LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA 1

KONSEP KIMIA LINGKUNGAN DAN RUANG LINGKUPNYA

LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM) KIMIA LINGKUNGAN
DENGAN STRATEGI PEMBELAJARAN COLLABORATIVE PROBLEM SOLVING

IDENTITAS

Kelompok :
Anggota
1.
2.
3.
4.

LIVEWORKSHEETS

LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM) KIMIA LINGKUNGAN DENGAN STRATEGI PEMBELAJARAN *COLLABORATIVE PROBLEM SOLVING*

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 pertanyaan berisikan masalah 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
      Di dalam lembar kegiatan mahasiswa diberikan pertanyaan-pertanyaan yang berkaitan dengan masalah kimia lingkungan. Pada tahap ini, mahasiswa berkolaborasi dalam kelompok untuk dapat mendefinisikan masalah 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. Terlibat dalam *Collaborative Problem Solving*
      Selanjutnya, mahasiswa berkolaborasi untuk menyusun pemecahan masalah sesuai permasalahan yang teridentifikasi.
   d. Penyelesaian Solusi Permasalahan
      Pada tahap ini, mahasiswa berkolaborasi untuk menyelesaikan solusi permasalahan yang telah disusun.
3. Setelah selesai mengerjakan lembar kegiatan, mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi, menyimpulkan materi pembelajaran, dan diminta untuk melakukan sintesis dan refleksi mengenai proses pembelajaran yang telah mereka lalui.

LIVEWORKSHEETS

Kegiatan Pembelajaran 1 dan 2

KONSEP KIMIA LINGKUNGAN DAN RUANG LINGKUPNYA

TUJUAN PEMBELAJARAN

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

Sub CPMK 1
Mahasiswa mampu menjelaskan kimia lingkungan dan ruang lingkupnya.

Indikator
1.1 Menganalisis konsep kimia lingkungan dan ruang lingkupnya.
1.2 Menyusun pemecahan masalah lingkungan global dengan tepat.

Kemampuan Akhir yang Diharapkan:
Melalui implementasi strategi pembelajaran CPS, mahasiswa mampu menganalisis dan memecahkan masalah terkait kimia lingkungan dan ruang lingkupnya, serta permasalahan lingkungan global.

MATERI PEMBELAJARAN

KONSEP KIMIA LINGKUNGAN DAN RUANG LINGKUPNYA

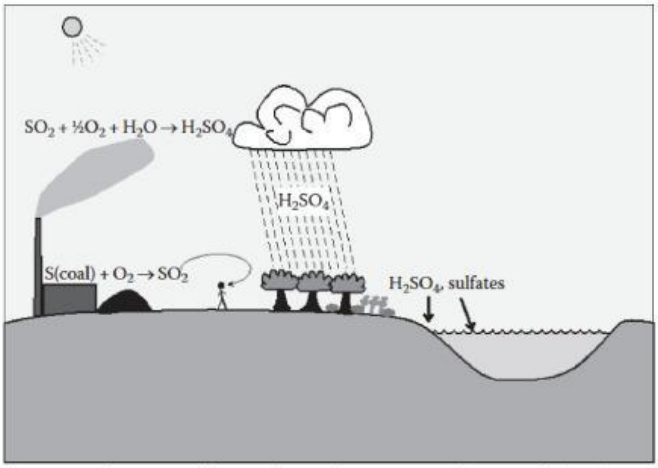
DEFINISI KIMIA LINGKUNGAN

Lingkungan Bumi dapat dianggap terdiri dari lima lingkungan yang saling terkait dan berinteraksi: (1) hidrosfer, yang terdiri dari air; (2) atmosfer, yang sebagian besar terdiri dari udara yang menyelimuti permukaan Bumi, yang sebagian besar terletak di dekat permukaan; (3) geosfer, yang menyusun batuan, materi mineral, dan tanah di atas atau di bawah permukaan Bumi; (4) antrosfer, yang terdiri dari banyak bagian Bumi yang telah dibuat, dimodifikasi, dan dioperasikan oleh manusia dengan menggunakan kecerdikan dan teknologi mereka; dan (5) biosfer, yang terdiri dari organisme hidup. Kimia lingkungan adalah disiplin ilmu yang menjelaskan asal, transportasi, reaksi, efek, dan nasib spesies kimia dalam hidrosfer, atmosfer, geosfer, biosfer, dan antroposfer. Akan lebih mudah untuk mempertimbangkan kimia lingkungan berdasarkan lima bidang utama sistem bumi tersebut dan tiap komponen tidak dapat dipisahkan.

