



### INFORMASI PESERTA DIDIK

KELAS :

KELOMPOK :

ANGGOTA KELOMPOK :

1.....( ) 4.....( )

2.....( ) 5.....( )

3.....( ) 6.....( )

#### A. Tujuan Pembelajaran

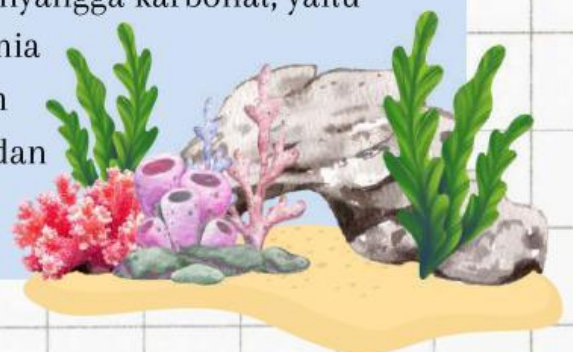
Setelah menyelesaikan LKPD ini, peserta didik dapat:

1. Menyajikan solusi berbasis konteks terhadap permasalahan yang berkaitan dengan kestabilan pH dalam kehidupan sehari-hari, lingkungan, atau teknologi dengan menggunakan konsep larutan penyangga secara ilmiah

#### ORIENTASI MASALAH

Laut merupakan salah satu sistem alami terbesar di bumi yang memiliki kemampuan menjaga kestabilan pH. Secara alami, air laut memiliki pH sekitar 8,0-8,3, sehingga bersifat sedikit basa. Kestabilan pH ini sangat penting bagi kehidupan organisme laut seperti terumbu karang, kerang, dan berbagai plankton yang membutuhkan kondisi lingkungan yang stabil untuk bertahan hidup.

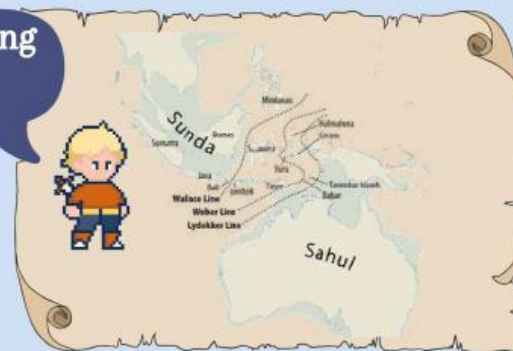
Kestabilan pH air laut dijaga oleh sistem penyangga karbonat, yaitu kesetimbangan antara beberapa spesies kimia seperti karbon dioksida terlarut ( $\text{CO}_2$ ), asam karbonat ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), ion bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ), dan ion karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ).



Sistem penyangga ini membantu menahan perubahan pH ketika terjadi penambahan zat asam atau basa dalam jumlah kecil.

Namun, dalam beberapa dekade terakhir terjadi peningkatan kadar karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) di atmosfer akibat aktivitas manusia seperti industri, transportasi, dan pembakaran bahan bakar fosil. Sebagian  $\text{CO}_2$  tersebut diserap oleh laut dan bereaksi dengan air membentuk asam karbonat ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) yang kemudian melepaskan ion hidrogen ( $\text{H}^+$ ). Peningkatan ion  $\text{H}^+$  ini menyebabkan penurunan pH air laut, suatu fenomena yang dikenal sebagai pengasaman laut (ocean acidification).

**Buffy bawa kabar penting dari laut Indonesia**



**Berdasarkan laporan Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN),** pengasaman laut di wilayah Paparan Sunda (perairan Indonesia) terjadi dua kali lebih cepat dibandingkan rata-rata global. pH air laut yang normalnya sekitar 8,1 dilaporkan mengalami penurunan sekitar 0,1-0,2 unit. Perubahan ini dapat mengganggu keseimbangan ekosistem laut, terutama organisme yang membentuk cangkang atau kerangka dari kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) seperti terumbu karang, moluska, dan beberapa jenis plankton.

Secara alami, laut memiliki sistem penyangga karbonat-bikarbonat yang berfungsi menjaga kestabilan pH. Namun, jika jumlah  $\text{CO}_2$  yang masuk ke laut terus meningkat, konsentrasi ion  $\text{H}^+$  akan bertambah sehingga kapasitas penyangga laut menjadi semakin lemah.

Buffy menantang kalian untuk menjadi ilmuwan muda yang mampu memahami masalah ini dan menyajikan solusi berbasis konsep larutan penyangga untuk membantu menjaga kestabilan pH laut Indonesia.



