



LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK ELEKTRONIK BERBASIS *GUIDED INQUIRY* UNTUK MELATIH BERPIKIR KRITIS

MATERI PENCEMARAN LINGKUNGAN (PENCEMARAN UDARA)

Untuk SMA/MA Sederajat
Kelas X
Semester Genap

Disusun Oleh:
Nur Kamila Qoumi Ayunda

Dosen pembimbing:
Dr.H.Sunu Kuntjoro, S.Si M.Si
Sari Fitrianiingsih, S.Pd., M.Pd., M.Sc

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK ELEKTRONIK BERBASIS GUIDED INQUIRY UNTUK MELATIH BERPIKIR KRITIS PADA MATERI PENCEMARAN UDARA

A. ALUR TAHAPAN PEMBELAJARAN

Pada akhir fase E, Menerapkan prinsip klasifikasi dan strategi pelestarian keanekaragaman hayati; mendeskripsikan peranan virus, bakteri, dan jamur dalam kehidupan; menganalisis interaksi antar komponen ekosistem dan pengaruhnya terhadap keseimbangan ekosistem; menggunakan sistem pengukuran dalam kerja ilmiah; menganalisis gerak dua dimensi; menganalisis pemanfaatan energi alternatif untuk mengatasi permasalahan ketersediaan energi; menganalisis partikel penyusun materi dan menerapkan konsep stoikiometri dalam berbagai aspek kuantitatif reaksi kimia; dan **menerapkan konsep IPA untuk mengatasi permasalahan berkaitan dengan perubahan iklim**

B. ALUR TAHAPAN PEMBELAJARAN

Tahap Pembelajaran (Sintaks)	Tujuan Pembelajaran	Aktivitas Pembelajaran
Orientasi Masalah	Peserta didik mampu mengidentifikasi permasalahan pencemaran udara dari fenomena lingkungan sekitar.	Mengamati gambar, video, atau data ISPU mengenai pencemaran udara di Indonesia; merumuskan pertanyaan dari fenomena tersebut.
Pengajuan Hipotesis	Peserta didik mampu merumuskan dugaan sementara (hipotesis) terhadap penyebab dan dampak pencemaran udara.	Menyusun dugaan berdasarkan pengetahuan awal dan hasil pengamatan awal (misalnya dari video/data ISPU).
Pengumpulan Data	Peserta didik mampu melakukan pengamatan atau e-praktikum sederhana untuk membuktikan hipotesis yang telah dibuat.	Melakukan pengamatan lapangan (menangkap partikel debu) atau mengakses data ISPU dari situs KLHK untuk membandingkan tingkat polusi udara di beberapa lokasi.
Analisis dan Interpretasi	Peserta didik mampu menganalisis hasil pengamatan dan mengaitkannya dengan konsep ilmiah tentang pencemaran udara.	Mengisi tabel pengamatan, membandingkan hasil antar lokasi, dan menarik pola dari data.
Menarik Kesimpulan	Peserta didik mampu menyimpulkan penyebab dan dampak pencemaran udara berdasarkan hasil analisis data.	Menuliskan kesimpulan berdasarkan data dan hasil diskusi kelompok.
Komunikasi Hasil	Peserta didik mampu mengkomunikasikan solusi untuk mengatasi pencemaran udara dalam bentuk proyek/produk digital.	Membuat infografis, video pendek, atau poster digital tentang solusi pencemaran udara, dan mempresentasikannya.

C. PETUNJUK PENGGUNAAN

Baca dan ikuti langkah-langkah kegiatan secara berurutan. Kerjakan setiap bagian dan berdiskusilah dengan kelompok. Gunakan perangkat digital jika diperlukan.

D. IDENTITAS E-LKPD

Mata Pelajaran : Biologi
Kelas : X / Genap
Topik : Pencemaran Udara
Model Pembelajaran : Guided Inquiry
Profil Pelajar Pancasila : Bernalar Kritis, Mandiri, Peduli Lingkungan

E. PENJELASAN FITUR



BioStater



Fitur ini berfungsi sebagai sarana awal untuk memantik rasa ingin tahu peserta didik melalui penyajian gambar, video, atau artikel singkat yang menampilkan fenomena pencemaran lingkungan.

Tujuan: Mengembangkan kemampuan interpretasi dan analisis awal terhadap suatu permasalahan.

BioPredict

Fitur ini membantu peserta didik dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis dengan menyusun hipotesis atau dugaan sementara dari masalah yang telah dianalisis.

Tujuan: Melatih peserta didik membuat prediksi logis berdasarkan data/fakta yang telah dikaji.

