



## AKTIVITAS II

# INVESTIGASI PENGARUH EMISI CO<sub>2</sub> TERHADAP PENURUNAN PH AIR (OCEAN ACIDIFICATION)

### ANGGOTA KELOMPOK

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

### TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Peserta didik dapat menghitung konsentrasi ion [H<sup>+</sup>] dan nilai pH larutan asam.
2. Peserta didik dapat menganalisis korelasi peningkatan emisi gas CO<sub>2</sub> global dengan penurunan pH air laut (ocean acidification).

### ALUR KEGIATAN LKPD

#### 1. Orientasi Masalah

Peserta didik membaca artikel tentang peningkatan emisi CO<sub>2</sub> dan fenomena ocean acidification, kemudian mengidentifikasi hubungan emisi CO<sub>2</sub> dengan penurunan pH air laut melalui diskusi kelompok.

#### 2. Menganalisis Data

Peserta didik mengamati dan menganalisis data perubahan konsentrasi CO<sub>2</sub> atmosfer dan pH air laut untuk mengetahui hubungan keduanya.

#### 3. Menghitung Konsentrasi Ion H<sup>+</sup>

Peserta didik menghitung konsentrasi ion H<sup>+</sup> berdasarkan data pH air laut yang tersedia menggunakan persamaan:

$$[H^+] = 10^{-pH}$$

#### 4. Mencocokkan Konsep

Peserta didik mencocokkan konsep-konsep yang berkaitan dengan emisi CO<sub>2</sub>, pH, ion H<sup>+</sup>, dan ocean acidification.





#### 5. Diskusi SSI (Socio Scientific Issues)

Peserta didik mendiskusikan dampak pengasaman laut terhadap lingkungan dan kehidupan manusia serta solusi untuk mengurangi emisi karbon.

#### 6. Menyusun Produk Proyek

Peserta didik menyusun produk proyek berupa poster digital, infografis, presentasi, atau kampanye sederhana tentang ocean acidification dan upaya menjaga lingkungan.

#### 7. Menarik Kesimpulan dan Refleksi

Peserta didik menyusun kesimpulan hasil kegiatan serta menuliskan aksi nyata yang dapat dilakukan untuk membantu mengurangi emisi gas rumah kaca.

Pernahkah kalian mendengar berita tentang pemanasan global, meningkatnya suhu bumi, atau kerusakan terumbu karang? Salah satu penyebab utama permasalahan tersebut adalah meningkatnya emisi gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) akibat aktivitas manusia seperti penggunaan kendaraan bermotor, pembakaran bahan bakar fosil, dan aktivitas industri. Sebagian besar gas  $\text{CO}_2$  di atmosfer tidak hanya menyebabkan efek rumah kaca, tetapi juga larut ke dalam air laut. Akibatnya, terjadi perubahan kimia pada air laut yang menyebabkan pH laut menurun atau menjadi lebih asam.

Fenomena ini dikenal sebagai ocean acidification (pengasaman laut). Kondisi tersebut dapat mengganggu kehidupan organisme laut seperti karang, kerang, dan hewan laut lainnya. Melalui aktivitas praktikum ini, peserta didik akan mempelajari hubungan antara emisi  $\text{CO}_2$ , konsentrasi ion  $\text{H}^+$ , dan perubahan nilai pH sebagai salah satu dampak pencemaran lingkungan terhadap kehidupan di bumi.

### **Konsep pH dan Ion $\text{H}^+$**

Larutan asam mengandung ion hidrogen ( $\text{H}^+$ ). Semakin besar konsentrasi ion  $\text{H}^+$ , maka larutan semakin asam dan nilai pH semakin kecil. Hubungan antara pH dan konsentrasi ion  $\text{H}^+$  dinyatakan dengan persamaan:

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

Sedangkan untuk menentukan konsentrasi ion  $\text{H}^+$  dari nilai pH digunakan persamaan:

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

Contoh

Jika suatu larutan memiliki  $\text{pH} = 5$ , maka:

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

Artinya semakin kecil nilai pH maka konsentrasi ion  $\text{H}^+$  semakin besar.





