



E-LKPD BIOLOGI PENCEMARAN AIR

Kelompok/Kelas :

Nama Anggota :

1.
2.
3.
4.
5.



Penyusun : Firdya Annisa C.S.
Pembimbing : Prof. Dr. Endang Susantini, M.Pd.

Untuk Siswa Kelas X SMA/MA

**Semester
II**

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis haturkan kepada Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* atas segala limpahan rahmat, nikmat dan karuni-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan E-LKPD Biologi berbasis *Problem Based Learning* dengan submateri “Pencemaran Tanah”. E-LKPD ini disusun berdasarkan kurikulum merdeka untuk sekolah menengah atas (SMA/MA) kelas X.

E-LKPD ini disusun untuk memenuhi kebutuhan peserta didik dalam melaksanakan proses pembelajaran. Penyajian E-LKPD ini disesuaikan dengan 4 indikator berpikir kritis yaitu interpretasi, analisis, eksplanasi, dan regulasi diri. Serta mengikuti 5 sintaks model pembelajaran *Problem Based Learning* yaitu (1) Orientasi peserta didik terhadap masalah, (2) mengorganisasi peserta didik untuk belajar, (3) membimbing penyelidikan individual dan kelompok, (4) mengembangkan dan menyajikan hasil karya, dan (5) menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada ibu Prof. Dr. Endang Susantini, M.Pd. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan arahan selama penyusunan E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah turut serta membantu dan memotivasi penulis hingga penyelesaian E-LKPD berbasis *Problem Based Learning*. Semoga Allah SWT. menerima dan membalas amal baik kita semua. Aamiin Ya Rabbal Al-amin.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan E-LKPD berbasis *Problem Based Learning* pada submateri “Pencemaran Tanah” ini. Semoga E-LKPD ini dapat bermanfaat bagi Bapak/Ibu guru, peserta didik dan semua pihak yang memakainya.

Surabaya, 3 Januari 2025
Penulis,

Firdya Annisa C.S.

DAFTAR ISI



KATA PENGANTAR.....	1
DAFTAR ISI	2
Petunjuk Penggunaan.....	3
Fitur-fitur E-LKPD.....	4
Capaian dan Tujuan Pembelajaran.....	5
Bentuk Belajar	6
Peta Konsep	7
Kegiatan E-LKPD	8
Refleksi Diri	18
Daftar Pustaka.....	20





Petunjuk Siswa

- Sebelum memulai kegiatan, peserta didik berdoa terlebih dahulu menurut kepercayaan masing-masing
- Peserta didik duduk secara berkelompok yang terdiri dari 5 orang untuk memudahkan proses diskusi
- Peserta didik memastikan koneksi internet pada *handphone* atau laptop tersambung, kemudian guru memberikan link *liveworksheet* E-LKPD, peserta didik dapat langsung mengakses link yang sudah dibagi
- Sebelum mengerjakan, peserta didik mengisi identitas terlebih dahulu pada sampul E-LKPD
- Peserta didik yang mengalami kendala atau kesulitan dalam mengakses E-LKPD dapat meminta bimbingan guru
- Peserta didik membaca dan memahami petunjuk penggunaan E-LKPD
- Peserta didik membaca dan memahami tujuan pembelajaran
- Peserta didik melakukan setiap kegiatan pembelajaran dengan baik dan sistematis sesuai dengan tahapan model pembelajaran *Problem Based Learning* pada E-LKPD
- Peserta didik melakukan kegiatan evaluasi dengan baik dan benar
- Setelah selesai mengerjakan, peserta didik dapat menekan tombol **finish** pada bagian bawah E-LKPD, kemudian klik *email my answers to my teacher* -> isi **Enter your full name** dengan nama lengkap ketua kelompok -> isi **Group/level** dengan kelas -> isi **School subject** dengan **"Biologi"** -> isi **Enter your teachers email or key code** dengan email guru



FITUR-FITUR E-LKPD



Think About it!