BioExplore

Fitur ini mengarahkan peserta didik untuk melakukan penyelidikan atau pengumpulan data melalui kegiatan observasi lapangan atau eksperimen sederhana.

Tujuan: Melatih keterampilan proses sains seperti mengidentifikasi variabel, mengumpulkan informasi, dan menganalisis data.

Indikator keterampilan berpikir kritis: analisis, eksplanasi.

BioReflect

Fitur ini berfungsi untuk membantu peserta didik menyusun kesimpulan berdasarkan data hasil observasi atau eksperimen yang telah dilakukan.

Tujuan: Mengembangkan kemampuan dalam evaluasi, inferensi, dan refleksi ilmiah.

BioChallenge

Fitur ini mendorong peserta didik untuk menyusun solusi dalam bentuk proyek sederhana, kampanye lingkungan, atau produk digital lainnya berdasarkan hasil pembelajaran yang telah dilakukan.

Tujuan: Mengkomunikasikan hasil analisis dalam bentuk yang kreatif dan aplikatif, serta menanamkan kepedulian terhadap lingkungan.

Nama Anggota:

Kelompok:

1.
2.
3.
4.
5.
6.

IN FORMASI PENDUKUNG

Pencemaran udara adalah kondisi ketika udara mengandung satu atau lebih zat berbahaya (polutan) dalam jumlah yang dapat mengganggu kesehatan manusia, hewan, tumbuhan, atau merusak lingkungan. Sumber pencemaran udara dapat berasal dari proses alami maupun aktivitas manusia. Sumber alami meliputi letusan gunung berapi yang menghasilkan abu vulkanik dan gas sulfur dioksida (SO_2), kebakaran hutan alami, debu dari tanah kering yang tertiuap angin, serta pembusukan bahan organik yang menghasilkan gas metana (CH_4). Sementara itu, sumber buatan yang disebabkan oleh aktivitas manusia antara lain asap kendaraan bermotor yang mengandung karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO_x), dan partikulat halus ($\text{PM}_{2.5}$ dan PM_{10}), emisi dari pabrik atau industri yang mengandung SO_2 dan senyawa organik volatil (VOC), pembakaran sampah terbuka, serta kegiatan pertambangan yang menghasilkan debu dan gas berbahaya.

Jenis polutan udara dapat berupa gas berbahaya seperti CO , SO_2 , NO_x , dan ozon troposfer (O_3), partikel padat atau cair berukuran mikro seperti $\text{PM}_{2.5}$ dan PM_{10} yang mampu masuk ke paru-paru hingga aliran darah, serta bahan kimia beracun seperti VOC yang dapat memicu gangguan kesehatan serius. Dampak pencemaran udara bagi kesehatan manusia antara lain gangguan pernapasan seperti ISPA, asma, dan bronkitis, penyakit jantung, serta iritasi mata dan kulit. Bagi lingkungan, pencemaran udara dapat menyebabkan kerusakan tanaman, hujan asam yang merusak tanah, perairan, dan bangunan, serta berkontribusi terhadap perubahan iklim akibat meningkatnya gas rumah kaca di atmosfer.

Di Indonesia, kualitas udara dipantau menggunakan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU). Nilai ISPU berkisar dari 0 hingga lebih dari 300, dengan kategori baik (0–50) hingga berbahaya (≥ 300). Kategori “baik” tidak menimbulkan dampak kesehatan, sedangkan kategori “berbahaya” dapat memicu masalah kesehatan serius pada seluruh lapisan masyarakat. Untuk mengurangi pencemaran udara, diperlukan upaya seperti menggunakan transportasi ramah lingkungan (sepeda, kendaraan listrik, atau transportasi umum), mengurangi pembakaran sampah terbuka, menanam pohon di sekitar rumah atau sekolah, memelihara kendaraan agar gas buang rendah emisi, serta memanfaatkan sumber energi terbarukan yang lebih bersih dan ramah lingkungan.

[Watch video on YouTube](#)

Error 153

Video player configuration error



Orientasi Masalah

BioStater

Petunjuk: Bacalah artikel berikut dengan cermat, kemudian jawablah pertanyaan dibawah ini!



Merumuskan Masalah

Rumusan Masalah merupakan pertanyaan yang akan dicari jawabannya berupa fakta

Contoh : Bagaimana pengaruh pencemaran udara disekitar kita terhadap segala aspek mulai dari kegiatan manusia dan makhluk hidup lainnya juga?

