



UNESA
UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

Kurikulum
Merdeka

E-LKM BIOLOGI Berbasis STEM

PENGELOLAAN LIMBAH B3 BAHAN BERACUN DAN BERBAHAYA



Untuk SMA/SMK Sederajat

KELAS

X

Semester II

Penyusun:
Erina Rosyda Diyana

Dosen Pembimbing:
Dr. Rinie Pratiwi Puspitawati, M.Si.

LIVEWORKSHEETS

DAFTAR ISI



DAFTAR ISI

Daftar Isi	1
Peta Konsep.....	2
Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran.....	3
Identitas Siswa dan Petunjuk pengerjaan.....	4
Informasi Seputar STEM.....	5
E-LKM 1	
Orientasi Masalah Limbah B3.....	6
Identifikasi karakteristik dan Simbol B3.....	7
Analisis Kuantitatif Limbah B3.....	8
E-LKM 2	
Penerapan Virtual Lab Simulasi dan Rekayasa.....	9
Aplikasi Kampanye Edukasi Limbh B3.....	9
Kesimpulan dan Refleksi Diri.....	10
Daftar Pustaka	11





Peta Konsep

Pengelolaan Limbah B3

E-LKM 1

- Orientasi Masalah Limbah B3
- Study Case (5W + 1H)
- Karakteristik Simbol B3
- Piktogram dan Sifat bahan
- Analisis Kuantitatif B3
- Kalkulasi dan Grafik Data

Halaman 6-8

E-LKM 2

- Simulator Virtual Lab STEM
- Sintesis Karbon Aktif
- Rekayasa Ketebalan Filter
- Integrasi Safe B3 Box
- Kampanye Poster Edukasi Limbah B3
- Integrasi SDg 4 dan SDg 12

Halaman 9-10

Kesimpulan dan Refleksi

- Kesimpulan
- Refleksi Murid
- Evaluasi Metakognitif
- Evaluasi Problem Solving Murid

Halaman 11





Capaian Pembelajaran & Tujuan Pembelajaran



Capaian Pembelajaran

Pada akhir Fase E, murid memiliki kemampuan untuk menganalisis perubahan lingkungan, ekosistem, dan isu-isu lingkungan; serta menciptakan solusi atas permasalahan lingkungan lokal/global melalui pendekatan saintifik

Tujuan Pembelajaran

1. Murid mampu menganalisis jenis, karakteristik, dan dampak limbah B3 rumah tangga terhadap lingkungan dan kesehatan secara kritis melalui studi kasus
2. Murid mampu merancang, menguji, dan menganalisis efisiensi filter karbon aktif berbasis biomassa melalui simulasi Virtual Lab STEM secara interaktif.
3. Murid mampu menyusun dan mengomunikasikan poster kampanye edukasi pengelolaan limbah B3 di media sosial Instagram sebagai wujud tanggung jawab sosial mendukung target SDG 4 dan SDG 12.

Lembar Kerja Murid Elektronik

Mata Pelajaran : Biologi
Materi : Pengelolaan Limbah B3
Kelas/Fase : Kelas X-Genap/Fase E
Model Pembelajaran : *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)*



Identitas Siswa & Petunjuk Pengerjaan

Identitas Siswa

Nama

Kelas/Absen

Kelompok

Tanggal

Petunjuk Pengerjaan



1. Isi Identitas Diri pada kolom isian di bagian bawah ini dengan benar.
2. Kerjakan E-LKM secara interaktif dengan mengetik jawaban, memilih opsi, atau menggeser elemen pada halaman E-LKM.
3. Ikuti alur penugasan STEM secara cermat, mulai dari mengidentifikasi masalah hingga merancang menyimpulkan dan refleksi diri.
4. Kerjakan dengan sungguh-sungguh, jujur, dan teliti! Siswa dengan skor tertinggi dan jawaban paling tepat akan mendapatkan Reward Khusus.
5. Jika sudah selesai klik tombol "FINISH" di bagian paling bawah.



Informasi Seputar STEM

Apa sih STEM itu?