Berisi perintah untuk merumuskan suatu masalah perubahan lingkungan dan menjawab pertanyaan sesuai indikator berpikir kritis yaitu **Interpretasi, Eksplanasi, dan Analisis**



Reading is Fun

Berisi bacaan/artikel terkait konsep-konsep penting pada materi perubahan lingkungan yaitu **Interpretasi**



Let's Watching

Berisi video-video yang berkaitan dengan permasalahan dan pembelajaran pada materi perubahan lingkungan sesuai dengan indikator berpikir kritis yaitu **Interpretasi dan Analisis**



Experiment Go

Berisi langkah-langkah kegiatan praktikum yang akan dilakukan (interpretasi) serta aktivitas peserta didik dalam menyusun, menyajikan hasil karya secara berkelompok dan memberi tanggapan sesuai dengan indikator berpikir kritis **Analisis dan Eksplanasi**



Analyse This!

Berisi kegiatan menganalisis hasil pengamatan dan menarik kesimpulan yang mencakup indikator berpikir kritis yaitu **Analisis**



Today Reflection

Berisi kegiatan merefleksi diri setelah mengikuti kegiatan pembelajaran perubahan lingkungan sesuai indikator berpikir kritis yaitu **Regulasi diri**

CAPAIAN & TUJUAN PEMBELAJARAN



CAPAIAN PEMBELAJARAN

Capaian Pembelajaran Umum :

Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan untuk responsif terhadap isu-isu global dan berperan aktif dalam memberikan penyelesaian masalah. Kemampuan tersebut antara lain mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penelitian, memproses dan menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan merefleksi, serta mengkomunikasikan dalam bentuk proyek sederhana atau simulasi visual menggunakan aplikasi teknologi yang tersedia terkait dengan pemanasan global, pencemaran lingkungan dalam kehidupan sehari-hari, pemanfaatan limbah dan bahan alam. Semua upaya tersebut diarahkan pada pencapaian tujuan pembangunan yang berkelanjutan (SDGs). Melalui keterampilan proses juga dibangun sikap ilmiah dan profil pelajar pancasila.

Capaian Pembelajaran Elemen Pemahaman Biologi :

Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait perubahan lingkungan.

TUJUAN PEMBELAJARAN

Pertemuan 1 :

- Peserta didik dapat mengidentifikasi isu lingkungan pada topik pencemaran air melalui permasalahan yang disajikan (*Interpretasi*)
- Peserta didik dapat menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya pencemaran air dengan tepat (*Interpretasi dan Analisis*)
- Peserta didik dapat mengidentifikasi dampak pencemaran air bagi kehidupan dengan tepat (*Interpretasi*)
- Peserta didik dapat merumuskan masalah terkait solusi permasalahan yang disajikan (*Analisis*)
- Peserta didik dapat membuat hipotesis terkait solusi permasalahan yang disajikan (*Analisis*)
- Peserta didik dapat menguji hipotesis melalui kegiatan praktikum (*Analisis dan Eksplanasi*)

Pertemuan 2 :