1. Ajukan sebuah pertanyaan atau rumusan masalah yang berkaitan dengan artikel tersebut!

Jawab :

Pengajuan Hipotesis

BioPredict



Membuat Hipotesis

Hipotesis merupakan dugaan atau pernyataan sementara yang digunakan untuk menyelesaikan suatu permasalahan

Contoh : Meningkatnya konsentrasi polutan PM2.5 di udara perkotaan berdampak negatif terhadap kesehatan pernapasan warga, sehingga menurunkan rata-rata usia harapan hidup.

Berdasarkan rumusan masalah yang telah kalian buat tentukanlah dugaan sementara untuk menjawab rumusan masalah tersebut!

Jawab :

Pengumpulan Data

BioExplore

Analisis Tingkat Pencemaran Udara di Lingkungan Sekitar Menggunakan Aplikasi Kualitas Udara.

Tujuan Pengamatan: Mengetahui dan membandingkan tingkat pencemaran udara di beberapa lokasi berbeda menggunakan aplikasi pemantau kualitas udara, serta mengaitkannya dengan aktivitas manusia dan kondisi lingkungan.



Perencanaan Percobaan

Penentuan Lokasi Pengamatan

Setiap kelompok wajib menentukan minimal 3 lokasi dengan karakteristik berbeda:

Lokasi	Karakteristik Lingkungan	Alasan Pemilihan
Lokasi 1	(mis. jalan raya, area parkir)	Diduga aktivitas kendaraan tinggi
Lokasi 2	(mis. taman sekolah, lapangan)	Aktivitas kendaraan rendah
Lokasi 3	(mis. ruang kelas, rumah)	Lingkungan tertutup

Penentuan Waktu Pengamatan

Agar data lebih akurat, lakukan pengamatan dengan ketentuan berikut:

- Waktu pengamatan:
 - ☐ Pagi (06.00–08.00)
 - ☐ Siang (11.00–13.00)
 - ☐ Sore (16.00–18.00)
- Pilih satu rentang waktu yang sama untuk seluruh lokasi.
- Catat kondisi cuaca saat pengamatan:
 - ☐ Cerah ☐ Berawan ☐ Hujan ☐ Berangin

Aplikasi yang Digunakan

Nama aplikasi pemantau kualitas udara:

.....

Parameter yang diamati:

- Nilai AQI/ISPU
- Kategori kualitas udara
- Polutan dominan (PM_{2.5} / PM₁₀ / CO / NO₂)

Dugaan Awal (Prediksi)

Sebelum pengamatan, tuliskan dugaan berikut:

- Lokasi dengan pencemaran udara tertinggi:

- Alasan dugaan tersebut:



sebelum melakukan percobaan, tentukan variabel manipulasi , variabel kontrol dan variabel respon terlebih dahulu.

- Variabel Manipulasi

Jawab:

- Variabel Kontrol

- Variabel Respon



Prosedur Pengambilan Data

1. Aktifkan GPS pada smartphone.
2. Buka aplikasi pemantau kualitas udara.
3. Pastikan titik lokasi sesuai dengan lokasi pengamatan.
4. Tunggu ± 1 menit hingga data stabil.
5. Catat nilai AQI/ISPU dan kategori udara.
6. Ambil screenshot sebagai bukti pengamatan.
7. Ulangi langkah di semua lokasi.

Mengumpulkan Data

No.	Lokasi	Waktu	Cuaca	Dugaan Kualitas Udara	Alasan Dugaan
1					
2					

Analisis dan Interpretasi

Pertanyaan

1. Bandingkan nilai AQI/ISPU pada setiap lokasi pengamatan. Lokasi manakah yang menunjukkan tingkat pencemaran udara paling tinggi dan paling rendah?

Jawab :

2. Bagaimana perbedaan kategori kualitas udara (baik, sedang, tidak sehat, dan seterusnya) pada masing-masing lokasi? Apa makna kategori tersebut bagi kesehatan manusia?

Jawab :

3. Polutan dominan apa yang terdeteksi pada lokasi dengan nilai AQI/ISPU tertinggi? Jelaskan sumber utama polutan tersebut berdasarkan kondisi lingkungan sekitar.

Jawab :

Menarik Kesimpulan

BioReflect

Buatlah kesimpulan dari seluruh kegiatan yang telah dilakukan!

Jawab:

Komunikasi Hasil

BioChallenge

Temukan Fakta Penting

Dari data yang kamu dapatkan, pilih satu lokasi dengan tingkat pencemaran tertinggi. Sebutkan 3 bukti kuat yang menunjukkan lokasi tersebut paling tercemar (misalnya: warna partikel, % area terkontaminasi, banyaknya partikel).

Jawab: