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 ketidakseimbangan lingkungan akibat pencemaran air berdasarkan informasi yang disajikan.
2. Siswa mampu menganalisis faktor penyebab dan dampak pencemaran air terhadap ekosistem dan kehidupan makhluk hidup berdasarkan hasil diskusi.
3. Siswa mampu merumuskan masalah terkait upaya penjernihan air sederhana berdasarkan permasalahan yang disajikan.
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 menganalisis 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 menyimpulkan hubungan antara aktivitas manusia, pencemaran lingkungan, ketidakseimbangan ekosistem, serta kaitannya dengan tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) berdasarkan hasil analisis.
8. Siswa mampu mengevaluasi proses pembelajaran dan kemampuan berpikir kritis yang dimiliki melalui kegiatan refleksi secara jujur dan objektif.

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 sungai Keyang di Sooko yang sudah tercemar limbah kotoran sapi

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 oleh limbah kotoran sapi, identifikasilah masalah utama yang terjadi dan tulislah beberapa rumusan masalah yang berkaitan dengan pencemaran Sungai Keyang!

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 oleh 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 aktivitas manusia dapat mengganggu keseimbangan ekosistem. Limbah kotoran sapi yang masuk ke sungai menurunkan kualitas air dan kadar oksigen sehingga mengancam kehidupan organisme air serta merusak rantai makanan. Kondisi ini juga dapat memicu eutrofikasi (ledakan pertumbuhan alga) yang menyebabkan air menjadi keruh, berbau, dan tidak layak bagi makhluk hidup.

Permasalahan ini berkaitan dengan SDGs, yaitu:

- SDG 6 (Air Bersih dan Sanitasi Layak) → karena pencemaran sungai menyebabkan kualitas air menurun dan mengurangi ketersediaan air bersih bagi masyarakat.
- SDG 12 (Konsumsi dan Produksi Bertanggung Jawab) → karena limbah peternakan perlu dikelola dengan baik agar tidak mencemari lingkungan.
- SDG 13 (Penanganan Perubahan Iklim) → karena pengelolaan limbah yang buruk dapat menghasilkan gas rumah kaca seperti metana yang berkontribusi terhadap pemanasan global dan perubahan iklim.
- SDG 15 (Ekosistem Daratan) → karena pencemaran air dapat merusak ekosistem sungai dan lingkungan di sekitarnya.

Oleh karena itu, pengelolaan limbah yang baik sangat penting untuk menjaga kualitas lingkungan, kelestarian ekosistem, dan keberlanjutan kehidupan masyarakat.

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

Diskusikan rancangan percobaan bersama anggota kelompok, kemudian tentukan metode yang paling efektif untuk menguji kemampuan bahan penjernih dalam memperbaiki kualitas air.

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 tentang penjernihan air, tuliskan pengamatan kalian terhadap kualitas air sebelum dan sesudah proses penjernihan yang meliputi warna, bau, dan pH!

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 hasil penyelidikan penjernihan air kelompok kalian melalui QR *code* pengumpulan 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. Apakah metode penjernihan air yang kalian gunakan mampu memperbaiki kualitas air? Jelaskan berdasarkan hasil pengamatan warna, bau, dan pH air sebelum dan sesudah 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 ketidakseimbangan lingkungan akibat pencemaran air berdasarkan informasi yang disajikan. (Menafsirkan)					
2.	Saya mampu menganalisis faktor penyebab dan dampak pencemaran air terhadap ekosistem dan kehidupan makhluk hidup berdasarkan hasil diskusi. (Menganalisis)					
3.	Saya mampu merumuskan masalah terkait penyelidikan penjernihan air sederhana. (Mengiferensi)					
4.	Saya mampu merancang dan melakukan penyelidikan penjernihan air sederhana menggunakan metode filtrasi, koagulasi, dan adsorpsi. (Menjelaskan)					
5.	Saya mampu menganalisis perubahan kualitas air sebelum dan sesudah proses penjernihan berdasarkan warna, bau, dan pH air. (Menganalisis)					
6.	Saya mampu mengevaluasi efektivitas serta kelebihan dan kekurangan metode penjernihan air sederhana sebagai solusi pencemaran air. (Mengevaluasi)					
7.	Saya mampu menyimpulkan hubungan antara aktivitas manusia, pencemaran lingkungan, ketidakseimbangan ekosistem, dan kaitannya dengan SDGs. (Mengiferensi)					
8.	Saya mampu mengevaluasi proses pembelajaran dan kemampuan berpikir kritis yang dimiliki melalui kegiatan refleksi secara jujur dan objektif. (Meregulasi Diri)					

LIVEWORKSHEETS

Eco-Insight

- Pencemaran air terjadi ketika zat asing seperti limbah masuk ke dalam perairan sehingga menurunkan kualitas air. Salah satu penyebabnya adalah limbah organik dan anorganik dari aktivitas manusia, seperti limbah peternakan dan rumah tangga.
- Pencemaran air dapat menyebabkan:
  a. Penurunan kadar oksigen dalam air
  b. Kematian organisme air
  c. Terjadinya eutrofikasi (ledakan alga)
  d. Gangguan rantai makanan
- Selain itu, limbah organik yang terurai dapat menghasilkan gas rumah kaca seperti metana yang berkontribusi terhadap perubahan iklim.
- Sebagai solusi, dapat dilakukan penjernihan air sederhana, antara lain:
  a. Filtrasi: menyaring partikel besar
  b. Koagulasi: menggumpalkan partikel kecil
  c. Adsorpsi: menyerap zat pencemar menggunakan arang aktif
- Meskipun metode ini dapat memperbaiki kualitas air, diperlukan pengolahan lanjutan agar air benar-benar aman digunakan.
- Kaitan dengan SDGs:
  a. SDG 6: Air bersih dan sanitasi layak
  b. SDG 13: Penanganan perubahan iklim
  c. SDG 15: Menjaga ekosistem
- Pengelolaan limbah dan air yang baik merupakan langkah penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan keberlanjutan lingkungan.

LIVEWORKSHEETS