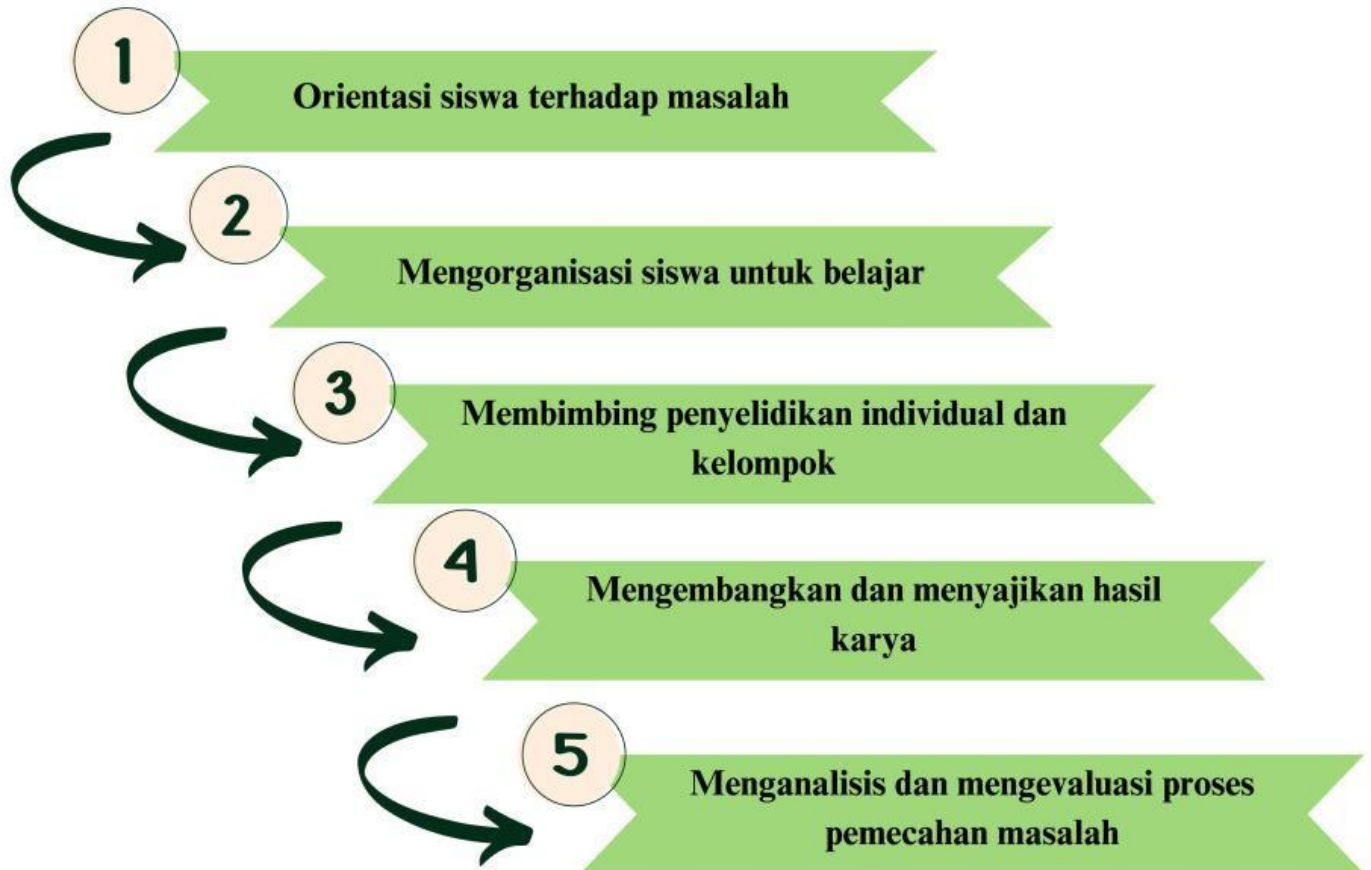
- Peserta didik dapat memberikan alternatif solusi upaya penanganan permasalahan dengan tepat (*Analisis*)
- Peserta didik dapat menarik kesimpulan terkait solusi permasalahan yang disajikan (*Analisis dan Regulasi diri*)
- Peserta didik dapat mengevaluasi kegiatan praktikum dengan mengisi refleksi diri (*Regulasi diri*)