## Emisi CO<sub>2</sub> dan Pemanasan Global

Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) merupakan salah satu gas rumah kaca yang jumlahnya terus meningkat akibat berbagai aktivitas manusia. Gas ini dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil seperti bensin, solar, batu bara, dan gas alam yang digunakan dalam kendaraan bermotor, pabrik, pembangkit listrik, serta kegiatan industri. Selain itu, pembakaran hutan dan penggunaan energi listrik secara berlebihan juga turut meningkatkan jumlah emisi CO<sub>2</sub> di atmosfer.

Meningkatnya konsentrasi CO<sub>2</sub> di atmosfer menyebabkan panas matahari terperangkap di bumi sehingga memicu terjadinya pemanasan global (global warming). Dampak dari pemanasan global dapat dirasakan melalui kenaikan suhu bumi, perubahan iklim, mencairnya es di kutub, serta meningkatnya frekuensi cuaca ekstrem. Tidak semua gas CO<sub>2</sub> tetap berada di atmosfer. Sebagian gas CO<sub>2</sub> diserap oleh laut melalui proses difusi antara udara dan permukaan air laut. Ketika CO<sub>2</sub> larut dalam air laut, gas tersebut bereaksi dengan air membentuk asam karbonat. Asam karbonat kemudian menghasilkan ion H<sup>+</sup> yang menyebabkan pH air laut menurun atau menjadi lebih asam. Fenomena ini dikenal sebagai ocean acidification (pengasaman laut).

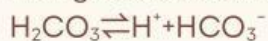
Pengasaman laut dapat memberikan dampak negatif terhadap organisme laut, terutama hewan yang memiliki cangkang atau kerangka dari kalsium karbonat seperti terumbu karang, kerang, dan beberapa jenis plankton. Jika kondisi ini terus terjadi, keseimbangan ekosistem laut dapat terganggu dan memengaruhi kehidupan manusia yang bergantung pada sumber daya laut.

### Proses Terjadinya Ocean Acidification

Laut memiliki peran penting dalam menyerap sebagian gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang ada di atmosfer. Proses ini sebenarnya membantu mengurangi jumlah CO<sub>2</sub> di udara. Namun, jika jumlah CO<sub>2</sub> yang diserap terlalu banyak, maka akan terjadi perubahan kimia pada air laut. Ketika gas CO<sub>2</sub> larut dalam air laut, CO<sub>2</sub> bereaksi dengan molekul air (H<sub>2</sub>O) membentuk asam karbonat (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>).



Asam karbonat yang terbentuk merupakan asam lemah yang dapat terurai menghasilkan ion H<sup>+</sup> dan ion bikarbonat (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>).



Bertambahnya jumlah ion H<sup>+</sup> menyebabkan pH air laut menurun sehingga air menjadi lebih asam. Fenomena menurunnya pH air laut akibat penyerapan gas CO<sub>2</sub> disebut ocean acidification atau pengasaman laut. Semakin tinggi emisi CO<sub>2</sub> di atmosfer, maka semakin banyak pula CO<sub>2</sub> yang dapat larut ke laut. Akibatnya, konsentrasi ion H<sup>+</sup> meningkat dan tingkat keasaman laut terus bertambah.





## Dampak Ocean Acidification

Pengasaman laut dapat memberikan berbagai dampak negatif terhadap organisme dan ekosistem laut. Banyak makhluk hidup laut memanfaatkan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) untuk membentuk cangkang dan kerangka tubuhnya. Kondisi laut yang semakin asam dapat menghambat proses pembentukan kalsium karbonat tersebut.

Beberapa dampak ocean acidification antara lain:

- menghambat pembentukan cangkang kerang dan karang
- menyebabkan kerusakan terumbu karang
- mengganggu keseimbangan rantai makanan laut
- menurunkan populasi biota laut tertentu
- mengurangi keanekaragaman hayati laut

Kerusakan ekosistem laut juga dapat berdampak pada kehidupan manusia, misalnya menurunnya hasil perikanan dan rusaknya ekosistem pesisir yang berfungsi melindungi pantai dari abrasi.

Jika kondisi ini terus terjadi dalam jangka panjang, keseimbangan ekosistem laut dapat terganggu dan memberikan dampak terhadap lingkungan maupun kehidupan manusia.

## Upaya Mengurangi Emisi $\text{CO}_2$

Peningkatan emisi  $\text{CO}_2$  yang terus terjadi perlu dikurangi agar dampak pemanasan global dan pengasaman laut tidak semakin parah. Upaya pengurangan emisi dapat dimulai dari tindakan sederhana dalam kehidupan sehari-hari.

