E-LKPD 1

Bermuatan SDGs

Berbasis *Problem Based Learning*

Untuk Melatih Kemampuan Berpikir Kritis

Pencemaran Air dalam Keseimbangan Ekosistem

Sekolah : _____

Kelas/Kelompok : _____

Nama Anggota/Nomor:

1.....

2.....

3.....

4.....

5.....

6.....

Kelas **X** SMA

Penyusun : Dian Mastura

Pembimbing : Prof. Dr. Fida Rachmadiarti, M. Kes.

LIVEWORKSHEETS

Jenjang Sekolah	: SMA
Kelas/Fase Capaian	: X/Fase E
Mata Pelajaran	: Biologi
Materi	: Ekosistem
Alokasi Waktu	: 2 x 45 menit (2 JP)

Capaian Pembelajaran

Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan 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.

Tujuan Pembelajaran

1. Siswa mampu menafsirkan permasalahan pencemaran air berdasarkan informasi yang disajikan serta menghubungkannya dengan kondisi lingkungan sekitar.
2. Siswa mampu menganalisis faktor penyebab dan dampak pencemaran air terhadap ekosistem dan kehidupan makhluk hidup berdasarkan hasil diskusi.
3. Siswa mampu membuat hipotesis mengenai metode penjernihan air yang diperkirakan efektif berdasarkan informasi yang diperoleh.
4. Siswa mampu merancang dan melakukan penyelidikan penjernihan air sederhana menggunakan metode filtrasi, koagulasi, dan adsorpsi sesuai prosedur yang tersedia dalam E-LKPD.
5. Siswa mampu menjelaskan perubahan kualitas air sebelum dan sesudah proses penjernihan berdasarkan warna, bau, dan pH air.
6. Siswa mampu mengevaluasi efektivitas serta kelebihan dan kekurangan metode penjernihan air sederhana berdasarkan hasil penyelidikan.
7. Siswa mampu menjelaskan hubungan antara aktivitas manusia, pencemaran air, dan ketidakseimbangan ekosistem serta mengaitkan upaya mengatasi pencemaran air dengan SDG 6 dan SDG 12 dalam kehidupan sehari-hari.
8. Siswa mampu mengevaluasi proses pembelajaran dan kemampuan berpikir kritis yang dimiliki melalui kegiatan refleksi secara jujur dan objektif serta menentukan hal yang perlu diperbaiki untuk kegiatan pembelajaran selanjutnya.

LIVEWORKSHEETS

Eco-Explore

1. Orientasi Masalah — **Indikator Menafsirkan**

Bacalah artikel berita berikut ini untuk menjawab pertanyaan!

Sungai Keyang Tercemar Limbah Kotoran Sapi

Gambar 1. Kondisi air Sungai Keyang yang tercemar limbah kotoran sapi

Sumber : (Pebrianti, 2023)

Gambar 2. Endapan limbah kotoran sapi di Sungai Keyang

Sumber : (Pebrianti, 2023)

Warga yang tinggal di sekitar Sungai Keyang di Desa Ngadirojo, Ponorogo merasa khawatir karena kondisi sungai semakin tercemar. Air sungai kini dipenuhi limbah kotoran sapi, berwarna kehijauan, berbuih, dan mengeluarkan bau tidak sedap.

Pencemaran ini diduga berasal dari kegiatan peternakan sapi perah di bagian hulu sungai, yaitu di Kecamatan Pudak. Limbah kotoran sapi yang tidak diolah dengan baik langsung dibuang ke sungai, sehingga mengalir hingga ke daerah hilir.

Akibatnya, warga yang tinggal di sepanjang aliran sungai merasakan dampaknya, terutama bau menyengat dan kualitas air yang menurun. Selain itu, endapan limbah dikhawatirkan dapat menyebabkan pendangkalan sungai.

Masalah ini juga berdampak pada lingkungan sekitar, termasuk Air Terjun Pletuk yang kini jarang dikunjungi karena airnya kotor dan berbau. Jika kondisi ini terus berlanjut, pencemaran dapat merusak ekosistem sungai dan bahkan memengaruhi Waduk Bendo yang menjadi sumber irigasi bagi sawah di Ponorogo.

Pemerintah setempat sebenarnya sudah mengimbau para peternak untuk mengolah limbah menjadi biogas. Namun, karena jumlah limbah yang banyak dan kurangnya kesadaran, sebagian peternak masih membuang limbah langsung ke sungai. Oleh karena itu, diperlukan kerja sama antara masyarakat dan peternak untuk mengelola limbah dengan baik agar lingkungan tetap bersih dan ekosistem sungai tidak rusak.