PROFIL PELAJAR PANCASILA

1. Bergotong royong
2. Kreatif
3. Bernalar kritis



SINTAKS *PROBLEM BASED LEARNING*



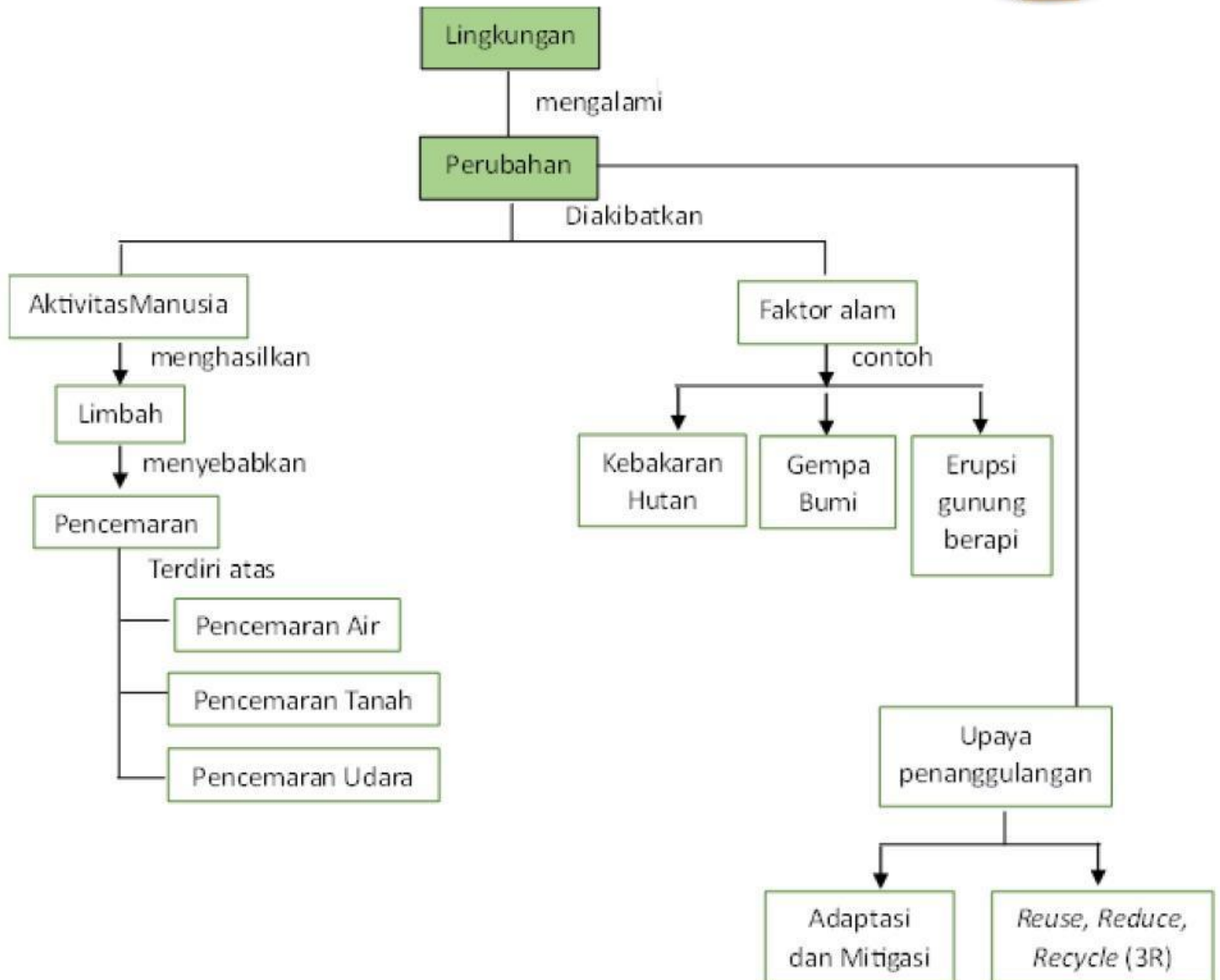
INDIKATOR KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS



- Interpretasi (memahami) : Kegiatan memahami serta mengungkapkan makna dari sebuah pengalaman atau keadaan.
- Analisis (menganalisis) : Proses identifikasi permasalahan secara aktual
- Eksplanasi (menjelaskan) : Menghadirkan pernyataan serta menyajikan alasan dalam bentuk argument yang meyakinkan
- Regulasi diri (refleksi) : Penilaian dan koreksi diri selama mengikuti pembelajaran



PETA KONSEP



KEGIATAN PEMBELAJARAN



Pendahuluan

Kamu telah mempelajari komponen ekosistem, macam-macam ekosistem, interaksi pada ekosistem, jenis-jenis pencemaran. Pencemaran lingkungan sudah tidak asing lagi bagi kita. Apakah anda sudah melihat atau merasakan adanya pencemaran di wilayah lingkungan tempat tinggal kalian? Pernakah kalian melihat sungai yang berbusa di sekitar kalian ? Tahukah anda apa yang menjadi penyebab pencemaran tersebut ?



Reading is Fun

Pencemaran Air



Pencemaran merupakan masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, energi, zat maupun komponen lain yang dapat menimbulkan kelebihan pada baku mutu yang telah ditetapkan (Arni dan Susilawati, 2022). Pencemaran air terjadi karena masuknya zat-zat yang mengakibatkan kualitas air terganggu. Kebersihan air ditetapkan pada standar baku mutu. Standar baku mutu air yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah nomor 22 tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, yakni untuk air kelas 2 seperti sungai memiliki kandungan kadar mineral 1.000 ppm, dengan pH 6-9. Pengaruh dominan timbulnya pencemaran adalah kerusakan yang diakibatkan oleh manusia dari pola kehidupannya dalam memanfaatkan alam Hal ini dapat terjadi pada sumber mata air, sungai, waduk, dan air laut. Berdasarkan jenis bahannya pencemaran air dibedakan menjadi 3 yaitu bahan pencemaran fisik, bahan pencemaran biologis, dan bahan pencemaran kimia. Akibat pencemaran air adalah penurunan kualitas air dan gangguan penggunaan. Dampak negatif dari pencemaran ini antara lain adalah pengurangan oksigen terlarut peningkatan derajat eutropikasi, dan penurunan biota air (Mardhia dan Abdullah, 2018).

