

Lembar Kerja Digital
-Pertemuan 1-

Fakta dan Jenis Perubahan Lingkungan

BIOLOGI SMA KELAS X FASE E



Alokasi Waktu	2 JP (2 x 45 menit)
Model Pembelajaran	(PjBL)
Sintaks yang Ditempuh	Menentukan Pertanyaan Mendasar dan Mendesain Perencanaan Provek
Penyusun	Ashifa Putri Zirly
Tahun Ajaran	2026 / 2027

Nama Lengkap : _____ Kelas : _____ Tanggal : _____





KATA PENGANTAR



Halo, Sahabat Bumi!

Di pertemuan pertama ini, kamu akan melakukan pengamatan lingkungan dan menjawab pertanyaan dari hasil pengamatanmu sendiri. Tidak ada jawaban yang sempurna di sini. Kami harapkan adalah kejujuranmu dalam mengamati dan keberanianmu bertanya. Jika ada bagian yang terasa sulit, itu tandanya kamu sedang belajar hal baru.

Selamat bekerja.

Daftar isi

A. Petunjuk Penggunaan Lembar Kerja.....	2
B. Capaian Pembelajaran, Tujuan, dan Indikator.....	3
C. Peta Konsep.....	3
D. Sumber Belajar (QR Code dan Tautan).....	4
E. Pendahuluan.....	5
F. Kegiatan 1 - Ayo Memahami.....	6
G. Kegiatan 2 - Ayo Mengaplikasi.....	9
H. Kegiatan 3 - Ayo Menyimpulkan.....	10
I. Uji Pemahaman.....	11
J. Ayo Merefleksi.....	12
K. Rangkuman.....	13
L. Glosarium.....	13
M. Daftar Pustaka.....	14
N. Lampiran untuk Guru.....	15

A. PETUNJUK PENGGUNAAN LEMBAR KERJA

1. Bacalah tujuan pembelajaran dan peta konsep pada lembar kerja
2. Kerjakan bagian demi bagian secara berurutan. Setiap bagian dirancang menopang bagian berikutnya.
3. Pindai QR code yang tersedia menggunakan kamera gawaimu atau klik link yang tersedia dibawah QR code
4. Tulislah jawabanmu dengan kalimatmu sendiri. Jawaban yang disalin utuh dari internet memang cepat selesai, tetapi tidak akan menolongmu saat berhadapan dengan masalah nyata.
5. Bila ada yang belum kamu pahami, bertanyalah. Bertanya adalah tanda kamu sedang berpikir, bukan tanda kamu tertinggal.





CP, TUJUAN DAN INDIKATOR

B. Capaian Pembelajaran Fase E (Elemen Pemahaman Biologi)

Pada akhir Fase E, murid memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional, atau global, di antaranya terkait perubahan lingkungan. Pada lingkup ini murid memahami fakta dan jenis perubahan lingkungan, mekanisme efek rumah kaca dan pemanasan global, keterkaitan aktivitas manusia dengan kerusakan lingkungan, dampaknya bagi keberlangsungan makhluk hidup, kesehatan, dan stabilitas ekosistem, serta merumuskan upaya mitigasi dan adaptasi yang berkelanjutan.



Tujuan Pembelajaran

Setelah menyelesaikan Lembar Kerja ini, diharapkan kamu mampu:

1. Mengidentifikasi fakta perubahan lingkungan di sekitarmu berdasarkan bukti nyata, bukan sekadar perkiraan.
2. Membedakan karakteristik pencemaran air, udara, dan tanah berdasarkan sumber, indikator, dan dampak awalnya.
3. Merumuskan pertanyaan proyek dan menyusun perencanaan aksi lingkungan

Indikator Ketercapaian

Indikator	ket
Menyebutkan minimal 5 fakta perubahan lingkungan	☐
Membedakan 3 jenis pencemaran lengkap dengan sumber dan indikatornya	☐
Menyusun kontrak proyek tim yang memuat masalah, produk, dan indikator keberhasilan terukur	☐

C. PETA KONSEP





SUMBER BELAJAR

D. SUMBER BELAJAR



Berita Kasus Karhutla di Indonesia 2026:
<https://youtu.be/7obQ6tjNtkw?si=xo4TmzzB5KOGZogi>



Podcast perubahan Iklim:
https://youtu.be/TYXgGHEr4jg?si=FIYLYO5_e--2uiux



Kalkulator emisi karbon personal:
<https://carbonwisecalc.com/>

Bukalah tautan ini dan buat akun kamu dengan data yang benar dan Pahami tiap menuanya!