LIVEWORKSHEETS

Sumber : Pebrianti, C. 28 November 2023. Tercemar Limbah Kotoran Sapi, Sungai Keyang Ponorogo Berbau-Berubah Warna. https://www.detik.com/jatim/berita/d-7060820/tercemar-limbah-kotoran-sapi-sungai-keyang-ponorogo-berbau-berubah-warna

1. Orientasi Masalah — **Indikator Menafsirkan**

Berdasarkan artikel Sungai Keyang yang tercemar akibat limbah kotoran sapi, identifikasilah masalah utama yang terjadi! Selanjutnya, tulislah beberapa rumusan masalah yang berkaitan dengan pencemaran Sungai Keyang dan hubungkan dengan kondisi lingkungan di sekitarmu!

Jawab :

LIVEWORKSHEETS

Eco-Organize

2. Mengorganisasi Siswa — **Indikator Menganalisis**

Jawablah pertanyaan berikut untuk menganalisis penyebab dan solusi yang tepat untuk permasalahan tersebut!

1. Berdasarkan artikel tentang Sungai Keyang yang tercemar akibat limbah kotoran sapi, analisislah faktor penyebab dan dampak terjadinya pencemaran di Sungai Keyang!

Jawab :

2. Menurut kelompokmu, bagaimana cara menjernihkan air sungai yang tercemar agar dapat digunakan kembali oleh masyarakat?

Jawab :

LIVEWORKSHEETS

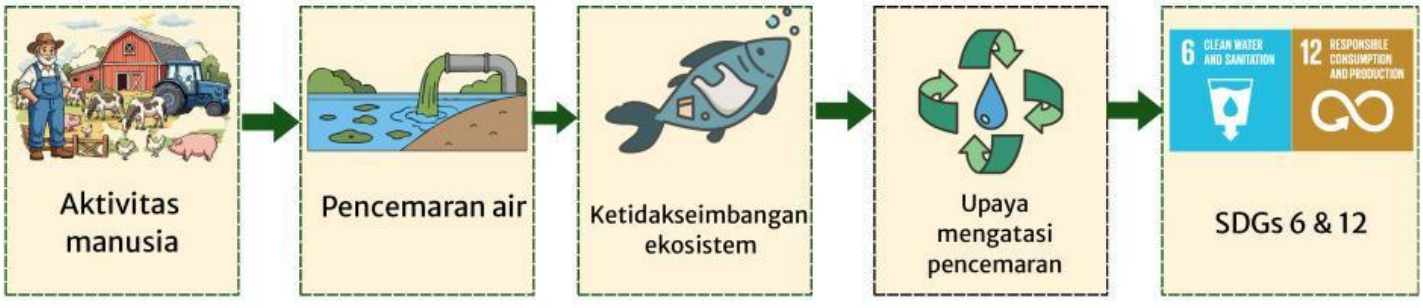
Eco-Connect

Pencemaran Sungai Keyang menunjukkan bahwa konsep ekosistem berkaitan erat dengan permasalahan lingkungan dalam kehidupan nyata. Dalam ekosistem sungai, komponen biotik, seperti ikan, tumbuhan air, dan mikroorganisme, berinteraksi dengan komponen abiotik, seperti air, oksigen, dan pH. Masuknya limbah kotoran sapi ke sungai dapat mengubah kualitas air sehingga mengganggu interaksi antarkomponen dan menyebabkan ketidakseimbangan ekosistem.

Permasalahan tersebut merupakan salah satu contoh isu pencemaran air yang dapat dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Pembuangan limbah rumah tangga, peternakan, maupun kegiatan lainnya ke perairan tanpa pengolahan yang tepat dapat menurunkan kualitas air dan mengganggu kehidupan organisme. Oleh karena itu, menjaga keseimbangan ekosistem tidak hanya dilakukan dengan memahami hubungan antarkomponen, tetapi juga melalui tindakan nyata untuk mencegah dan mengurangi pencemaran.

Upaya tersebut berkaitan dengan SDG 6 (Air Bersih dan Sanitasi Layak) melalui perlindungan kualitas dan ketersediaan air bersih serta SDG 12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab) melalui pengurangan dan pengelolaan limbah secara bertanggung jawab. Dalam kehidupan sehari-hari, dukungan terhadap kedua tujuan tersebut dapat dilakukan dengan tidak membuang sampah dan limbah ke perairan, mengurangi penggunaan bahan yang berpotensi mencemari air, serta mengelola limbah sebelum dibuang ke lingkungan.

