LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA 5

PENCEMARAN UDARA

LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM) KIMIA LINGKUNGAN DENGAN STRATEGI PEMBELAJARAN COLLABORATIVE PROBLEM SOLVING YANG MENGINTEGRASIKAN SOCIOSCIENTIFIC ISSUE

IDENTITAS

Kelompok :

Anggota

1.
2.
3.
4.





LIVEWORKSHEETS

LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM) KIMIA LINGKUNGAN DENGAN STRATEGI PEMBELAJARAN *COLLABORATIVE PROBLEM SOLVING* YANG MENGINTEGRASIKAN *SOCIOSCIENTIFIC ISSUE*

A. Tujuan Lembar Kegiatan

Lembar kegiatan ini dirancang untuk membantu mahasiswa dalam memahami dan menerapkan konsep kimia lingkungan melalui strategi *Collaborative Problem Solving*. Mahasiswa akan bekerja dalam kelompok untuk menganalisis, mendiskusikan, dan menyelesaikan permasalahan lingkungan yang relevan dengan ilmu kimia lingkungan.

B. Petunjuk Pengerjaan

1. Pembentukan Kelompok
   a. Mahasiswa akan dibagi menjadi beberapa kelompok kecil (5-6 orang per kelompok).
   b. Setiap kelompok akan diberikan isu sosiosaintifik yang berkaitan dengan kimia lingkungan untuk dianalisis.
   c. Setiap anggota kelompok diharapkan berkontribusi secara aktif dalam diskusi dan penyelesaian masalah.
2. Seluruh aktivitas mahasiswa dalam memecahkan permasalahan dilakukan secara berkelompok dan mengikuti pada tahapan sebagai berikut.
   a. Representasi Permasalahan SSI
      Di dalam lembar kegiatan mahasiswa dipaparkan wacana *socioscientific issue.* Pada tahap ini, mahasiswa berkolaborasi dalam kelompok untuk dapat mendefinisikan masalah dalam wacana tersebut.
   b. Penentuan Peran dan Tanggung Jawab Anggota Kelompok
      Mahasiswa menetapkan peran yang diperlukan untuk memecahkan permasalahan dan menentukan anggota kelompok yang bertanggung jawab atas peran tersebut.
   c. Penentuan Solusi Permasalahan
      Selanjutnya, mahasiswa berkolaborasi untuk menyusun pemecahan masalah sesuai permasalahan yang teridentifikasi.
   d. Penyusunan Justifikasi
      Pada tahap ini, mahasiswa berkolaborasi untuk menyusun justifikasi atas solusi permasalahan yang telah disusun.
   e. Evaluasi Solusi SSI
      Selanjutnya, mahasiswa mengevaluasi solusi permasalahan yang telah disusun melalui kolaborasi dengan anggota kelompok.
3. Setelah selesai mengerjakan lembar kegiatan, mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi, menyimpulkan materi pembelajaran, dan diminta untuk melakukan refleksi mengenai proses pembelajaran yang telah mereka lalui.

LIVEWORKSHEETS

Kegiatan Pembelajaran 8
PENCEMARAN UDARA

TUJUAN PEMBELAJARAN

CPMK
Mampu menganalisis terjadinya pencemaran udara, air dan tanah serta mengetahui cara penanggulangannya.

Sub CPMK 3
Mahasiswa mampu menganalisis sifat kimia atmosfer, kualitas udara, serta pencemaran udara dan penyebabnya.

Indikator
3.3 Menganalisis penyebab pencemaran udara
3.4 Menyusun pemecahan masalah pemicu polusi udara

Kemampuan Akhir yang Diharapkan:
Melalui implementasi strategi pembelajaran CPS yang mengintegrasikan SSI, mahasiswa mampu menganalisis dan memecahkan permasalahan penyebab pencemaran udara.

MATERI PEMBELAJARAN

PENCEMARAN UDARA

Pencemaran udara merupakan salah satu kerusakan lingkungan, berupa penurunan kualitas udara karena masuknya unsur-unsur berbahaya ke dalam udara atau atmosfer bumi. Unsur-unsur berbahaya yang masuk ke dalam atmosfer tersebut bisa berupa karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO_2), klorofluorokarbon (CFC), sulfur dioksida (SO_2), hidrokarbon (HC), benda partikulat, timah (Pb), dan karbon dioksida (CO_2). Unsur-unsur tersebut bisa disebut juga sebagai polutan atau jenis-jenis bahan pencemar udara. Dalam topik ini akan dibahas tentang polutan gas di udara.

