

LKPD

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

LARUTAN PENYANGGA



AKTIVITAS LEVEL 2

BY: YOSHIMA R.Q



INFORMASI PESERTA DIDIK

KELAS :

KELOMPOK :

ANGGOTA KELOMPOK :

- | | |
|------------|------------|
| 1.() | 4.() |
| 2.() | 5.() |
| 3.() | 6.() |

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah menyelesaikan LKPD ini, peserta didik dapat:

1. Menghitung pH larutan penyangga dengan menggunakan pendekatan matematis.

ORIENTASI MASALAH

Berapa industri farmasi banyak menggunakan zat aktif yang harus berada dalam keadaan pH stabil. Perubahan pH yang signifikan pada tubuh akan mengakibatkan berkurang bahkan hilangnya khasiat zat aktif tersebut.

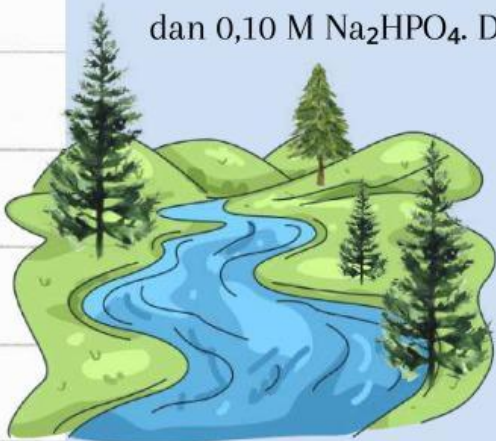


Sampo bayi dirancang agar tidak menyebabkan iritasi pada mata. Salah satu faktor penting yang harus diperhatikan adalah pH produk. Jika pH terlalu asam atau terlalu basa, mata dapat terasa perih.

pH air mata manusia berada pada kisaran 7,2 – 7,4. Oleh karena itu, produsen sampo bayi biasanya menyesuaikan pH produk agar mendekati rentang tersebut. Untuk menjaga pH tetap stabil, para peneliti menggunakan larutan penyangga (*buffer*). Salah satu *buffer* yang umum digunakan adalah *buffer* fosfat, yang terdiri dari pasangan asam-basa konjugasi:

- H_2PO_4^- (asam lemah)
- HPO_4^{2-} (basa konjugasi)

Dalam formulasi awal, sampo bayi mengandung: 0,05 M NaH_2PO_4 dan 0,10 M Na_2HPO_4 . Diketahui pK_a sistem *buffer* fosfat=7,21.



Namun selama proses produksi, terdapat kemungkinan kontaminasi zat asam yang setara dengan penambahan 0,01 mol HCl ke dalam 1 L larutan sampo. Sebagai tim analis kimia, kalian diminta menentukan apakah pH produk masih aman untuk mata bayi.

Fenomena ini menimbulkan **pertanyaan penting**:

Mengapa pH sampo bayi harus mendekati pH air mata? dan apakah penambahan sedikit asam akan mengubah pH secara signifikan?

Untuk menjawab pertanyaan tersebut, diperlukan pemahaman mengenai konsep larutan penyangga dan perhitungan pH *buffer*.

What Do We Know?

Tuliskan informasi yang kalian ketahui dari permasalahan di atas. Identifikasi fakta, data, atau konsep yang berkaitan dengan kasus tersebut.

1.
.....
2.
.....
3.
.....
4.
.....
5.
.....



What Do We Need to Know?

Diskusikan bersama kelompokmu dan tuliskan pertanyaan atau konsep yang masih perlu kalian pelajari untuk **dapat menyelesaikan masalah** tersebut.

A large, empty rectangular box with a thin orange border, intended for students to write their questions or concepts.

PENYELIDIKAN

A. MEMAHAMI SISTEM PENYANGGA FOSFAT

Salah satu sistem *buffer* yang sering digunakan dalam industri kosmetik dan farmasi adalah *buffer* fosfat yang berasal dari asam fosfat (H_3PO_4). Asam fosfat dapat melepaskan proton (H^+) secara bertahap di dalam larutan.