ALUR BELAJAR



Pendahuluan

Tahap 1 : Ayo Memahami

Tahap 2: Ayo mengaplikasikan

Tahap 3: Ayo menyimpulkan

Uji Pemahaman dan Refleksi



Isilah kolom emisi harian yang ada di link tersebut setiap hari selama satu minggu mulai dari listrik, transportasi dan makanan.

data tersebut akan tersimpan pada tanggal kamu mengisinya.

Peringatan: Kamu tidak bisa mengisi data emisi pada hari lain (jika kamu terlupa)



PENDAHULUAN



Mengukur kemampuan bernalar dengan angka dan memecahkan masalah

E. PENDAHULUAN

Sebelum mulai, mari kita berhenti sejenak.

Duduklah tegak namun santai, turunkan bahu, lalu tutup matamu. Tarik napas melalui hidung kemudian hembuskan perlahan melalui mulut. Ulangi tiga kali. Bayangkan kamu dalam perjalanan pulanglah ke rumah. Berjalanlah menuju sungai, parit, atau jalan yang paling sering kamu lewati. Lihatlah airnya. Ciumlah udaranya. Dengarkan suaranya. Setelah itu, bukalah matamu perlahan.

Pertanyaan 1

Ketika kamu membayangkan tempat tadi, indra manakah yang paling dahulu memberitahumu bahwa ada sesuatu yang tidak beres, matamu, hidungmu, atau telingamu? Menurutmu, mengapa justru indra itu yang paling peka?



Sungai Kapuas Kalimantan Mengering. Sumber: cdn-jpr.jawapos.com

Pertanyaan 2

Perubahan pada foto itu berlangsung selama 3-4 bulan, sementara usiamu sekitar enam belas tahun. Artinya sebagian besar perubahan itu terjadi selama kamu hidup. Menurutmu, siapa yang paling bertanggung jawab atas perubahan tersebut, dan apakah kamu termasuk di dalamnya?



KEGIATAN 1- AYO MEMAHAMI



Bacalah Kisah Berikut

Pada suatu pagi, warga Kelurahan Sungai Rimbo menemukan ratusan ikan mati mengambang di sepanjang 2 km aliran sungai. Anehnya, air sungai tampak jernih kehijauan dan tidak berbau menyengat. Di bagian hulu terdapat kawasan industri dan permukiman padat. Pada minggu yang sama, langit kota tertutup kabut asap tipis dan indeks standar pencemar udara tercatat pada angka seratus tujuh puluh delapan. Beberapa warga mengeluh mata perih dan batuk. Seorang warga berkata dengan yakin, "Airnya bening kok jadi tidak mungkin tercemar."

AYO BERTANYA!



Pertanyaan 3

Tulislah dua pertanyaan yang terlintas difikiranmu setelah membaca kisah tersebut.

Pertanyaan 4

Warga menyimpulkan sungai tidak tercemar karena airnya bening. Analisislah kelemahan cara berpikir tersebut. Gunakan sekurang-kurangnya dua alasan ilmiah, lalu sebutkan indikator apa yang seharusnya diukur untuk membuktikan sungai itu tercemar atau tidak.



KEGIATAN 1- AYO MEMAHAMI



AYO BERFIKIR!



Pelajarilah ketiga jenis pencemaran melalui jalur belajar yang paling nyaman bagimu. Pindai QR sesuai pilihanmu: video, podcast atau dari buku cetak Biologi.

Lengkapilah tabel berikut.

Aspek Pembeda	Pencemaran Air	Pencemaran Udara	Pencemaran Tanah
Definisi menurut bahasamu sendiri			
Tiga sumber utama			
Indikator ilmiah			
Contoh bioindikator			
Dampak awal yang paling cepat terlihat			
Contoh nyata di daerahku			





KEGIATAN 1- AYO MEMAHAMI



AYO BERFIKIR!