Dengan demikian, mempelajari ekosistem membantu kita memahami bahwa aktivitas manusia, kualitas lingkungan, keseimbangan ekosistem, dan pencapaian SDGs saling berkaitan. Menjaga kebersihan dan kualitas air merupakan salah satu tindakan nyata untuk menjaga keberlanjutan ekosistem dan kehidupan manusia.



LIVEWORKSHEETS

Eco-Investigation

3. Membimbing Penyelidikan Kelompok — **Indikator Mengiferensi**

Setelah mengidentifikasi permasalahan pencemaran air, saatnya kalian melakukan penyelidikan untuk menemukan solusi yang tepat berdasarkan data dan informasi yang telah diperoleh.

Selanjutnya, bersama kelompok kalian akan merancang dan melakukan penyelidikan tentang penjernihan air sederhana. Gunakan pengetahuan yang telah dimiliki serta berbagai sumber belajar untuk menentukan alat, bahan, dan langkah kerja yang paling sesuai.

Sebelum mulai merancang percobaan, amati video berikut yang menampilkan berbagai metode penjernihan air sederhana. Gunakan informasi dari video sebagai referensi untuk mengembangkan ide dan menyusun prosedur penyelidikan yang akan dilakukan.

Metode Filtrasi	Metode Koagulasi	Metode Adsorpsi

Setelah mengamati video, diskusikan bersama kelompokmu karakteristik dari ketiga metode penjernihan air tersebut. Berdasarkan informasi yang diperoleh, tentukan metode yang diperkirakan paling efektif untuk memperbaiki kualitas air dan tuliskan alasan yang mendukung dugaanmu. Selanjutnya, susunlah rancangan penyelidikan untuk menguji dugaan tersebut.

Dugaan sementara (hipotesis) :

LIVEWORKSHEETS

Penjernihan Air Sederhana

Tujuan : Siswa dapat membuat metode penjernihan air sederhana secara berkelompok.

Langkah Kerja :

1. Berkumpulah dengan kelompok kalian sesuai dengan pertemuan sebelumnya.
2. Diskusikan dengan kelompok kalian untuk membuat metode penjernihan sederhana.
3. Tuliskan alat dan bahan yang kalian gunakan dalam membuat metode penjernihan air sederhana.
4. Catat dan dokumentasikan percobaan yang telah kalian lakukan.
5. Presentasikan hasil percobaan kalian di depan kelas.

Jawablah pertanyaan di bawah ini bersama kelompok kalian!

1. Tuliskan metode penjernihan air beserta alat dan bahan yang kalian gunakan dalam penjernihan air sederhana!

Jawab :

2. Tuliskan langkah kerja sesuai dengan metode penjernihan air sederhana yang kalian gunakan!

Jawab :

3. Tuliskan parameter kualitas air yang kalian gunakan dalam percobaan membuat metode penjernihan air sederhana!

Jawab :

LIVEWORKSHEETS

Eco-Data

4. Mengembangkan & Menyajikan Hasil Karya

Indikator Menjelaskan

Setelah melakukan penyelidikan penjernihan menggunakan sampel air sungai tercemar yang diperoleh dari lingkungan sekitar, catatlah hasil pengamatan kualitas air sebelum dan sesudah proses penjernihan berdasarkan parameter warna, bau, dan pH pada tabel berikut!

Parameter Kualitas Air	Sebelum Proses Penjernihan	Sesudah Proses Penjernihan
Warna		
Bau		
pH		

Keterangan:

- Warna : (–) jernih, (+) keruh tanpa endapan, (++) keruh dan terdapat endapan, (+++) sangat keruh dan terdapat endapan.
- Bau : (–) tak berbau, (+)sedikit berbau, (++) berbau, (+++) sangat berbau
- pH : pH<7 (asam), pH=7 (netral), pH>7 (basa)

Unggahlah dokumentasi dan hasil penyelidikan penjernihan sampel air sungai tercemar kelompok kalian melalui *QR code* berikut!

Hasil Penyelidikan

LIVEWORKSHEETS

Setelah melakukan penyelidikan dan mencatat hasil pengamatan, presentasikan hasil penyelidikan kelompok kalian di depan kelas!

Eco-Reflection

5. Analisis & Evaluasi

Indikator Mengevaluasi & Regulasi Diri

Berdasarkan hasil penyelidikan penjernihan air sederhana yang telah kalian lakukan, diskusikan dan jawablah pertanyaan berikut bersama kelompok kalian.

1. Berdasarkan hasil penyelidikan, apakah dugaan sementara (hipotesis) yang telah kalian buat sebelumnya sesuai dengan hasil yang diperoleh? Jelaskan berdasarkan perubahan warna, bau, dan pH sampel air sebelum dan sesudah proses penjernihan!