Masuknya polutan ke dalam atmosfer yang menjadikan terjadinya pencemaran udara bisa disebabkan dua faktor, yaitu faktor alam dan faktor manusia. Penyebab pencemaran udara dari faktor adalah alam contohnya adalah aktifitas gunung berapi yang mengeluarkan abu dan gas vulkanik, kebakaran hutan, dan kegiatan mikroorganisme. Polutan yang dihasilkan biasanya berupa asap, debu, dan gas. Penyebab polusi udara yang kedua adalah faktor manusia dengan segala aktifitasnya. Berbagai kegiatan manusia yang dapat menghasilkan polutan antara lain:

1. Pembakaran; misalnya pembakaran sampah, pembakaran pada kegiatan rumah tangga, kendaraan bermotor, dan kegiatan industri. Polutan yang dihasilkan antara lain asap, dan gas (CO dan NO).
2. Proses peleburan; misalnya proses peleburan baja, pembuatan soda, semen, keramik, aspal.

LIVEWORKSHEETS

3. Proses pengolahan dan pemanasan; Semisal proses pengolahan makanan, daging, ikan, dan penyamakan. Pembuangan limbah; baik limbah industri maupun limbah rumah tangga. Polutannya adalah gas H_2S yang menimbulkan bau busuk.
4. Proses kimia; misalnya pada pemurnian minyak bumi, pengolahan mineral, dan pembuatan keris.
5. Proses pembangunan; misalnya pembangunan gedung-gedung, jalan dan kegiatan yang semacamnya.
6. Proses percobaan atom atau nuklir; Polutan yang dihasilkan terutama adalah gas.

Sumber-sumber pencemaran udara dapat digolongkan menjadi dua, yaitu sumber bergerak dan sumber tidak bergerak. Yang termasuk dalam sumber bergerak antara lain adalah transportasi dan yang termasuk dalam sumber tidak bergerak adalah industri. Berdasarkan pada sumber pencemaran udara baik bergerak maupun tidak bergerak, maka dapat digolongkan jenis-jenis polutan udara yaitu:

- **Polutan Primer**, yang tergolong dalam polutan primer diantaranya adalah: a.Karbon monoksida, b.Oksida-oksida sulfur, c.Oksida-oksida nitrogen, d.*Volatile Organic Compounds* (senyawa-senyawa organik yang mudah menguap),
- **Polutan Sekunder**, yang tergolong dalam polutan sekunder adalah: a. Ozon dan b. Timbal

Berikut penjelasan mengenai beberapa polutan di udara:

- Ozon: Meskipun ozon penting sebagai gas penyaring radiasi ultraviolet di stratosfer, seperti disebutkan di atas, ozon berbahaya di permukaan tanah karena dapat menyebabkan stres pernapasan pada manusia dan kerusakan pada tanaman. Keberadaan ozon di troposfer dikaitkan dengan fenomena polusi udara berupa kabut asap fotokimia yang terbentuk saat sinar matahari mengenai massa udara basi yang terkontaminasi nitrogen oksida dan hidrokarbon reaktif.
- Partikel: Terdiri dari partikel-partikel sangat kecil yang tersuspensi di atmosfer, partikel dapat berupa polutan udara primer yang dipancarkan langsung ke atmosfer (misalnya, partikel asap karbon yang dipancarkan oleh knalpot mesin diesel) atau polutan udara sekunder (misalnya, produk akhir dari kabut asap fotokimia). Menghirup partikel dapat merusak sistem pernapasan dan membawa zat-zat beracun seperti timbal atau hidrokarbon aromatik polisiklik yang bersifat karsinogenik ke dalam paru-paru. Partikel di atmosfer mengaburkan visibilitas dan menyebabkan lebih sedikit sinar matahari yang mencapai permukaan tanah.
- Karbon monoksida: Karbon monoksida, CO, dipancarkan dari pembakaran yang tidak sempurna, terutama pada mesin pembakaran internal, dan mengikat hemoglobin darah, sehingga mengurangi kemampuan darah untuk membawa oksigen ke jaringan.
- Sulfur dioksida: Sulfur dioksida, SO_2, dilepaskan ke atmosfer dari hasil pembakaran bahan bakar yang mengandung sulfur. Sulfur dioksida dapat memperburuk kondisi asma pada manusia dan dapat menjadi racun bagi tanaman. Sulfur dioksida teroksidasi di atmosfer menjadi H_2SO_4, kontributor utama hujan asam.