STEM merupakan singkatan dari Science, Technology, Engineering, and Mathematics adalah pendekatan belajar interdisipliner yang menggabungkan sains, teknologi, teknik, dan matematika untuk memecahkan masalah nyata di kehidupan sehari-hari (Kasuma *et al.*, 2022).

Science

Sains dalam STEM merupakan komponen untuk memahami fenomena alam, prinsip ilmiah, serta karakteristik fisika-kimia lingkungan (Hasanah, 2021). Pada E-LKM ini, aktivitas Science mengarahkan murid untuk mengidentifikasi simbol-simbol bahaya B3 dan menganalisis studi kasus dampak pencemaran limbah B3 (Nabila *et al.*, 2024).

Technology

Teknologi dalam STEM merupakan komponen yang memanfaatkan perangkat digital, platform interaktif, simulasi virtual, dan media sosial (Suwardi, 2021). Pada E-LKM ini, aktivitas Technology mengarahkan murid untuk mengakses secara interaktif, mengakses platform Virtual Lab, serta memanfaatkan fitur Instagram Carousel melalui QR Code untuk kampanye lingkungan (Dewi *et al.*, 2021).

Engineering

Engineering dalam STEM merupakan komponen yang menerapkan alur Engineering Design Process (EDP) melalui perancangan, pengujian simulasi, dan pembuatan prototipe untuk memecahkan masalah (Nurbayani *et al.*, 2023). Pada E-LKM ini, aktivitas Engineering mengarahkan murid untuk melakukan simulasi pada Virtual Lab Karbon Aktif guna menguji efektivitas penyerapan polutan, serta merancang prototipe wadah penampung terisolasi dan filter sederhana (Kasuma *et al.*, 2022).

Mathematics

Mathematics dalam STEM merupakan komponen yang menggunakan analisis kuantitatif, kalkulasi matematis, serta pengukuran parameter numerik untuk menganalisis data. Pada E-LKM ini, Mathematics mengarahkan murid untuk mengolah data hasil pengujian laboratorium (seperti perhitungan tingkat keterlampauan kadar logam berat dan pH air), serta mengkalkulasi dimensi dan membuat diagram batang (Prasetyo & Haryanto, 2023).

Lembar Kerja Murid Elektronik

Limbah Bahan Berbahaya dan beracun (B3)

A. Orientasi Masalah (Science)

Tugas 1: Memahami Konsep & Mengidentifikasi Masalah (5W+1H)
Bacalah Kasus berikut, Lalu Analisis soal yang ada di dalam tabel!

Pemkab Bogor Usut Penyebab Ribuan Ikan Mati di Sungai Cileungsi
 Komunitas Peduli Sungai Cileungsi Cikeas (KP2C) menyoroti dugaan pencemaran berat di aliran Sungai Cileungsi, Kabupaten Bogor. Pencemaran tersebut ditandai dengan ditemukannya ribuan ikan mati yang mengambang dari wilayah hulu hingga hilir sungai. Dugaan sementara, aliran sungai tersebut tercemar oleh limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) yang dibuang secara tidak bertanggung jawab. Tingkat kepekatan pencemaran yang tinggi ini membuat air sungai berbahaya bagi biota air dan ekosistem di sekitarnya. Pemerintah Kabupaten Bogor melalui Dinas Lingkungan Hidup (DLH) langsung turun tangan melakukan penelusuran serta pengujian sampel air untuk mengusut industri atau pihak yang membuang limbah berbahaya tersebut ke aliran sungai.

Detikcom - Pemkab Bogor Usut Penyebab Ribuan Ikan Mati di Sungai Cileungsi)



No.	Soal	Jawaban
1.		Komunitas peduli sungai Cileungsi Cikeas (KP2C)
2.	Kepekatan pencemaran limbah B3 di sungai tersebut sangat mengancam kelangsungan biotata air dan ekosistem dikarenakan...	
3.		Melakukan penelusuran lapangan serta mengambil dan menguji sampel air sungai untuk mengidentifikasi industri pembuang limbah
4.	Kondisi yang menyebabkan suatu zat buangan di sungai tersebut dikategorikan sebagai pencemar B3 berbahaya terjadi saat...	
5.		Ditemukannya ribuan ikan mati mengambang akibat dugaan pencemaran limbah B3
6.	Lokasi di temukannya fenomena ribuan ikan mati secara mengambang akibat limbah B3...	

