

SEKOLAH MENENGAH ATAS

KELAS 11

# LEMBAR KERJA

# PESERTA DIDIK

ASAM BASA BERBASIS SOCIO-  
SCIENTIFIC ISSUE (SSI)



**NAMA ANGGOTA KELOMPOK:**

1. ....

2. ....

3. ....

4. ....

5. ....



**DAFTAR ISI**  
**TUJUAN PEMBELAJARAN**  
**IDENTITAS LKPD**  
**AKTIVITAS I TEORI ASAM BASA DAN**  
**FENOMENA ALAM**

Kegiatan 1: Orientasi Masalah

Kegiatan 2: Organisasi Belajar

Kegiatan 3: Investigasi Kelompok

Kegiatan 4: Presentasi Hasil

Kegiatan 5: Analisis & Evaluasi

**AKTIVITAS I TEORI ASAM BASA DAN**  
**FENOMENA ALAM**





# TUJUAN PEMBELAJARAN

## CAPAIAN PEMBELAJARAN

Peserta didik mampu mengamati, menyelidiki, dan menjelaskan fenomena sehari-hari yang berkaitan dengan konsep asam-basa; menghitung derajat keasaman (pH) larutan; serta mengevaluasi isu-isu sosial-sains terkait pencemaran asam-basa di lingkungan untuk merancang solusi mitigasi yang tepat.

## TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Peserta didik dapat membedakan teori asam-basa (Arrhenius, Bronsted-Lowry, dan Lewis).
2. Peserta didik dapat mengidentifikasi pembentukan senyawa asam dari gas polutan industri udara.
3. Peserta didik dapat menghitung konsentrasi ion  $[H^+]$  dan nilai pH larutan asam
4. Peserta didik dapat menganalisis korelasi peningkatan emisi gas  $CO_2$  global dengan penurunan pH air laut (ocean acidification).





# IDENTITAS LKPD

## A. Identitas LKPD

Judul LKPD	: Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)
Penyusun	: Nita Adinia Pramestika
Dosen	: Lenni Khotimah Harahap M.Pd.
Materi	: Asam Basa
Kelas/ Semester	: XI/Genap
Tahun Ajaran	: 2025/2026
Waktu	: 9 x 45 menit

## B. Petunjuk Penggunaan LKPD

Perhatikan petunjuk penggunaan LKPD berikut ini:

1. Mulailah dengan berdoa
2. Bentuklah kelompok yang terdiri dari maksimal 5 orang
3. Tuliskan nama anggota kelompok
4. Pahami masalah dan ikuti langkah-langkah penyelesaian masalah
5. Setiap kelompok melakukan presentasi terkait hasil diskusi dan membuat kesimpulan





# AKTIVITAS I

## TEORI ASAM BASA DAN FENOMENA ALAM

### ANGGOTA KELOMPOK

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

### TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Peserta didik dapat membedakan teori asam-basa (Arrhenius, Bronsted-Lowry, dan Lewis).
2. Peserta didik dapat mengidentifikasi pembentukan senyawa asam dari gas polutan industri udara.

### ALUR KEGIATAN LKPD

Alur kegiatan pada LKPD ini dilaksanakan menggunakan model pembelajaran Project Based Learning (PjBL). Tahapan kegiatan pembelajaran yang dilakukan sebagai berikut:

#### 1. Orientasi Masalah

Peserta didik diharapkan mampu mengamati, menganalisis, dan mengidentifikasi permasalahan yang berkaitan dengan fenomena kehidupan sehari-hari yang telah disajikan melalui gambar, artikel, maupun video edukatif.

#### 2. Organisasi Belajar

Peserta didik berdiskusi bersama kelompok untuk menentukan rumusan masalah, merancang proyek, serta menyusun langkah kerja berdasarkan fenomena yang telah diamati.





### 3. Investigasi Kelompok

Peserta didik melakukan penyelidikan dan kegiatan proyek secara berkelompok untuk menjawab pertanyaan yang tersedia, mengumpulkan data, serta menyelesaikan proyek yang telah direncanakan.