Di antara lima lingkungan utama dalam sistem bumi tersebut terjadi pertukaran materi dan energi melalui jalur siklus biogeokimia. Siklus ini umumnya dinyatakan dalam bentuk unsur-unsur utama termasuk unsur-unsur nutrisi esensial, di antaranya: siklus air, siklus karbon, siklus oksigen, siklus nitrogen, dan siklus sulfur. Sering kali, seperti halnya siklus nitrogen, siklus-siklus ini mengandung komponen atmosfer, meskipun dalam beberapa kasus, seperti siklus fosfor, komponen atmosfer tidak signifikan.

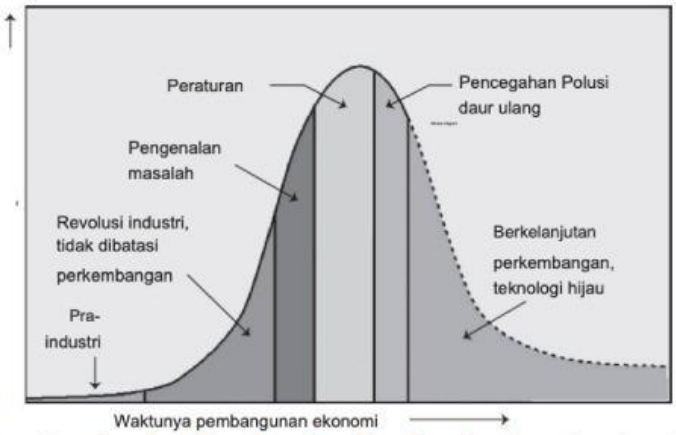
LIVEWORKSHEETS

Definisi kimia lingkungan yang disebutkan di atas dapat diilustrasikan dengan contoh pada Gambar 1, yang menunjukkan siklus hidup polutan sulfur dioksida, yang diproduksi dan dilepaskan ke atmosfer dalam pembakaran batu bara. Polutan udara sulfur dioksida dapat memengaruhi pernapasan manusia dan dapat menjadi racun bagi tanaman. Sulfur dioksida di atmosfer dapat teroksidasi menjadi asam sulfat, bahan utama hujan asam. Presipitasi asam dapat berdampak buruk pada tanaman, material, dan air, sedangkan keasaman yang berlebihan dapat membunuh ikan. Akhirnya, asam sulfat atau garam sulfat berakhir di air atau tanah. Kimia lingkungan pertama kali mempelajari bagaimana cara kerja lingkungan yang tak terkontaminasi, zat kimia yang terkandung, jumlah konsentrasi yang ada secara alami, dan apa efeknya. Tanpa hal ini, mustahil untuk mempelajari secara akurat efek manusia terhadap lingkungan dengan proses yang terjadi pada pelepasan zat kimia.



Gambar 1. Ilustrasi *life cycle* polutan yang berasal dari batubara

Pada dasarnya, bumi memiliki kapasitas yang baik untuk menangani produk limbah yang dibuang ke atmosfer, ke dalam air, atau ke geosfer. Kapasitas sistem bumi untuk menyediakan bahan, perlindungan, dan kondisi yang mendukung kehidupan dikenal sebagai modal alamnya *(natural capital)*, yang dapat dianggap sebagai jumlah dari dua komponen utama: sumber daya alam *(natural resources)* dan layanan ekosistem *(ecosystem services)*.



Gambar 2. Tahapan pembangunan ekonomi berkenaan dengan pemanfaatan modal alam Bum

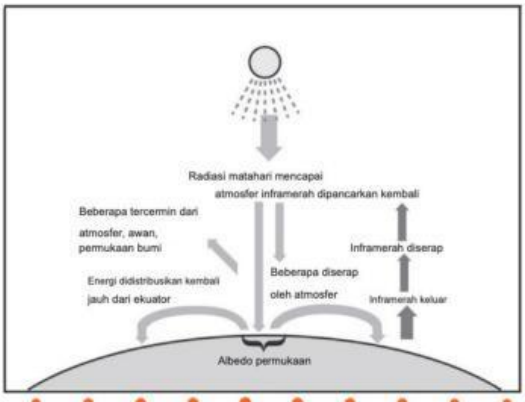
LIVEWORKSHEETS

Masyarakat pada awalnya hanya menuntut sedikit sumberdaya alam bumi. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2, seiring berkembangnya revolusi industri sejak sekitar tahun 1800, sumber daya alam melimpah dan produksi barang-barang material sebagian besar dibatasi oleh tenaga kerja dan kapasitas mesin untuk memproses bahan. Namun kini populasi berlebih, mesin-mesin terkomputerisasi memiliki kapasitas yang sangat besar untuk memproses bahan-bahan, perekonomian negara-negara yang pernah miskin termasuk India dan Cina telah menjadi sangat terindustrialisasi, dan ketersediaan modal alam merupakan faktor pembatas dalam produksi termasuk ketersediaan sumber daya alam, kemampuan pendukung kehidupan yang vital dari sistem ekologi, dan kapasitas lingkungan alam untuk menyerap produk sampingan dari produksi industri, terutama gas rumah kaca karbon dioksida.