Ionisasi asam fosfat terjadi melalui beberapa tahap reaksi kesetimbangan:

Tahap Ionisasi	Reaksi Ionisasi	K_a
Ionisasi pertama	$\text{H}_3\text{PO}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$	$7,1 \times 10^{-3}$
Ionisasi kedua	$\text{H}_2\text{PO}_4^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HPO}_4^{2-}$	$6,2 \times 10^{-8}$
Ionisasi ketiga	$\text{HPO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{PO}_4^{3-}$	$4,8 \times 10^{-13}$

Tabel 1. Ionisasi Asam Fosfat

Nilai K_a (konstanta disosiasi asam) menunjukkan kemampuan suatu asam dalam melepaskan ion H^+ di dalam larutan. **Semakin besar nilai K_a , semakin kuat kemampuan asam untuk terionisasi.**



1. Berapa jumlah proton (H^+) yang dapat dilepaskan oleh satu molekul H_3PO_4 ?

Jawab:
.....
.....
.....

2. Asam fosfat termasuk ke dalam asam poliprotik. Mengapa H_3PO_4 disebut asam poliprotik?

Jawab:

3. Bandingkan nilai K_{a1} , K_{a2} , dan K_{a3} . Tahap ionisasi manakah yang paling kuat?

CLUE: Hubungkan K_a dengan kemampuan ionisasi asam

Jawab:



B. MENENTUKAN PASANGAN BUFFER YANG TEPAT

Larutan penyangga akan bekerja paling efektif ketika ketika pH larutan mendekati nilai pK_a dari pasangan asam-basa konjugasi.



Tahap Ionisasi	K_a	pK_a
$\text{H}_3\text{PO}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$	$7,1 \times 10^{-3}$	.....
$\text{H}_2\text{PO}_4^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HPO}_4^{2-}$	$6,2 \times 10^{-8}$	.....
$\text{HPO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{PO}_4^{3-}$	$4,8 \times 10^{-13}$	.....

Tabel 2. pK_a Asam Fosfat

1. Tahap ionisasi manakah yang memiliki nilai pKa paling mendekati pH air mata?

Jawab:
.....

2. Spesies apa saja yang terlibat pada tahap tersebut?

Jawab:
.....

3. Pasangan spesies manakah yang dapat membentuk sistem larutan penyangga fosfat?

Jawab:
.....

C. MENENTUKAN PH AWAL LARUTAN BUFFER FOSFAT

Dalam formulasi sampo bayi digunakan:

Garam	Ion yang Dihasilkan	Peran
.....		Asam Lemah
.....		Basa Konjugasi

Untuk memastikan sampo bayi tetap aman bagi mata, tim peneliti perlu menganalisis bagaimana pH larutan penyangga berubah jika terjadi kontaminasi zat lain selama proses produksi.

Sebanyak **500 mL larutan penyangga** dibuat dengan komposisi:

<u>Komponen</u>	<u>Konsentrasi</u>
NaH ₂ PO ₄	0,05 M
Na ₂ HPO ₄	0,10 M

Langkah 1

- Langkah 1**
1. Tentukan jumlah mol H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-} sebelum penambahan HCl.
- Jawab:**
- $n \text{ NaH}_2\text{PO}_4 = \dots\dots\dots \text{mol.L}^{-1} \cdot \dots\dots\dots \text{mL}$
 $= \dots\dots\dots \text{mmol}$
- $n \text{ Na}_2\text{HPO}_4 = \dots\dots\dots \text{mol.L}^{-1} \cdot \dots\dots\dots \text{mL}$
 $= \dots\dots\dots \text{mmol}$

Jawab:

$n \text{ NaH}_2\text{PO}_4 = \dots\dots\dots \text{mol.L}^{-1} \cdot \dots\dots\dots \text{mL}$
 $= \dots\dots\dots \text{mmol}$

n Na₂HPO₄=mol.L⁻¹ ,..... mL
=mmol

Langkah 2

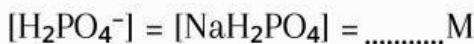
- Langkah 2**
1. Tuliskan reaksi ionisasi NaH_2PO_4 yang merupakan sumber ion H_2PO_4^- (asam lemah).
- Jawab:**
- $$\text{NaH}_2\text{PO}_4(aq) \rightarrow \dots\dots(aq) + \dots\dots(aq)$$
2. Karena garam NaH_2PO_4 terionisasi sempurna dalam air, maka konsentrasi ion H_2PO_4^- dalam larutan adalah:
- Jawab:**
- $$[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = [\text{NaH}_2\text{PO}_4] = \dots\dots\text{M}$$