Beberapa tindakan yang dapat dilakukan antara lain:

- menghemat penggunaan energi listrik
- menggunakan transportasi umum atau bersepeda
- menanam dan menjaga kelestarian pohon
- mengurangi pembakaran sampah
- menggunakan energi ramah lingkungan
- mengurangi penggunaan bahan bakar fosil

Tindakan sederhana tersebut dapat membantu menurunkan jumlah emisi gas rumah kaca di atmosfer sehingga dapat mengurangi risiko pemanasan global dan menjaga keseimbangan ekosistem laut bagi kehidupan di masa depan.





## Kegiatan 1: Orientasi Masalah



### Meningkatnya Emisi CO<sub>2</sub> dan Ancaman Pengasaman Laut

Dalam kehidupan sehari-hari, manusia banyak menggunakan kendaraan bermotor, listrik, dan berbagai produk industri yang memerlukan pembakaran bahan bakar fosil seperti bensin, solar, batu bara, dan gas alam. Aktivitas tersebut menghasilkan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang dilepaskan ke atmosfer dalam jumlah besar. Semakin meningkatnya aktivitas manusia menyebabkan jumlah emisi CO<sub>2</sub> di atmosfer terus bertambah dari tahun ke tahun. Peningkatan kadar CO<sub>2</sub> di atmosfer menjadi salah satu penyebab utama terjadinya pemanasan global (global warming). Namun, dampak emisi CO<sub>2</sub> tidak hanya dirasakan di daratan dan atmosfer. Sebagian gas CO<sub>2</sub> yang ada di udara juga diserap oleh laut melalui permukaan air laut.

Ketika CO<sub>2</sub> larut dalam air laut, terjadi reaksi kimia yang menghasilkan ion H<sup>+</sup> sehingga pH air laut menurun dan air menjadi lebih asam. Fenomena tersebut dikenal sebagai ocean acidification atau pengasaman laut.

Pengasaman laut dapat memberikan dampak negatif bagi organisme laut, terutama hewan yang memiliki cangkang atau kerangka dari kalsium karbonat seperti terumbu karang, kerang, dan plankton laut tertentu. Jika kondisi ini terus terjadi, keseimbangan ekosistem laut dapat terganggu dan berdampak pada kehidupan manusia yang bergantung pada sumber daya laut.





Setelah membaca artikel tentang peningkatan emisi CO<sub>2</sub> dan fenomena ocean acidification, kemudian mengidentifikasi hubungan emisi CO<sub>2</sub> dengan penurunan pH air laut melalui diskusi kelompok.

1. Jelaskan proses terjadinya ocean acidification akibat peningkatan emisi gas CO<sub>2</sub> di atmosfer serta hubungannya dengan pembentukan ion H<sup>+</sup> dan penurunan pH air laut!

2. Analisis dampak pengasaman laut (ocean acidification) terhadap organisme laut dan keseimbangan ekosistem, serta jelaskan alasan mengapa fenomena tersebut perlu mendapat perhatian!

### Kegiatan 2: Menganalisis Data

Perhatikan data perubahan pH air laut berikut!

Tahun	Konsentrasi CO <sub>2</sub> Atmosfer (ppm)	pH Air Laut
1990	354	8,11
2000	369	8,08
2010	390	8,05
2020	414	8,01





### Pertanyaan

1. Bagaimana hubungan peningkatan  $\text{CO}_2$  dengan perubahan pH air laut?

2. Apa yang terjadi pada tingkat keasaman laut?

### Kegiatan 3: Menghitung Konsentrasi Ion $\text{H}^+$

Hitung konsentrasi ion  $\text{H}^+$  berdasarkan data pH berikut!

NO	pH Air Laut	$[\text{H}^+]$
1	8,11	
2	8,08	
3	8,05	
4	8,01	

Gunakan persamaan berikut:

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





### Kegiatan 4: Mencocokkan Konsep

Pasangkan pernyataan berikut dengan jawaban yang tepat!

#### Pernyataan

1. Gas rumah kaca utama penyebab pemanasan global
2. Semakin besar konsentrasi ion  $H^+$  maka
3. Penurunan pH air laut disebut
4. Dampak pengasaman laut

#### Jawaban

- a. pH menurun
- b. Ocean acidification
- c.  $CO_2$
- d. kerusakan terumbu karang

### Kegiatan 5: Diskusi Socio Scientific Issues

Diskusikan pertanyaan berikut bersama kelompokmu!