### 4. Presentasi Hasil Proyek

Peserta didik mempresentasikan hasil proyek dan hasil diskusi kelompok di depan guru serta peserta didik lainnya untuk memperoleh masukan dan tanggapan.

### 5. Evaluasi dan Refleksi

Peserta didik melakukan evaluasi terhadap hasil proyek dengan mengisi kolom jawaban dan menyusun kesimpulan berdasarkan kegiatan yang telah dilakukan. Selanjutnya, peserta didik memindai barcode dan mengisi formulir yang tersedia sebagai bentuk refleksi diri setelah mengikuti proses pembelajaran.

Perkembangan industri dan aktivitas manusia yang semakin meningkat memberikan banyak manfaat dalam kehidupan sehari-hari. Namun, di sisi lain aktivitas tersebut juga dapat menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan, seperti pencemaran udara akibat asap kendaraan dan limbah gas industri. Gas-gas polutan yang dilepaskan ke udara dapat bereaksi dengan uap air di atmosfer sehingga membentuk senyawa asam yang menyebabkan terjadinya hujan asam. Fenomena ini dapat berdampak pada kerusakan tumbuhan, korosi bangunan, hingga menurunnya kualitas air dan tanah.

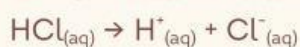
Fenomena tersebut berkaitan erat dengan konsep asam dan basa dalam ilmu kimia. Asam dan basa merupakan senyawa kimia yang banyak ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Zat asam umumnya memiliki rasa masam, sedangkan basa terasa pahit dan licin. Konsep asam-basa berkembang dari waktu ke waktu sehingga muncul beberapa teori yang menjelaskan sifat asam dan basa, yaitu teori Arrhenius, Brønsted-Lowry, dan Lewis.

## Teori Asam Basa

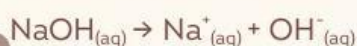
### 1. Teori Asam Basa Arrhenius

Menurut Svante Arrhenius: Asam adalah zat yang menghasilkan ion  $H^+$  ketika dilarutkan dalam air, sedangkan Basa adalah zat yang menghasilkan ion  $OH^-$  ketika dilarutkan dalam air.

Contoh Reaksi Asam



Contoh Reaksi Basa





## 2. Teori Asam Basa Bronsted Lowry

Menurut Johannes Nicolaus Bronsted dan Thomas Martin Lowry: Asam adalah donor proton ( $H^+$ ), sedangkan Basa adalah akseptor proton ( $H^+$ ).

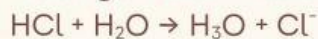
Contoh Reaksi:



Pada reaksi tersebut:

- $H_2O$  memberikan proton  $\rightarrow$  bertindak sebagai asam.
- $NH_3$  menerima proton  $\rightarrow$  bertindak sebagai basa.

Pasangan Asam Basa Konjugasi



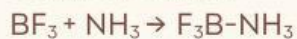
$HCl$  = Asam

$Cl^-$  = basa konjugasi

## 3. Teori Asam Basa Lewis

Menurut Gilbert N. Lewis: Asam adalah penerima pasangan elektron sedangkan Basa adalah pemberi pasangan elektron.

Contoh Reaksi:



- $BF_3$  menerima pasangan elektron  $\rightarrow$  asam Lewis.
- $NH_3$  memberikan pasangan elektron  $\rightarrow$  basa Lewis.

## Fenomena Alam: Pencemaran Udara dan Hujan Asam

Perkembangan industri, meningkatnya jumlah kendaraan bermotor, serta penggunaan bahan bakar fosil secara terus-menerus menyebabkan meningkatnya pencemaran udara. Aktivitas tersebut menghasilkan berbagai gas polutan yang dilepaskan ke atmosfer. Gas-gas polutan utama yang berperan dalam pembentukan hujan asam antara lain sulfur dioksida ( $SO_2$ ), nitrogen dioksida ( $NO_2$ ), dan karbon dioksida ( $CO_2$ ). Gas-gas tersebut berasal dari pembakaran batu bara, minyak bumi, asap pabrik, serta emisi kendaraan bermotor. Ketika berada di atmosfer, gas polutan akan bereaksi dengan uap air dan oksigen sehingga membentuk senyawa asam. Senyawa asam tersebut kemudian turun bersama air hujan dan menyebabkan terjadinya hujan asam. Hujan asam merupakan hujan yang memiliki tingkat keasaman (pH) lebih rendah dari hujan normal. Jika hujan normal memiliki pH sekitar 5,6, maka hujan asam memiliki pH di bawah nilai tersebut. Fenomena ini dapat memberikan dampak buruk bagi lingkungan maupun kehidupan makhluk hidup.