Jawab :

2. Apakah metode penjernihan air yang kalian lakukan dapat menghilangkan semua partikel polutan? Jika tidak, partikel apa yang masih tersisa?

Jawab :

LIVEWORKSHEETS

3. Apa kelebihan dan kekurangan metode penjernihan air yang kalian lakukan?

Jawab :

4. Bagaimana hubungan kegiatan penjernihan air sederhana yang kalian lakukan dapat mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs)? Jelaskan!

Jawab :

5. Buatlah kesimpulan berdasarkan hasil penyelidikan penjernihan air yang telah kalian lakukan!

Jawab :

LIVEWORKSHEETS

Tabel Refleksi Diri

Isilah kolom pencapaian indikator berpikir kritis menggunakan tanda check list (√) pada angka yang sesuai dengan kondisi yang Anda alami.
1 = Sangat tidak setuju, 2 = Tidak setuju, 3 = Biasa saja, 4 = Setuju, 5 = Sangat setuju

No.	Pernyataan	Keterangan				
		1	2	3	4	5
1.	Saya mampu menafsirkan permasalahan pencemaran air berdasarkan informasi yang disajikan serta menghubungkannya dengan kondisi lingkungan sekitar. (Menafsirkan)					
2.	Saya mampu menganalisis faktor penyebab dan dampak pencemaran air terhadap ekosistem dan kehidupan makhluk hidup berdasarkan hasil diskusi. (Menganalisis)					
3.	Saya mampu membuat hipotesis mengenai metode penjernihan air yang diperkirakan efektif berdasaekan informasi yang diperoleh. (Mengiferensi)					
4.	Saya mampu merancang dan melakukan penyelidikan penjernihan air sederhana menggunakan metode filtrasi, koagulasi, atau adsorpsi berdasarkan rancangan penyelidikan yang telah disusun. (Mengiferensi)					
5.	Saya mampu menjelaskan perubahan kualitas air sebelum dan sesudah proses penjernihan berdasarkan warna, bau, dan pH air. (Menjelaskan)					
6.	Saya mampu mengevaluasi efektivitas serta kelebihan dan kekurangan metode penjernihan air sederhana berdasarkan hasil penyelidikan. (Mengevaluasi)					
7.	Saya mampu menjelaskan hubungan antara aktivitas manusia, pencemaran air, dan ketidakseimbangan ekosistem serta mengaitkan upaya mengatasi pencemaran air dengan SDG 6 dan SDG 12 dalam kehidupan sehari-hari. (Menjelaskan)					
8.	Saya mampu mengevaluasi proses pembelajaran dan kemampuan berpikir kritis yang dimiliki melalui kegiatan refleksi secara jujur dan objektif serta menentukan hal yang perlu diperbaiki untuk kegiatan pembelajaran selanjutnya. (Meregulasi Diri)					

LIVEWORKSHEETS

Eco-Insight

- Pencemaran air terjadi ketika bahan pencemar masuk ke perairan sehingga menurunkan kualitas air dan mengganggu keseimbangan ekosistem. Pencemaran dapat berasal dari aktivitas manusia, seperti pembuangan limbah rumah tangga, peternakan, pertanian, dan kegiatan lainnya ke perairan.
- Pencemaran air dapat menyebabkan penurunan kualitas air, berkurangnya oksigen terlarut, terganggunya kehidupan organisme perairan, eutrofikasi, serta ketidakseimbangan ekosistem.
- Kualitas air secara sederhana dapat diamati melalui beberapa parameter, seperti warna, bau, dan pH.
- Salah satu upaya memperbaiki kualitas air tercemar adalah penjernihan air sederhana, antara lain:

1. Filtrasi: memisahkan partikel pengotor melalui media penyaring.
2. Koagulasi: menggumpalkan partikel-partikel kecil agar lebih mudah dipisahkan.
3. Adsorpsi: mengikat zat tertentu pada permukaan bahan adsorben, seperti arang aktif.

- Hasil penjernihan berdasarkan warna, bau, dan pH belum dapat digunakan untuk memastikan bahwa air aman dikonsumsi, karena masih mungkin terdapat mikroorganisme atau zat pencemar lainnya.
- Upaya menjaga dan memperbaiki kualitas air berkaitan dengan SDG 6 (Air Bersih dan Sanitasi Layak) serta SDG 12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab) melalui pencegahan pencemaran dan pengelolaan limbah secara bertanggung jawab.
- Menjaga kualitas air merupakan bagian dari upaya mempertahankan keseimbangan ekosistem dan keberlanjutan lingkungan.

LIVEWORKSHEETS