Ketika revolusi industri mulai menguat sejak sekitar tahun 1800, pembangunan tanpa batas memberikan beban yang meningkat pesat pada modal alam, yang berlanjut selama era ketika masalah tersebut mulai diakui. Hal ini akhirnya mengarah pada peraturan yang mulai sedikit mengurangi dampak pada modal alam. Sampai batas tertentu, pendekatan peraturan dilengkapi dengan pencegahan polusi dan daur ulang. Dalam pandangan optimis terhadap masa depan, pembangunan berkelanjutan dan teknologi hijau akan semakin mengurangi beban pada modal alam bahkan dengan peningkatan pembangunan ekonomi.

PEMANASAN GLOBAL DAN UPAYA PENANGGULANGANNYA

Dapat dikatakan bahwa ancaman terbesar yang dihadapi atmosfer dan Sistem Bumi secara keseluruhan adalah emisi karbon dioksida dan gas-gas lain yang memiliki efek pemanasan pada atmosfer. Gambar 3 menggambarkan keseimbangan panas atmosfer Bumi, terutama di troposfer. Energi matahari elektromagnetik yang mengenai Bumi masuk terutama sebagai cahaya tampak dalam rentang panjang gelombang 400–800 nm dengan intensitas maksimum pada panjang gelombang sekitar 500 nm. Jumlah energi yang sama persis harus meninggalkan Sistem Bumi, yang terutama terjadi sebagai radiasi inframerah dengan intensitas maksimum. Spesies penyerap inframerah (yakni gas rumah kaca yang meliputi uap air (H_2O), karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), ozon (O_3), dan spesies minor lainnya di atmosfer) menyerap sebagian inframerah yang keluar, yang akhirnya semuanya terpancar ke luar angkasa. Penyerapan sementara radiasi inframerah menghangatkan atmosfer (yang disebut efek rumah kaca) yang tanpanya suhu permukaan bumi rata-rata akan menjadi sekitar 18°C dan tidak cocok untuk kehidupan.



Gambar 3. Keseimbangan Panas Atmosfer Bumi

LIVEWORKSHEETS

Jumlah karbon dioksida yang berkontribusi terhadap pemanasan global terus meningkat. Selain itu CFC, flurokarbon, hidroklorofluorokarbon (HCFC), hidrofluorokarbon, N_2O, dan CH_4 turut berkontribusi dalam pemanasan global. Selain bertindak sebagai gas rumah kaca, metana memiliki dampak signifikan pada kimia atmosfer. Gas ini menghasilkan CO atmosfer sebagai produk oksidasi antara dan memengaruhi konsentrasi radikal hidroksil atmosfer dan ozon. Di stratosfer, gas ini menghasilkan hidrogen dan H_2O, tetapi bertindak untuk menghilangkan klorin yang merusak ozon.

Dampak utama pemanasan global yang dirasakan langsung adalah peningkatan suhu, hilangnya lapisan es, penyusutan gletser (mengakibatkan banjir), kekeringan, serangan hama, hujan asam, dan kerusakan terumbu karang akibat turunnya pH air laut.

Ada tiga prinsip yang dapat dilakukan untuk menghafapi permasalahan lingkungan, yakni, minimalisasi, penanggulangan, dan adaptasi. Dalam konteks mengurangi pemanasan global yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut.

a. Minimalisasi

Langkah minimalisasi berkaitan erat dengan mengurangi emisi gas rumah kaca. Minimalisasi berhubungan dengan produksi dan pemanfaatan energi, karena sebagian besar gas rumah kaca berasal dari pembakaran bahan bakar fosil. Selain itu, penerapan prinsip *green chemistry* seperti pemanfaatan biomassa sebagai bahan bakar atau bahan baku produk juga dapat ditempuh sebagai langkah efisiensi energi. Pembakaran bahan bakar biomassa memang melepaskan karbon dioksida ke atmosfer, tetapi jumlah karbon dioksida yang sama persis dikeluarkan dari atmosfer dalam proses fotosintesis yang dilakukan saat biomassa dibuat, jadi tidak ada penambahan CO_2 bersih.