1. Mengapa aktivitas manusia dapat meningkatkan emisi  $CO_2$ ?

2. Bagaimana pengaruh pengasaman laut terhadap keseimbangan ekosistem?

3. Mengapa terumbu karang rentan terhadap penurunan pH laut?

4. Apa dampak pengasaman laut bagi kehidupan manusia?





5. Solusi apa yang dapat dilakukan untuk membantu mengurangi emisi karbon?

### Kegiatan 6: Produk Proyek

Buatlah salah satu produk berikut secara berkelompok:

- Poster digital tentang ocean acidification
- Infografis hubungan emisi CO<sub>2</sub> dan pH laut
- Presentasi hasil analisis data
- Kampanye sederhana peduli lingkungan

### Kegiatan 7: Refleksi dan Aksi peduli Lingkungan

Tuliskan aksi nyata yang dapat kamu lakukan untuk membantu mengurangi emisi gas rumah kaca di lingkungan sekitar!





## LATIHAN SOAL MANDIRI

### Pilihan Ganda

Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Menurut teori Arrhenius, asam adalah zat yang dapat ....
  - a. menerima proton
  - b. menghasilkan ion  $\text{OH}^-$  dalam air
  - c. menghasilkan ion  $\text{H}^+$  dalam air
  - d. menerima pasangan elektron
2. Berikut yang termasuk basa menurut teori Arrhenius adalah ....
  - a.  $\text{HCl}$
  - b.  $\text{H}_2\text{SO}_4$
  - c.  $\text{NaOH}$
  - d.  $\text{CO}_2$
3. Menurut teori Brønsted-Lowry, basa merupakan zat yang ....
  - a. menghasilkan ion  $\text{H}^+$
  - b. menerima proton
  - c. menghasilkan ion  $\text{OH}^-$
  - d. menerima pasangan elektron
4. Menurut teori Lewis, asam adalah zat yang ....
  - a. menghasilkan proton
  - b. menerima pasangan elektron
  - c. menghasilkan ion  $\text{OH}^-$
  - d. memberikan pasangan elektron
5. Gas polutan yang paling berperan dalam pembentukan hujan asam adalah ....
  - a.  $\text{O}_2$  dan  $\text{H}_2$
  - b.  $\text{N}_2$  dan  $\text{O}_2$
  - c.  $\text{SO}_2$  dan  $\text{NO}_2$
  - d. He dan Ne
6. Ketika gas sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ) bereaksi dengan air di atmosfer, akan terbentuk ....
  - a. asam karbonat
  - b. asam sulfit
  - c. natrium klorida
  - d. amonia
7. Semakin besar konsentrasi ion  $\text{H}^+$  pada suatu larutan, maka nilai pH larutan akan ....
  - a. meningkat
  - b. tetap
  - c. menurun
  - d. netral





8. Perhatikan persamaan berikut!

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

Jika konsentrasi ion  $\text{H}^+$  suatu larutan adalah  $1 \times 10^{-4}$  M, maka pH larutan tersebut adalah ....

- 2
  - 3
  - 4
  - 5
9. Berikut yang merupakan dampak hujan asam adalah ....
- meningkatkan kesuburan tanah
  - rusaknya bangunan dan tumbuhan
  - meningkatkan kualitas air sungai
  - mempercepat pertumbuhan tanaman
10. Salah satu upaya untuk mengurangi pencemaran udara dan hujan asam adalah ....
- membakar sampah setiap hari
  - meningkatkan penggunaan kendaraan pribadi
  - menggunakan energi ramah lingkungan
  - menebang hutan secara besar-besaran





## DAFTAR PUSTAKA

Brady, James E. 2012. Kimia Universitas Asas dan Struktur. Jakarta: Binarupa Aksara.

Chang, Raymond. 2005. Kimia Dasar: Konsep-Konsep Inti. Jakarta: Erlangga.

National Aeronautics and Space Administration. 2023. Perubahan Iklim Global dan Dampaknya terhadap Lingkungan.

National Oceanic and Atmospheric Administration. 2023. Pengasaman Laut (Ocean Acidification).

United States Environmental Protection Agency. 2023. Indikator Perubahan Iklim: Keasaman Laut.