*“Laut kita memiliki sistem penyangga alami. Namun, apakah sistem tersebut cukup kuat menghadapi peningkatan pencemaran?”*

**Diskusikan bersama kelompokmu dan usulkan solusi ilmiah yang dapat dilakukan untuk membantu menjaga kestabilan pH laut.**

### ***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. ....  
.....

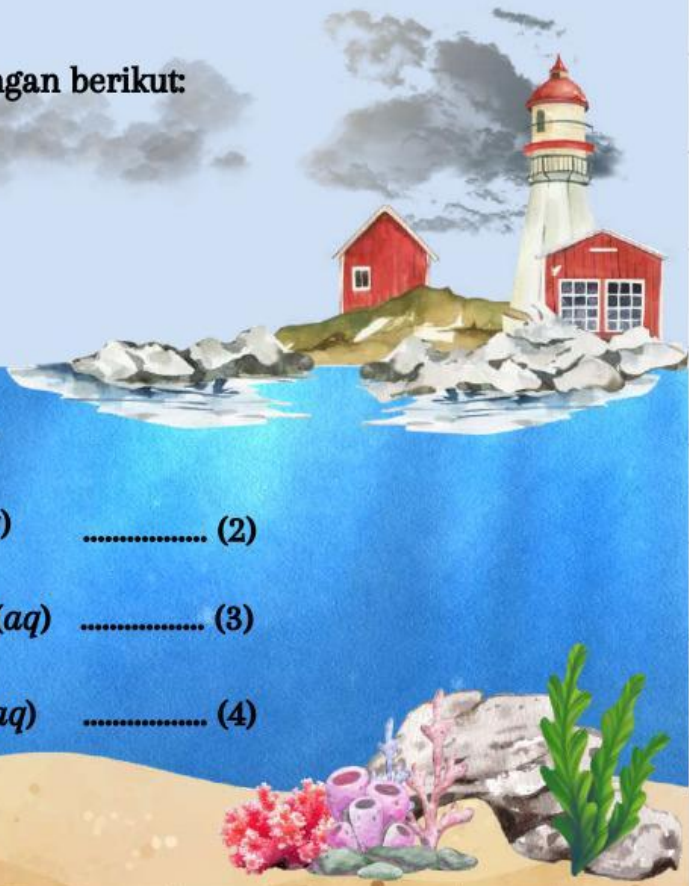
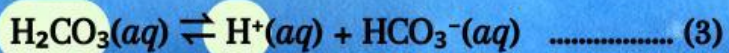
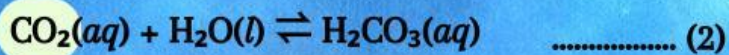
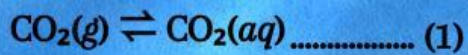


## What Do We Need to Know?

Diskusikan dan tuliskan pertanyaan atau konsep yang masih perlu kalian pelajari untuk **dapat menjawab pertanyaan** di atas.

### PENYELIDIKAN

Perhatikan reaksi kesetimbangan berikut:



Air laut memiliki kemampuan alami untuk menjaga kestabilan pH melalui sistem penyangga **karbonat-bikarbonat**. Sistem ini melibatkan beberapa reaksi kesetimbangan kimia antara karbon dioksida terlarut dan spesies karbonat dalam air laut.

## A. MENGIDENTIFIKASI SISTEM PENYANGGA LAUT

1. Spesies kimia apa saja yang terlibat dalam sistem penyangga karbonat di laut?

**Jawab:** .....

2. Dari reaksi di atas, pasangan manakah yang merupakan asam lemah dan basa konjugasinya?

**Jawab:** .....

3. Berdasarkan konsep larutan penyangga, sistem penyangga laut terutama terdiri dari pasangan:

$\text{H}_2\text{CO}_3 / \text{HCO}_3^-$

$\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-}$

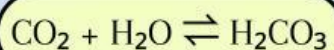
keduanya

**Jelaskan alasanmu:**

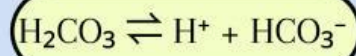
.....  
.....  
.....  
.....

## B. MENGANALISIS PENGARUH PENINGKATAN $\text{CO}_2$

Ketika kadar  $\text{CO}_2$  di atmosfer meningkat, sebagian  $\text{CO}_2$  akan larut ke dalam air laut dan bereaksi dengan air.



Asam karbonat yang terbentuk akan mengalami ionisasi:



1. Apa yang terjadi pada konsentrasi ion  $\text{H}^+$  ketika jumlah  $\text{CO}_2$  terlarut meningkat?

**Jawab:** .....

.....

.....

.....

2. Bagaimana perubahan konsentrasi ion  $\text{H}^+$  akan memengaruhi pH air laut?

**Jawab:** .....

.....