Potensi *green chemistry* lainnya adalah mencegah penambahan karbon dioksida ke atmosfer adalah melalui penyerapan karbon, di mana karbon dioksida diproduksi tetapi terikat dalam bentuk sedemikian rupa sehingga tidak dilepaskan ke atmosfer. Pendekatan teknologi hijau untuk mengurangi emisi karbon dioksida adalah dengan mengembangkan metode alternatif produksi energi. Satu hal yang akan sangat bermanfaat adalah pengembangan sel fotovoltaik yang lebih efisien. Perangkat ini telah menjadi kompetitif untuk menghasilkan listrik, menggantikan sumber bahan bakar fosil untuk pembangkitan listrik. Salah satu penerapan *green biochemistry* yang juga dapat mengurangi emisi karbon dioksida adalah pengembangan tanaman dengan efisiensi fotosintesis yang jauh lebih tinggi.

Cara efektif lain untuk mengurangi emisi karbon dioksida adalah sistem pembatasan dan perdagangan di mana perusahaan dialokasikan jumlah karbon tertentu yang dapat mereka keluarkan. Jika mereka mengeluarkan emisi kurang dari batas, mereka dapat menjual hak untuk mengeluarkan karbon kepada perusahaan yang melebihi batasnya. Semua langkah ini memiliki keuntungan karena tidak mendikte teknologi yang akan digunakan, sehingga aspek tersebut bergantung pada kecerdikan sektor swasta.

b. Penanggulangan

Untuk tindakan penanggulangan yang dapat dilakukan adalah modifikasi permukaan Bumi dengan menghadirkan vegetasi yang sesuai dengan jenis hutan di wilayah tersebut dan pertanian yang menyerap cahaya. Namun dibutuhkan dalam skala besar agar berdampak signifikan.

LIVEWORKSHEETS

c. Adaptasi

Pemanasan global pada kenyataannya akan terjadi dan baik upaya minimalisasi maupun penanggulangan tidak akan cukup untuk menghentikannya, adaptasi terhadap pemanasan iklim akan diperlukan. Kekurangan air dan kekeringan mungkin merupakan aspek yang paling menyusahkan dari pemanasan iklim. Air, yang sudah langka di banyak bagian dunia, akan semakin langka. Diperlukan penerapan praktik irigasi yang lebih efisien dan menanam tanaman yang membutuhkan lebih sedikit irigasi.

AKTIVITAS PEMBELAJARAN CPS

Pendefinisian Masalah

Setelah memahami materi yang kita pelajari, diskusikan dan jawablah pertanyaan berikut.

1. Terdapat beberapa jenis gas yang memicu pemanasan global. Gas apa yang paling mungkin berkontribusi terhadap pemanasan global? Mengapa?

2. Peningkatan suhu merupakan efek pemanasan global yang paling dirasakan manusia. Apa dampak kimia dan ekologis yang dapat terjadi?

LIVEWORKSHEETS

3. Berdasarkan sistem Bumi (hidrosfer, atmosfer, biosfer, geosfer, antroposfer), interaksi antar komponen mana yang paling berperan dalam peristiwa tersebut?

Identifikasi Masalah:

Pembagian Peran dan Tugas

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

LIVEWORKSHEETS

Pemecahan Masalah Kolaboratif

Diskusikan dan jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut untuk memecahkan permasalahan.

4. Jika kamu ditugaskan membuat strategi untuk mengurangi dampak emisi gas terhadap pemanasan global, solusi apa yang kamu pilih?

5. Bagaimana prinsip kimia lingkungan mendasari solusi tersebut?

LIVEWORKSHEETS

Penyelesaian Solusi Permasalahan

6. Apakah solusi tersebut melibatkan prinsip green chemistry atau teknologi hijau? Jelaskan.

7. Parameter apa yang dapat digunakan untuk memantau keberhasilan upaya penurunan dampak emisi gas?

LIVEWORKSHEETS

8. Jika data menunjukkan kualitas lingkungan belum membaik setelah penerapan solusi, apa langkah lanjutan yang perlu dilakukan?

Sintesis dan Refleksi

Berdasarkan hasil presentasi dan diskusi kelompok, susunlah kesimpulan dalam mengatasi permasalahan emisi gas dan dampaknya terhadap pemanasan global.

LIVEWORKSHEETS

Tuliskan hasil refleksi bersama berkaitan pengalaman belajar pemecahan masalah secara kolaborasi dalam mengatasi permasalahan emisi gas dan dampaknya terhadap pemanasan global yang telah diikuti.

LIVEWORKSHEETS