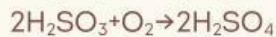
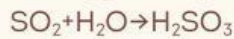




## 1. Pembentukan Asam Sulfat dari Gas Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>)

Gas sulfur dioksida banyak dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil, terutama batu bara dan minyak bumi pada kegiatan industri maupun pembangkit listrik. Ketika gas sulfur dioksida bercampur dengan uap air di atmosfer, akan terbentuk asam sulfat.

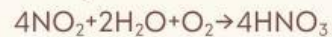
Asam sulfat yang terbentuk kemudian mengalami oksidasi oleh oksigen di udara sehingga menghasilkan asam sulfat.



Asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) merupakan salah satu penyebab utama hujan asam karena memiliki sifat sangat asam dan dapat merusak lingkungan

## 2. Pembentukan Asam Nitrat dari Gas Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>)

Gas nitrogen dioksida umumnya dihasilkan dari asap kendaraan bermotor, pembakaran bahan bakar pada mesin, serta aktivitas industri. Di atmosfer, gas nitrogen dioksida akan bereaksi dengan air dan oksigen membentuk asam nitrat.



Asam nitrat (HNO<sub>3</sub>) yang terbentuk kemudian larut dalam air hujan dan menyebabkan air hujan menjadi lebih asam.

## Dampak Hujan Asam terhadap Lingkungan

Hujan asam dapat memberikan berbagai dampak negatif terhadap lingkungan, makhluk hidup, maupun bangunan di sekitar manusia. Dampak tersebut dapat terjadi secara perlahan tetapi terus-menerus apabila pencemaran udara tidak dikendalikan.

### 1. Kerusakan Tumbuhan

Air hujan yang terlalu asam dapat merusak jaringan daun dan menghambat proses fotosintesis. Akibatnya, pertumbuhan tanaman menjadi terganggu, daun mudah menguning, dan tanaman dapat mati.

### 2. Korosi pada Bangunan dan Logam

Hujan asam dapat mempercepat proses korosi pada besi, baja, dan berbagai bahan logam lainnya. Selain itu, bangunan bersejarah, jembatan, patung, dan dinding bangunan juga dapat mengalami kerusakan akibat reaksi asam dengan material bangunan.

### 3. Pencemaran Air dan Tanah

Air hujan yang bersifat asam dapat menurunkan pH tanah dan perairan. Kondisi tersebut menyebabkan unsur hara dalam tanah berkurang sehingga kesuburan tanah menurun. Pada perairan, perubahan pH dapat mengganggu kehidupan organisme air seperti ikan dan plankton.





#### **4. Gangguan Ekosistem Perairan**

Jika air sungai atau danau menjadi terlalu asam, banyak organisme air yang tidak mampu bertahan hidup. Hal ini dapat menyebabkan terganggunya rantai makanan dan keseimbangan ekosistem.

Selain itu, hujan asam juga dapat memengaruhi kesehatan manusia, terutama gangguan pada sistem pernapasan akibat paparan gas polutan di udara.

#### **Upaya Mengurangi Pencemaran Udara**

Untuk mengurangi terjadinya hujan asam, diperlukan berbagai upaya dalam mengurangi pencemaran udara. Upaya tersebut dapat dilakukan oleh pemerintah, industri, maupun masyarakat.

##### **1. Mengurangi Penggunaan Bahan Bakar Fosil**

Penggunaan batu bara dan minyak bumi secara berlebihan dapat meningkatkan jumlah gas polutan di udara. Oleh karena itu, penggunaan bahan bakar fosil perlu dikurangi secara bertahap.