Ketiga jenis pencemaran sering dipelajari terpisah, padahal di alam saling terhubung. Buatlah satu rantai keterhubungan minimal lima tahap yang menunjukkan bagaimana pencemaran udara dapat berakhir menjadi pencemaran tanah dan air.





KEGIATAN 2- AYO MENGAPLIKASIKAN



Pada bagian ini kamu mulai mengerjakan tugas proyek yang akan berlanjut sampai pertemuan keempat.

Langkah 1: Menemukan Pertanyaan Mendasar

Setelah mengerjakan pertanyaan pada bagian sebelumnya, coba simpulkan apa itu perubahan lingkungan? dan apa hubungannya dengan pencemaran lingkungan?

Langkah 2: Menemukan Fakta Lingkungan

1. Bukalah link kalkulator karbon pada halaman 4.
2. Isilah data emisi harianmu setiap hari secara **DISIPLIN** selama **SEMINGGU**.
3. Kumpulkan sekurang-kurangnya lima fakta dari data emisi personalmu dari kalkulator tersebut. Fakta yang diperoleh berupa data emisi karbon harianmu yang tercatat pada kalkulator.

Kegiatan ini akan memberikan gambaran seberapa besar kontribusi kamu menghasilkan emisi karbon secara tidak sadar dalam kebiasaanmu. Isikan Hasil pengamatan kamu selama seminggu kedalam tabel dibawah ini!

Pertanyaan	Jawaban
Jumlah Emisi karbon kamu selama seminggu	
Sumber emisi terbesar kamu (listrik/makanan/transportasi)	
Kapan kamu menghasilkan emisi karbon tertinggi?	
Apa yang menyebabkan emisi karbon kamu tinggi?	



KEGIATAN 2- AYO MENGAPLIKASIKAN



Pada bagian ini kamu mulai mengerjakan tugas proyek yang akan berlanjut sampai pertemuan keempat.

Langkah 2: Menemukan Fakta Lingkungan

Setelah satu minggu, simpan gambar diagram laporan emisi karbon mu dari aplikasi carbonwisecalc.com dan Tempelkan gambar grafik tersebut pada kolom dibawah!





KEGIATAN 3- AYO MENYIMPULKAN



Susunlah kesimpulanmu sendiri dengan kalimatmu sendiri.

Langkah 3: Menyimpulkan

Setelah satu minggu, simpan gambar diagram laporan emisi karbon mu dari aplikasi carbonwisecalc.com dan Tempelkan gambar grafik tersebut pada kolom dibawah!

Setelah seluruh melakukan rangkaian kegiatan diatas, susunlah kesimpulanmu sendiri dengan kalimatmu sendiri.

1. Perubahan lingkungan dapat dikenali melalui apa?
2. Apa perbedaan mendasar antara pencemaran air, udara, dan tanah terletak pada?
3. Indikator diperlukan dalam menilai pencemaran karena?





UJI PEMAHAMAN



Kerjakan secara mandiri. Bagian ini bukan untuk menghakimi, melainkan untuk membantumu mengetahui bagian mana yang sudah kuat dan bagian mana yang masih perlu kamu pelajari kembali



