ?