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 Ngadirejo, Ponorogo merasa khawatir karena kondisi sungai semakin tercemar. Seperti yang terlihat pada **Gambar 1**, air Sungai Keyang tampak berwarna kehijauan dan keruh akibat pencemaran. Selain itu, pada **Gambar 2** terlihat adanya endapan limbah kotoran sapi di sekitar aliran sungai. Limbah tersebut menyebabkan air sungai 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 dan sungai di lingkungan sekitar kalian!

Jawab :

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

Jawab :

LIVEWORKSHEETS

Eco-Connect

Pencemaran Sungai Keyang akibat limbah kotoran sapi menunjukkan bahwa aktivitas manusia dapat memengaruhi kualitas air dan keseimbangan ekosistem. Limbah yang masuk ke sungai dapat mengubah kondisi air sehingga mengganggu organisme perairan dan pemanfaatan air oleh masyarakat.

Kita dapat menjaga kualitas air dengan mengurangi pencemaran dan mengelola limbah secara bertanggung jawab.

Alur Masalah Pencemaran dan Solusinya

1. Aktivitas Manusia

Peternakan dan kegiatan lain menghasilkan limbah.

2. Pencemaran Air

Limbah dibuang langsung ke sungai sehingga mencemari air.

3. Dampak

Organisme perairan terganggu dan kualitas air menurun.

4. Ketidakseimbangan Ekosistem

Rantai makanan terganggu dan ekosistem tidak seimbang.

5. Solusi

Pengolahan limbah, penjernihan air, dan pembersihan sungai secara rutin.

Air bersih, ekosistem seimbang, kehidupan terjaga!

Keterkaitan dengan SDGs

6 AIR BERSIH DAN SANITASI LAYAK

SDG 6: Air Bersih dan Sanitasi Layak

Menjaga kualitas air dengan mencegah dan mengurangi pencemaran.

12 KONSUMSI DAN PRODUKSI YANG BERTANGGUNG JAWAB

SDG 12: Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab

Mengelola limbah secara bertanggung jawab untuk mengurangi pencemaran dan menjaga lingkungan.

Aksi Kita

Tidak membuang sampah & limbah ke sungai.

Mengolah limbah sebelum dibuang ke perairan.

Menjaga kebersihan sungai & lingkungan sekitar.

Gunakan air secara hemat & bertanggung jawab

LIVEWORKSHEETS

Eco-Investigation

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

Setelah mengidentifikasi permasalahan pencemaran air, lakukan penyelidikan bersama kelompok untuk menentukan solusi melalui penjernihan air sederhana. Amati video berbagai metode penjernihan air berikut sebagai referensi dalam menentukan alat, bahan, dan langkah kerja penyelidikan yang sesuai.

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 melakukan penyelidikan penjernihan air sederhana secara berkelompok menggunakan metode yang telah ditentukan.

Langkah Kerja :

1. Berkumpulah dengan kelompok kalian sesuai dengan pertemuan sebelumnya.
2. Perhatikan metode penjernihan air yang diperoleh kelompokmu.
3. Siapkan alat dan bahan sesuai dengan metode penjernihan air kelompokmu.
4. Lakukan percobaan sesuai langkah kerja metode yang diperoleh.
5. Catat dan dokumentasikan percobaan yang telah kalian lakukan.
6. 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.					
2.	Saya mampu **menganalisis** faktor penyebab dan dampak pencemaran air terhadap ekosistem dan kehidupan makhluk hidup berdasarkan hasil diskusi.					
3.	Saya mampu **membuat hipotesis** mengenai metode penjernihan air yang diperkirakan efektif berdasaekan informasi yang diperoleh.					
4.	Saya mampu **merancang dan melakukan penyelidikan** penjernihan air sederhana menggunakan metode filtrasi, koagulasi, atau adsorpsi berdasarkan rancangan penyelidikan yang telah disusun.					
5.	Saya mampu **menjelaskan** perubahan kualitas air sebelum dan sesudah proses penjernihan berdasarkan warna, bau, dan pH air.					
6.	Saya mampu **mengevaluasi** efektivitas serta kelebihan dan kekurangan metode penjernihan air sederhana berdasarkan hasil penyelidikan.					
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.					
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.					

LIVEWORKSHEETS

Eco-Insight

Pencemaran Air

Terjadi ketika bahan pencemar masuk ke perairan sehingga menurunkan kualitas air dan mengganggu keseimbangan ekosistem.

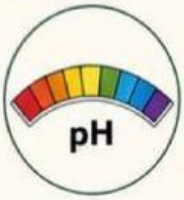
Sumber pencemar : Rumah Tangga + Peternakan + Industri + Pertanian → Pencemaran Air

Dampak : Kualitas air menurun, oksigen terlarut berkurang, organisme perairan terganggu, dan ekosistem tidak seimbang

KUALITAS AIR SEDERHANA DAPAT DIAMATI MELALUI:

WARNA
Air jernih tidak berwarna atau hanya sedikit berwarna.

BAU
Air bersih tidak berbau atau memiliki bau yang normal.



pH
Air bersih memiliki pH mendekati netral (6–8).

UPAYA MEMPERBAIKI KUALITAS AIR TERCEMAR: PENJERNIHAN AIR SEDERHANA

1 FILTRASI

Menyaring kotoran dan partikel padat melalui media penyaring.

2 KOAGULASI

Menggumpalkan partikel-partikel halus menjadi flok agar lebih mudah mengendap.

3 ADSORPSI

Mengikat zat tertentu pada permukaan bahan adsorben, seperti warna dan bau.

Berkontribusi pada SDGs

LIVEWORKSHEETS