LIVEWORKSHEETS

- Nitrogen oksida: Nitrogen oksida yang dianggap sebagai polutan udara terdiri dari NO dan NO_2, yang secara kolektif disebut sebagai NOx. Nitrogen oksida dapat menimbulkan efek racun langsung pada manusia dan tanaman dan, jika teroksidasi di atmosfer menjadi asam nitrat, HNO_3, dapat menyebabkan terbentuknya hujan asam.
- Timbal: Sebagai logam berat beracun yang paling banyak tersebar, timbal partikulat dapat menjadi masalah kesehatan yang serius. Logam berat lain yang perlu diperhatikan adalah merkuri yang dikeluarkan oleh pembakaran batu bara; emisi semacam itu kini diatur di beberapa negara.

Jenis polutan dapat dibagi berdasarkan struktur kimia sebagai berikut:

a. ***Partikel***: debu,abu dan logam, seperti Pb, nikel, kadmium dan berilium.
b. ***Gas anorganik*** seperti NO, CO, SO_2, amonia, dan hidrogen.
c. ***Gas organik*** seperti hidrokarbon, benzen, etilen, asetilen, aldehid, keton, alkohol, dan asam-asam organik.

AKTIVITAS PEMECAHAN MASALAH KOLABORATIF

Seluruh aktivitas mahasiswa dalam memecahkan permasalahan dilakukan secara berkelompok dan didasarkan pada tahapan yang meliputi: a) merepresentasi permaslahan SSI, b) pembagian peran dan tugas, c) penentuan solusi permasalahan SSI, d) penyusunan justifikasi, dan e) evaluasi solusi permasalahan SSI.

Bacalah wacana socioscientific issue di bawah ini dan jawablah pertanyaan yang diberikan.

Pelajaran Pahit! Riau Pernah 'Lumpuh' Karena Polusi Udara

Jakarta, CNBC Indonesia - Polusi Jakarta dan sekitarnya masih menjadi perbincangan hangat di Tanah Air tentu menyita pikiran masyarakat apa yang sudah pernah dilakukan pemerintah? Pasalnya, persoalan polusi ini menjadi kejadian yang berulang-ulang, bukan hanya di Jakarta, bahkan di polusi akibat kebakaran hutan dan lahan di Riau yang sempat menjadi sorotan.

Tentu saja ini menjadi perhatian pasalnya menghirup udara kotor bisa meningkatkan risiko penyakit jantung, kanker, paru-paru, stoke dan bahkan mempengaruhi kesehatan mental. Setiap orang memiliki hak lingkungan untuk tinggal di lingkungan yang aman, bersih, sehat serta berkelanjutan, bersamaan dengan hak untuk mencari, menerima dan menyebarkan informasi lingkungan. Negara harus melindungi hak-hak lingkungan warganya dan Indonesia adalah salah satu negara yang secara formal telah menerima semua norma-norma hak lingkungan ini.



Foto Kebakaran lahan gambut di Pekanbaru, provinsi Riau, Indonesia, (3/8/2019). (Antara Foto/Rony Muharrman via REUTERS)

LIVEWORKSHEETS

Polusi udara bukan pertama kalinya terjadi di Jakarta, sebelumnya sejumlah wilayah di Indonesia sudah pernah mengalaminya. Selain karena persoalan kendaraan, kebakaran hutan dan lahan menjadi biang keroknya. Langkah-langkah stategis pemerintah dalam penangan polusi udara tersaji dalam gambar.

5 Langkah Pemerintah Atasi Polusi Udara

(FOKUS PEMERINTAH SEJAK LUHUT TURUN TANGAN LANGSUNG MENGATASI POLUSI UDARA)

Search in table

		Keterangan
1	Modifikasi Cuaca	Ini sebagai langkah awal yang dilakukan dan dinilai cepat untuk membasahi dan mengurangi polutan. Luhut ingin memberantas masalah ini mulai dari sektor hulu hingga hilir
2	Kurangi PLTU Batu Bara	Untuk pengendalian emisi dan pemerintah bakal mewajibkan industri menggunakan 'scrubber'.
3	Pembagian Jam Kerja	Muncul opsi ini dan selalu dikaji bagaimana ini bisa mengatasi polusi udara. Setidaknya ini bakal mengurangi kemacetan dan berdampak pada tingkat polutan
4	Dorong Transportasi Publik	Kapasitas trasportasi publik di jam sibuk perlu di tingkatkan
5	Kendaraan Listrik	Ini sudah di dorong sejak pemerintah membawa isu transisi energi G20, ditambah lagi pemberian subsidi. Ini tentu untuk menguari emisi

Selebihnya, pemerintah tampak masih mengkaji mengingat baru beberapa hari jelang pembentukan Tim yang dibentuk Presiden. Tentunya masyarakat berharap ada solusi yang menyeluruh yang tidak hanya berbasis pada intervensi pada masyarakat. Di sisi lain, sejumlah kebijakan dari pemerintah dianggap masih terkesan kontraproduktif. Semua orang tahu bahwa polusi udara buruk untuk kesehatan. Namun, Anda mungkin tak mengira bahwa efek negatif polusi udara bisa berakibat fatal. Faktanya, terus-menerus menghirup udara yang kotor bisa membuat seseorang mati muda.