Pilihan Ganda

- Air limbah suatu industri diuji dan menghasilkan data BOD 32 mg/L, DO 1,8 mg/L, pH 7,1, dan air tampak jernih. Kesimpulan yang paling tepat adalah
A. Air tidak tercemar karena pH netral dan tampak jernih
B. Air tercemar bahan organik berat karena BOD tinggi disertai DO sangat rendah
C. Air tercemar logam berat karena DO rendah
D. Air aman bagi ikan karena kekeruhannya rendah
E. Data belum cukup karena warna air tidak diukur
- Lalat batu hanya ditemukan di perairan berkadar oksigen tinggi, sedangkan cacing Tubifex melimpah di perairan miskin oksigen. Apabila di suatu titik sungai hanya ditemukan Tubifex, hal tersebut menunjukkan bahwa
A. Sungai kaya oksigen terlarut
B. Sungai tercemar bahan organik dan miskin oksigen
C. Sungai tercemar pestisida
D. Sungai mengalami pendangkalan
E. Sungai memiliki pH sangat asam
- Cerobong sebuah pabrik mengeluarkan asap berwarna putih. Seorang murid menyimpulkan emisi tersebut aman karena hanya berupa uap air. Kelemahan utama kesimpulan itu adalah
A. Warna asap bukan indikator kandungan polutan sehingga diperlukan pengukuran ISPU atau PM_{2,5}
B. Uap air merupakan polutan udara paling berbahaya
C. Asap putih selalu mengandung timbal
D. Kesimpulan itu benar karena uap air tidak beracun
E. Warna asap hanya berlaku untuk pabrik tekstil
- Perhatikan data berikut.

Titik	pH Tanah	Kandungan	Populasi Cacing
P	6,8	Tinggi	Banyak
Q	4,1	Rendah	Tidak ditemukan

- Faktor yang paling mungkin menyebabkan kondisi titik Q adalah
- Pemupukan organik berlebihan
 - Masuknya limbah asam atau hujan asam yang menurunkan pH tanah
 - Peningkatan kelembapan tanah
 - Penambahan kapur pertanian
 - Peningkatan populasi mikroorganisme pengurai



UJI PEMAHAMAN



Kerjakan secara mandiri. Bagian ini bukan untuk menghakimi, melainkan untuk membantumu mengetahui bagian mana yang sudah kuat dan bagian mana yang masih perlu kamu pelajari kembali



Uraian

5. Kisah Sungai Rimbo memuat dua jenis pencemaran sekaligus pada periode yang sama. Pisahkan keduanya, lalu jelaskan apakah keduanya terjadi secara kebetulan atau ada penyebab yang menghubungkannya. Sertakan indikator ilmiah untuk masing-masing jenis.

6. Pemerintah desa hendak memantau kualitas sungai dengan anggaran sangat terbatas dan hanya mampu memilih satu metode, yaitu uji laboratorium BOD sebulan sekali atau survei bioindikator setiap minggu oleh warga terlatih. Evaluasilah kedua pilihan menggunakan sekurang-kurangnya tiga kriteria, lalu tentukan pilihanmu disertai alasan.

Refleksi

Tuliskan refleksi dirimu setelah mempelajari materi ini!





K. RANGKUMAN

Perubahan lingkungan dikenali dari fakta yang dapat diamati dan diukur, bukan dari kesan sekilas. Pencemaran dibedakan menjadi pencemaran air, udara, dan tanah, masing-masing memiliki sumber, indikator, dan dampak awal yang khas. Indikator ilmiah seperti BOD, DO, pH, ISPU, dan bioindikator diperlukan karena penampilan fisik sering menyesatkan. Ketiga jenis pencemaran saling terhubung, sehingga polutan yang dilepas ke udara dapat berakhir di tanah dan air. Memahami hal ini menjadi dasar bagi perencanaan aksi nyata yang tepat sasaran.

L. GLOSARIUM

Istilah	Makna
Polutan	Zat atau energi yang keberadaannya melampaui batas sehingga mengganggu lingkungan
BOD	Jumlah oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam air
DO	Kadar oksigen yang terlarut di dalam air dan dibutuhkan makhluk hidup akuatik
ISPU	Indeks standar pencemar udara, angka yang menggambarkan mutu udara bagi kesehatan
Bioindikator	Makhluk hidup yang keberadaannya menandakan kondisi lingkungan tertentu
Self purification	Kemampuan alami perairan memulihkan diri melalui penguraian, pengenceran, dan reaerasi

....., 2026
Guru Mata Pelajaran

(.....)
NIP.

DAFTAR PUSTAKA

1. • Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah. Buku IPA untuk SMA/MA Kelas X.
2. • Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. Data Online BMKG. <https://dataonline.bmkg.go.id>
3. • Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. SIPONGI, Sistem Pemantauan Karhutla. <https://sipongi.menlhk.go.id>
4. Kalkulakut jejak karbon. Carbonwisecalc.com