##### **2. Menggunakan Energi Ramah Lingkungan**

Pemanfaatan energi alternatif seperti energi matahari, angin, dan air dapat membantu mengurangi pencemaran udara karena menghasilkan emisi gas yang lebih sedikit.

##### **3. Memasang Penyaring Asap pada Cerobong Industri**

Industri dapat memasang alat penyaring atau pengendali emisi pada cerobong asap untuk mengurangi pelepasan gas sulfur dioksida dan nitrogen dioksida ke atmosfer.

##### **4. Menanam Pohon dan Melakukan Penghijauan**

Tumbuhan dapat membantu menyerap karbon dioksida dan beberapa zat pencemar udara sehingga kualitas udara menjadi lebih baik. Oleh karena itu, penghijauan sangat penting dilakukan.

##### **5. Mengurangi Penggunaan Kendaraan Bermotor**

Penggunaan kendaraan bermotor secara berlebihan dapat meningkatkan emisi gas pencemar. Masyarakat dapat menggunakan transportasi umum, bersepeda, atau berjalan kaki untuk membantu mengurangi polusi udara.

Dengan melakukan berbagai upaya tersebut, pencemaran udara dapat dikurangi sehingga dampak hujan asam terhadap lingkungan juga dapat diminimalkan.





## Kegiatan 1: Orientasi Masalah



### Pencemaran Udara dan Fenomena Hujan Asam di Lingkungan Sekitar

Perkembangan industri dan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor di Indonesia memberikan dampak besar terhadap kehidupan masyarakat. Aktivitas industri membantu memenuhi kebutuhan manusia dan membuka lapangan pekerjaan, sedangkan kendaraan bermotor mempermudah mobilitas masyarakat. Namun, di balik manfaat tersebut, muncul permasalahan lingkungan berupa pencemaran udara yang semakin meningkat. Pencemaran udara terjadi akibat pelepasan gas-gas polutan dari asap kendaraan, pembakaran bahan bakar fosil, serta limbah gas industri. Gas polutan utama yang banyak mencemari udara yaitu sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ) dan nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ). Gas-gas tersebut dapat bereaksi dengan uap air di atmosfer dan membentuk senyawa asam yang berpotensi menyebabkan hujan asam.

Kota Semarang sebagai salah satu kota industri dan pusat transportasi di Jawa Tengah juga menghadapi permasalahan pencemaran udara. Pertumbuhan kawasan industri, aktivitas transportasi, dan urbanisasi menyebabkan meningkatnya emisi gas pencemar di udara. Penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi gas  $\text{SO}_2$  dan  $\text{NO}_2$  di beberapa wilayah Kota Semarang cenderung lebih tinggi, terutama di wilayah bagian utara yang padat aktivitas industri dan transportasi.





Selain itu, peningkatan jumlah kendaraan bermotor di Kota Semarang juga berkontribusi terhadap penurunan kualitas udara. Asap kendaraan menghasilkan berbagai zat pencemar yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan. Fenomena pencemaran udara ini dapat menimbulkan berbagai dampak, seperti gangguan kesehatan, kerusakan tumbuhan, korosi bangunan, serta menurunnya kualitas air dan tanah akibat hujan asam. Jika kondisi tersebut terus terjadi, keseimbangan lingkungan dapat terganggu dan berdampak pada kehidupan makhluk hidup.

### **Kegiatan 2: Organisasi Belajar**

Setelah membaca artikel dan mengamati gambar yang disajikan pada kegiatan orientasi masalah, peserta didik membentuk kelompok belajar yang terdiri dari 4-5 orang. Selanjutnya, peserta didik bersama kelompok masing-masing mendiskusikan fenomena pencemaran udara dan hujan asam yang telah diamati untuk menentukan rumusan masalah yang berkaitan dengan teori asam-basa serta pembentukan senyawa asam dari gas polutan industri. Hasil diskusi kelompok kemudian dituliskan pada kolom jawaban yang telah disediakan.