Memang, masalah polusi ini dampak setiap wilayah di Indonesia berbeda-beda. Ada yang karena PLTU, ada faktor aktivitas kendaraan namun ada pula faktor kebakaran hutan dan lahan yang pernah heboh di tahun 2015.

Polusi Sumatera dan Kalimatan Akibat Kebakaran Hutan

Polusi udara tak hanya menjadi cerita wilayah Jawa. Sumatera dan Kalimantan juga kerap dikepung polusi udara dengan pemicu kebakaran hutan. Kebakaran hutan dan lahan gambut tahunan di Indonesia sebagian besar adalah krisis buatan manusia, yang berdampak terhadap kesehatan yang utamanya terhadap Indonesia serta Asia Tenggara. Ditambah lagi peristiwa El Nino yang ditandai dengan kondisi kekeringan yang panjang terjadi di Indonesia, kebakaran hutan dan lahan bisa semakin menggila. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) selama periode Januari-Juli 2023 luas kebakaran hutan dan lahan (Karhutla) di Tanah Air sudah mencapai 90.405 hektare (ha). Seluruh kebakaran itu tercatat menghasilkan emisi lebih dari 5,9 juta ton ekuivalen karbon dioksida (CO_2).



LIVEWORKSHEETS

Mengutip dari berbagai sumber, saat itu baru saja sebulan terpapar kabut asap, Dinas Kesehatan Provinsi Riau mencatat sudah 43.386 orang yang terkena infeksi saluran pernapasan akut (ISPA). Angka itu hanya yang terdaftar memeriksakan diri ke rumah sakit dan puskesmas. Jumlah masyarakat yang terkena ISPA dari dampak kebakaran lahan di Riau meningkat hingga 100%. Sementara, pada tahun 2013, korban berjumlah 19.862 orang dan pada 2014 sejumlah 27.200 orang.

Sumber: https://www.cnbcindonesia.com/research/20230824124310-128-465771/pelajaran-pahit-riau-pernah-lumpuh-karena-polusi-udara

Representasi Permasalahan SSI

Setelah membaca wacana socioscientific issue di atas, *lakukan analisis permasalahan dan diskusi untuk menjawab pertanyaan berikut.*

1. Apa saja faktor utama penyebab polusi udara di Indonesia? Jelaskan bagaimana masing-masing faktor.

Dari wacana di atas, permasalahan yang teridentifikasi adalah …

LIVEWORKSHEETS

Pembagian Peran dan Tugas

Tentukan peran yang diperlukan untuk pemecahan masalah dan tetapkan anggota kelompok yang bertanggung jawab terhadap peran tersebut.

Penentuan Solusi Permasalahan SSI

Tentukan solusi permasalahan dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan di bawah ini.

2. Apa saja langkah strategis yang telah diambil pemerintah dalam menangani polusi udara?

LIVEWORKSHEETS

3. Dari lima langkah pemerintah dalam mengatasi polusi udara (modifikasi cuaca, pengurangan PLTU batubara, pembagian jam kerja, dorongan transportasi publik, dan kendaraan listrik), langkah mana yang paling efektif dalam jangka panjang? Jelaskan alasan pemilihannya?

Penyusunan Justifikasi

Susun justifikasi untuk solusi permasalahan yang telah diajukan dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan di bawah ini.

4. Bagaimana solusi yang dipilih tersebut dapat mengurangi polusi udara?.

LIVEWORKSHEETS

Evaluasi Solusi Permasalahan SSI

Lakukan evaluasi terhadap solusi permasalahan yang disusun.

5. Bagaimana cara mengevaluasi keberhasilan pengendalian polusi udara? Jelaskan parameter yang harus dipantau.

6. Apakah terdapat kelemahan dan kelebihan dari solusi yang telah diajukan?

LIVEWORKSHEETS

Sintesis dan Refleksi

Berdasarkan hasil presentasi dan diskusi kelompok, susunlah kesimpulan dalam mengatasi permasalahan polusi udara.

Tuliskan hasil refleksi bersama berkaitan pengalaman belajar pemecahan masalah secara kolaborasi dalam memecahkan permasalahan polusi udara yang telah diikuti.

LIVEWORKSHEETS