Jawab:



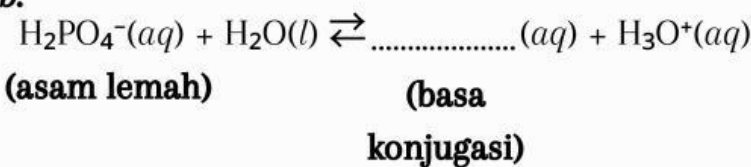
- $\text{NaH}_2\text{PO}_4(\text{aq}) \rightarrow \dots\dots\dots(\text{aq}) + \dots\dots\dots(\text{aq})$
2. Karena garam NaH_2PO_4 terionisasi sempurna dalam air, maka konsentrasi ion H_2PO_4^- dalam larutan adalah:
- Jawab:**
- $[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = [\text{NaH}_2\text{PO}_4] = \dots\dots\dots\text{M}$
3. H_2PO_4^- masih memiliki sifat asam dan dapat bereaksi kesetimbangan dengan air. Tuliskan reaksi kesetimbangannya.
- Jawab:**
- $\text{H}_2\text{PO}_4^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \dots\dots\dots(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
- (asam lemah)** **(basa konjugasi)**

Jawab:



3. H_2PO_4^- masih memiliki sifat asam dan dapat bereaksi kesetimbangan dengan air. Tuliskan reaksi kesetimbangannya.
- Jawab:**
- $$\underset{\text{(asam lemah)}}{\text{H}_2\text{PO}_4^-(aq)} + \text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \dots\dots\dots(aq) + \underset{\text{(basa konjugasi)}}{\text{H}_3\text{O}^+(aq)}$$

Jawab:



ingat kembali yuk



SCAN HERE



Langkah 3

1. Tuliskan reaksi ionisasi Na_2HPO_4 yang merupakan sumber ion HPO_4^{2-} (basa konjugasi).

Jawab:



2. Karena garam Na_2HPO_4 terionisasi sempurna dalam air, maka konsentrasi ion HPO_4^{2-} dalam larutan adalah:

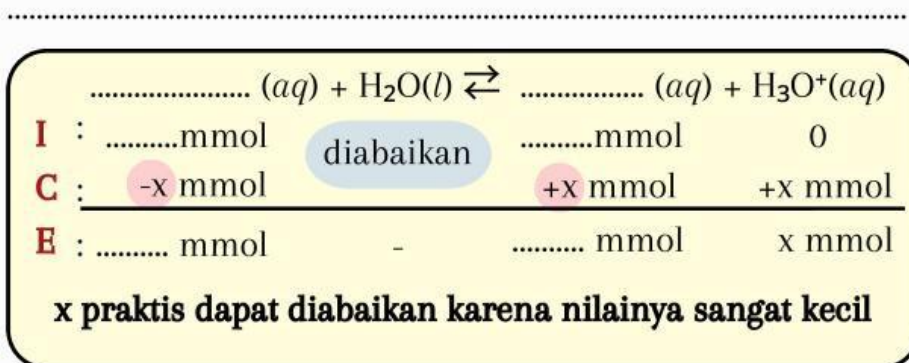
Jawab:

$$[\text{HPO}_4^{2-}] = [\text{Na}_2\text{HPO}_4] = \dots\dots\dots \text{ M}$$

Langkah 4

Faktor yang berperan penting dalam sistem *buffer* asam adalah sistem reaksi kesetimbangan yang terjadi pada asam lemah.