Setelah membaca materi diatas, coba uraikan pemahaman yang kalian dapatkan terkait pencemaran air!

.....

.....

.....

KEGIATAN PEMBELAJARAN



Think About it!

Fase 1 : Orientasi Masalah

Keterampilan Berpikir Kritis :

- Interpretasi

Bacalah dua artikel berita dibawah ini dengan teliti dan seksama !

Analisis Uji Kualitas Air di Sungai Kalidami, Kota Surabaya



Sungai Kalidami Surabaya merupakan salah satu saluran yang digunakan sebagai drainase dan saluran air limbah yang menampung daerah Surabaya Timur dari Pakuwon City. Sungai Kalidami mengalami pencemaran yang berasal dari limbah rumah tangga yang secara langsung dibuang ke sungai tanpa melakukan pengelolaan. Manusia sering memanfaatkan sungai sebagai tempat pembuangan hasil sampingan yang secara tidak langsung dapat merusak ekosistem sungai. Data Statistik Lingkungan Hidup Indonesi (2020) menunjukkan bahwa lebih dari separuh rumah tangga, atau sekitar 57,42% di Indonesia membuang air limbah dari aktivitas mandi, mencuci, dan dapur ke dalam sungai (Annur, 2021).

Pesatnya pertumbuhan ekonomi, aktivitas produksi industri dan urbanisasi menyebabkan limbah sampingan yang dihasilkan mengalami kenaikan volume. Peningkatan limbah sampingan yang dapat mengakibatkan tekanan terhadap ekosistem air dan membahayakan keberlanjutan kehidupan dalam perairan. Pencemaran air yang dihasilkan dari limbah domestik memiliki dampak yang dapat merugikan ekosistem sungai, seperti menurunnya jumlah oksigen terlarut di dalam air dan meningkatnya kandungan amonia dan fosfat di sungai.

KEGIATAN PEMBELAJARAN



Sungai Kalidami memiliki warna air abu-abu kehitaman yang disebabkan oleh adanya turbulensi air yang disebabkan oleh kecepatan aliran, sehingga menyebabkan proses pencampuran antara air dan sedimen dibawah sungai. Sungai Kalidami menerima limbah domestik yang berasal dari pemukiman warga yang membuat pipa saluran pembuangan menuju langsung kesungai.

Hasil Uji Kualitas Air di Sungai Kalidami

No.	Lokasi	Parameter				PP No. 22 Tahun 2021		
		Suhu (°C)	pH	DO (mg/L)	TDS (ppm)	pH	DO (mg/L)	TDS (ppm)
1.	Stasiun 1	31,1	5,85	0,5	416	6-9	4	1000
2.	Stasiun 2	30,3	5,19	2,2	455			
3.	Stasiun 3	31,1	5,86	2,9	521			
4.	Stasiun 4	32,4	6,3	3,6	2.230			

Hasil penelitian Ramadhani dan Laksani (2024) menunjukkan bahwa air Sungai Kalidami telah tercemar oleh limbah domestik karena dekat dengan pemukiman warga. Salah satu bahan pencemar yang paling banyak digunakan yaitu detergen. Air bekas cuci pakaian seperti detergen mengandung senyawa fosfat yang mencegah kotoran menempel kembali ke bahan yang sedang dicuci. Senyawa fosfat tersebut jika terakumulasi dalam jumlah banyak di perairan dapat menyebabkan booming alga (Pandiangan *et al.*,2023). Kandungan fosfat yang tinggi disebabkan karena adanya proses pencampuran antara volume air tawar dari hasil buangan masyarakat berupa limbah cair seperti air bekas mandi maupun mencuci. Secara langsung, hal tersebut menyebabkan dampak yang berbahaya bagi kehidupan seperti punahnya biota air, rusaknya ekosistem, air yang tercemar bahan kimia seperti fosfat dan amoniak juga dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti iritasi kulit hingga masalah serius pada sistem pencernaan.