.....

.....

3. Jika jumlah ion  $\text{H}^+$  terus meningkat, bagaimana pengaruhnya terhadap keseimbangan sistem penyangga laut?



**CLUE:** Pergeseran Keseimbangan dan Kapasitas *Buffer*

**Jawab:** .....

.....

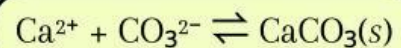
.....

.....

### C. DAMPAK PENGASAMAN LAUT TERHADAP EKOSISTEM



Organisme laut seperti karang dan moluska membentuk kerangka atau cangkang dari kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ).



1. Jika pH laut menurun (lebih asam), apa yang terjadi pada konsentrasi ion karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ )?

**Jawab:** .....  
.....  
.....  
.....

2. Bagaimana perubahan tersebut dapat memengaruhi pembentukan cangkang organisme laut?

**Jawab:** .....  
.....  
.....  
.....

3. Mengapa pengasaman laut menjadi ancaman bagi terumbu karang dan organisme bercangkang?

**Jawab:** .....  
.....  
.....  
.....

## D. SIMULASI PERUBAHAN PH LAUT

Para ilmuwan melakukan simulasi sederhana untuk memahami bagaimana peningkatan  $\text{CO}_2$  memengaruhi pH laut. Misalkan dalam suatu sampel air laut terdapat komposisi berikut.

<u>Komponen</u>	<u>Konsentrasi</u>	<b>Diketahui:</b>
$\text{H}_2\text{CO}_3$	0,0020 M	• $K_a (\text{H}_2\text{CO}_3) = 4,3 \times 10^{-7}$
$\text{HCO}_3^-$	0,0200M	

**KONDISI 1: PH LAUT NORMAL**

Reaksi kesetimbangan yang terjadi dalam sistem *buffer* adalah:

..... (aq) + H<sub>2</sub>O(l) ⇌ ..... (aq) + H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>(aq)

<b>I</b> :	..... M	diabaikan	..... M	0
<b>C</b> :	-x M		+x M	+x M
<b>E</b> :	..... M	-	..... M	x M

**x praktis dapat diabaikan karena nilainya sangat kecil**

Tuliskan persamaan Ka dari reaksi kesetimbangan di atas.

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

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

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

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

Setelah konsentrasi H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> diketahui, hitung pH larutan dengan rumus:

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

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

$$\text{pH} = \text{.....}$$

**∴ pH air laut dalam kondisi normal yang tersusun atas 0,0020 M H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dan 0,0200 M HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> adalah .....**

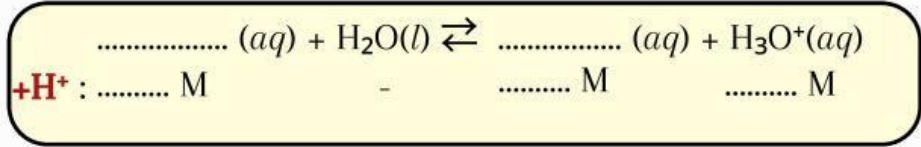
## KONDISI 2: PH LAUT SETELAH CO<sub>2</sub> MENINGKAT

Setelah terjadi peningkatan CO<sub>2</sub>, konsentrasi H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> bertambah menjadi 0,0040 M, sedangkan konsentrasi HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> tetap.

<i>Komponen</i>	<i>Konsentrasi Baru</i>
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,0040 M
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,0200M

**Reaksi yang terjadi adalah:**

.....  
 .....



Tuliskan persamaan Ka dari reaksi kesetimbangan di atas.

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

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

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

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

Setelah konsentrasi H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> diketahui, hitung pH larutan dengan rumus:

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

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

$$\text{pH} = \text{.....}$$

**∴ pH air laut setelah kadar CO<sub>2</sub> meningkat adalah .....**

## E. MENARIK KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan simulasi yang telah kalian lakukan:

1. Jelaskan bagaimana sistem penyangga karbonat membantu menjaga kestabilan pH laut.

**Jawab:** .....

.....  
.....  
.....

2. Mengapa peningkatan CO<sub>2</sub> secara terus-menerus dapat melemahkan kemampuan penyangga laut?

**Jawab:** .....

.....  
.....  
.....



### Penyelesaian Masalah

Setelah memahami bagaimana sistem penyangga laut bekerja, diskusikan bersama kelompokmu:

Solusi apa yang dapat ditawarkan secara ilmiah untuk membantu mengurangi dampak pengasaman laut berdasarkan konsep larutan penyangga?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



## KESIMPULAN

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