Reaksi kesetimbangan yang terjadi dalam sistem *buffer* adalah:



Tuliskan persamaan K_a dari reaksi kesetimbangan di atas.

$$K_a = \frac{[\dots\dots\dots] [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\dots\dots\dots]}$$

$$K_a = \frac{[\dots\dots\dots] [\dots\dots\dots]}{[\dots\dots\dots]}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = x = \frac{\dots\dots\dots}{\dots\dots\dots}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = x = \dots\dots\dots$$

Setelah konsentrasi H_3O^+ diketahui, hitung pH larutan dengan rumus:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$$

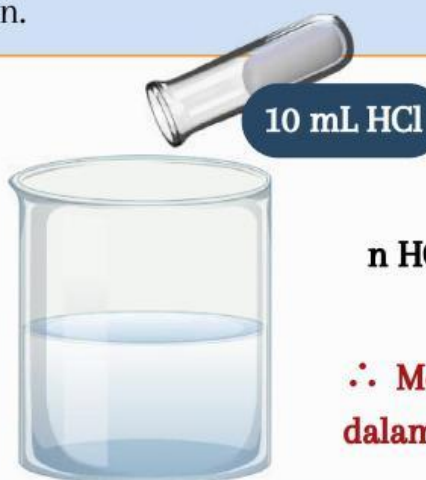
$$\text{pH} = -\log(\dots\dots\dots)$$

$$\text{pH} = \dots\dots\dots$$

$\therefore$ pH 500 mL larutan penyangga asam yang terbuat dari 0,05 M NaH_2PO_4 dan 0,10 M Na_2HPO_4 adalah

D. MENENTUKAN PH BUFFER SETELAH PENAMBAHAN ASAM/BASA

Selama proses produksi, terdapat kemungkinan kontaminasi bahan lain yang bersifat asam yang setara dengan penambahan **10 mL larutan HCl 0,10 M** ke dalam larutan sampo tersebut. Tentukan pH larutan *buffer* setelah penambahan HCl kemudian bandingkan nilai pH yang diperoleh dengan rentang pH air mata manusia (7,2 – 7,4). Apakah pH sampo masih berada pada rentang yang aman? Jelaskan.



$$\begin{aligned} n \text{ HCl} &= \dots\dots\dots \text{ mol.L}^{-1} \cdot \dots\dots\dots \text{ mL} \\ &= \dots\dots\dots \text{ mmol} \end{aligned}$$

$\therefore$ Mol HCl yang ditambahkan ke dalam larutan *buffer* adalah

Larutan Penyangga Buffer Fosfat

Pada penambahan larutan HCl, maka ion H^+ dari HCl akan bereaksi dengan komponen basa larutan *buffer*, HPO_4^{2-}



.....	(aq)	+	$H_2O(l)$	$\rightleftharpoons$	.....	(aq)	+	$H_3O^+(aq)$
E	:	.....	mmol	-	.....	mmol	.....	mmol
+H⁺	:		mmol		.....	mmol		
:		.....	mmol		.....	mmol		

$$K_a = \frac{[.....] [H_3O^+]}{[.....]}$$

$$K_a = \frac{[.....] [.....]}{[.....]}$$

$$[H_3O^+] = x = \frac{.....}{.....}$$

$$[H_3O^+] = x =$$

Setelah konsentrasi H_3O^+ diketahui, hitung pH larutan dengan rumus:

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

$$pH = -\log(.....)$$

$$pH =$$

$\therefore$ pH larutan penyangga fosfat setelah penambahan 10 mL HCl 0,10 M adalah

Setelah penambahan HCl, Apakah pH sampo masih berada pada rentang yang aman? Jelaskan.

Jawab:

Mengapa pH sampo bayi harus mendekati pH air mata?

Jawab:

.....

.....

.....

.....

.....



Penyelesaian Masalah

Jika kamu merupakan bagian dari tim peneliti yang mengembangkan sampo bayi tersebut dan hasil analisis menunjukkan bahwa pH produk belum berada pada rentang yang diinginkan (7,2–7,4), solusi apa yang dapat kamu usulkan agar pH larutan sampo dapat mendekati pH air mata manusia (sekitar 7,3)?

Diskusikan bersama kelompokmu perubahan yang mungkin dilakukan pada sistem larutan penyangga agar pH produk tetap stabil dan aman digunakan. Tuliskan ide atau solusi yang menurut kelompokmu paling tepat.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



KESIMPULAN

Periksa kembali jawaban yang telah kalian peroleh dan buatlah kesimpulan dari kegiatan yang telah dipelajari!