Let's Watching

Ilustrasi video
penyebab dan
dampak
pencemaran air



KEGIATAN PEMBELAJARAN



1. Setelah kalian membaca artikel di atas, identifikasilah fakta-fakta pencemaran air yang kalian temukan! (**Interpretasi**)

2. Analisislah penyebab permasalahan tersebut dapat terjadi! (**Analisis**)

3. Analisislah dampak yang diakibatkan dari permasalahan tersebut! (**Analisis**)

4. Bagaimana upaya yang dapat kamu berikan untuk mengurangi permasalahan tersebut ? (**Eksplanasi**)

Setelah membaca artikel dan menjawab pertanyaan, sekarang kalian mengetahui permasalahan pencemaran air yang masih sering terjadi dan dapat memberikan upaya terbaik dalam mengurangi permasalahan tersebut. Selain mengurangi kalian juga perlu mengetahui cara yang tepat untuk mengatasi pencemaran yang telah terjadi. Salah satu cara yang tepat adalah dengan menggunakan **eco-enzyme** untuk penjernihan air. Tugas kalian adalah membuktikan pemecahan masalah berupa solusi dalam mengatasi pencemaran air dengan menggunakan **eco enzyme** secara berkelompok.

KEGIATAN PEMBELAJARAN



**Fase 2 : Mengorganisasi
peserta didik untuk belajar**

Keterampilan Berpikir Kritis :

- Interpretasi
- Analisis
- Eksplanasi

Eco enzyme merupakan hasil dari fermentasi limbah sampah organik seperti ampas buah dan sayuran, gula (gula aren, gula merah, atau gula tebu), dan air. Warnanya coklat gelap dan memiliki bau khas fermentasi asam manis yang kuat. Eco-enzyme memiliki manfaat yang berlipat ganda. Dengan memanfaatkan sampah organik sebagai bahan bakunya, kemudian dicampur dengan gula aren dan air, proses fermentasinya menghasilkan gas O₃ (ozon) dan hasil akhirnya adalah cairan pembersih (Imron, 2020). Selain itu, eco-enzyme dapat membantu meningkatkan kualitas air karena enzim yang dituangkan tersebut membantu mikroba air dalam proses degradasi serta membantu menghilangkan bau tidak sedap pada air. Lakukanlah praktikum pembuatan Eco-enzyme untuk membuktikan hal tersebut!

Indikator Eco-enzyme bereaksi dengan baik adalah sebagai berikut :

1. Warna yang dihasilkan coklat gelap dan lebih pekat
2. Aroma sesuai dengan bahan (tidak berbau busuk)
3. Tekstur lebih kental
4. pH < 4



Penjernihan air menggunakan
eco-enzyme

Simak video berikut ini untuk mengetahui lebih lanjut terkait penggunaan *eco-enzyme* untuk penjernihan air !



Bacalah artikel di bawah ini untuk menambah wawasan kalian terkait *eco-enzyme*!



KEGIATAN PEMBELAJARAN



Setelah menyimak video dan membaca artikel, kalian tentunya sudah memiliki pengetahuan lebih banyak tentang upaya mengatasi pencemaran air dengan menggunakan bahan organik yaitu Eco-enzyme. Berdasarkan hal tersebut, buatlah rumusan masalah, hipotesis, dan variabel percobaan yang akan dilakukan pada kolom di bawah ini!



Think About it

- Buatlah rumusan masalah berdasarkan praktikum yang akan kalian lakukan

- Tuliskan hipotesis atau dugaan sementara berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat!

- Identifikasilah variabel percobaan yang akan kalian lakukan

KEGIATAN PEMBELAJARAN



Fase 3 : Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok

Keterampilan Berpikir Kritis :

- Interpretasi
- Eksplanasi



Experiment Go

Berdasarkan video diatas, Tuliskan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan Eco-enzyme serta penjernihan air!

Alat	Bahan

Tuliskan prosedur kerja praktikum pembuatan Eco-enzyme !

Tuliskan prosedur kerja praktikum penjernihan air dengan Eco-enzyme !

- Kalian telah mengetahui rancangan percobaan pembuatan Eco-enzyme dan penjernihan air, sekarang silahkan untuk melakukan percobaan secara berkelompok berdasarkan langkah-langkah prosedur kerja yang telah ditentukan. Kemudian catatlah hasil pada tabel yang telah disediakan! *(lakukan pengamatan dengan membagi tugas antar setiap anggota kelompok)*