Rumusan Masalah:

### **Kegiatan 3: Investigasi Kelompok**

Kegiatan 3 pada LKPD ini peserta didik melakukan penyelidikan secara berkelompok dengan mencari informasi, menganalisis materi, serta menemukan penjelasan dan solusi dari rumusan masalah yang telah ditentukan terkait teori asam-basa dan fenomena hujan asam akibat pencemaran udara. Selanjutnya, peserta didik menjawab pertanyaan-pertanyaan yang telah disediakan berdasarkan hasil diskusi dan kajian kelompok.





1. Mengapa gas hasil pembakaran kendaraan bermotor dan aktivitas industri dapat menyebabkan terjadinya hujan asam? Jelaskan proses pembentukan senyawa asam dari gas polutan seperti sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ) dan nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ) di atmosfer!

2. Bagaimana hubungan teori asam-basa Arrhenius, Brønsted-Lowry, dan Lewis dengan fenomena pencemaran udara dan pembentukan hujan asam? Jelaskan berdasarkan konsep asam dan basa pada masing-masing teori!

3. Apa saja dampak yang ditimbulkan oleh hujan asam terhadap lingkungan, makhluk hidup, bangunan, serta kesehatan manusia? Berikan penjelasan disertai contoh yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari!

4. Mengapa kawasan industri dan daerah dengan jumlah kendaraan bermotor yang tinggi lebih berpotensi mengalami pencemaran udara dibandingkan daerah lainnya?





5. Bagaimana pengaruh hujan asam terhadap kesuburan tanah dan keseimbangan ekosistem perairan?

6. Menurut pendapat kalian, bagaimana peran masyarakat, pemerintah, dan industri dalam mengurangi pencemaran udara yang dapat menyebabkan hujan asam?

7. Upaya apa saja yang dapat dilakukan di lingkungan sekolah, rumah, maupun masyarakat untuk mengurangi pencemaran udara dan mencegah terjadinya hujan asam

### **Kegiatan 4: Presentasi Hasil**

Setelah melakukan investigasi kelompok pada Kegiatan 3, selanjutnya pada Kegiatan 4 LKPD ini peserta didik mempresentasikan hasil diskusi dan penyelidikan kelompok secara bergantian di depan kelas. Setiap kelompok menjelaskan hasil analisis mengenai teori asam-basa serta hubungan pencemaran udara dengan pembentukan hujan asam. Peserta didik dari kelompok lain memberikan tanggapan.





Pernyataan maupun saran terhadap hasil presentasi yang disampaikan. Selanjutnya, peserta didik bersama anggota kelompok berdiskusi untuk menjawab pertanyaan dari guru maupun kelompok lain sehingga terjadi proses tukar pendapat dan penguatan pemahaman materi.

### **Kegiatan 5: Analisis & Evaluasi**

Kegiatan 5 pada LKPD ini peserta didik melakukan analisis dan evaluasi terhadap hasil investigasi kelompok serta menelaah kembali jawaban dari pertanyaan-pertanyaan yang diajukan oleh guru maupun peserta didik dari kelompok lain selama kegiatan presentasi berlangsung. Selanjutnya, peserta didik bersama kelompok menyusun kesimpulan berdasarkan hasil diskusi mengenai teori asam-basa dan fenomena hujan asam akibat pencemaran udara.

Sebagai tahap akhir pembelajaran, peserta didik melakukan refleksi diri untuk mengevaluasi pemahaman, pengalaman belajar, dan kerja sama kelompok

1. Setelah mempresentasikan hasil investigasi kelompok serta melakukan analisis dan evaluasi terhadap pertanyaan yang diajukan oleh guru maupun kelompok lain, tuliskan kesimpulan yang kalian peroleh mengenai teori asam-basa dan fenomena hujan asam pada kolom yang telah disediakan!

2. Tuliskan pendapatmu mengenai dampak pencemaran udara dan hujan asam terhadap lingkungan di sekitar!





3. Tuliskan aksi peduli lingkungan yang akan kamu lakukan untuk membantu mengurangi pencemaran udara! Jelaskan hubungan tindakan tersebut dengan upaya mengurangi gas polutan penyebab hujan asam!