B. Identifikasi Karakteristik dan Simbol B3

Tugas 2: Tebak & Jodohkan Simbol Bahaya B3



Tugas 3 : Isilah kolom kosong pada tabel dibawah ini!



Nama produk Rumah Tangga	Kandungan Bahan Kimia Berbahaya	Karakteristik B3	Dampak dibuang sembarangan
...	Organofosfat/Karbamat/T ransflutrin	...	Keracunan pada sistem saraf hewan dll, bisa merusak mikro flora tanah
Spray erosol	...	Mudah meledak	...
...	Kadmium(Cd), Timbal (Pb), Raksa (Hg)	...	Merembes ke air tanah, akumulasi pada jaringan tubuh manusia, bersifat karsinogenik.
Cairan pemutih	...	Korosif dan beracun	...

C. Analisis Kuantitatif Limbah B3 (Mathematics) **MATH**

Tugas 4: Kalkulasi Laju Timbulan Limbah B3 dan Grafik

Perhatikan data rata-rata timbulan limbah B3 Rumah tangga dari 500 Kepala Keluarga (KK) di suatu permukiman selama 4 bulan berikut ini: 

Bulan ke-	Jumlah KK	Rata ² Timbulan (kg)	Total Timbulan (kg)	Akumulasi Total (kg)
1	500 KK	0,40 kg	200 kg	200 kg
2	500 KK	0,55 kg	275 kg	475 kg
3	500 KK	0,70 kg	350 kg	825 kg
4	500 KK	0,85 kg	... kg	... kg

Hitunglah:

1. Total dari Timbulan bulan 4.....kg

Upload hasil Pengerjaan mu disini!

2. Total dari Timbulan 4 bulan..... Kg

TUGAS E-LKM

3. Presentase kenaikan Timbulan..... %

Rumus:

$$\text{Persentase Kenaikan (\%)} = \left(\frac{\text{Total Bulan 4} - \text{Total Bulan 1}}{\text{Total Bulan 1}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Akumulasi Total} = \text{T.bulan 1} + \text{T.bulan 2} + \text{T.bulan 3} + \text{T.bulan 4}$$

$$\text{Total Timbulan Bulan 4} = \text{Jumlah KK} \times \text{Rata}^2 \text{ Timbulan per KK}$$

Gambarlah:

1. Diagram Barang dari Total Timbulan Per Bulan (Bulan 1-4) ?
2. Diagram Garis dari Akumulasi Penumpukan Limbah B3 ?

Upload hasil Pengerjaan mu disini!

TUGAS E-LKM



D. Penerapan Virtual Lab Simulasi dan Rekayasa (Engineering)



Tugas 5 : Eksplorasi Simulator Virtual Lab mini

Klik aplikasi Virtual Lab dibawah ini dan lakukan simulasi, rekayasa, dan pengujian!

LAB MAYA PENGELOLAAN LIMBAH B3

Jika sudah selesai mengerjakan Lab maya silahkan di Screenshoot dan upload bukti pengerjaan di sini!

TUGAS E-LKM

E. Aplikasi Kampanye Edukasi Limbah B3 (Technology)

Tugas 6: Pembuatan Poster Edukasi Instagram SDG 4 dan SDG 12

Buatlah poster digital untuk mengajak masyarakat mengelola Limbah B3 secara aman!

Syarat:

1. Judul harus menarik dan Edukatif (Contoh : Kelola Limbah B3 Rumah Tangga, Selamatkan Air kita)
2. Pesan dan kesan tanggung jawab sosial
3. Beri label edukasi dan QR Code untuk penerapan SDG 4
4. Berikan juga simbol piktogram bahaya B3
5. Buat se kreatif kalian sketsa bisa diedit melalui aplikasi canva atau gambar manual!
6. Beri nama dan absen pada bawah poster.
7. Upload di first account instagram masing-masing tag akun @spill.sains
8. Dilarang menggunakan AI apapun dalam membuat poster!

Upload hasil Pengerjaan mu disini!

TUGAS E-LKM

CONTOH POSTER AI

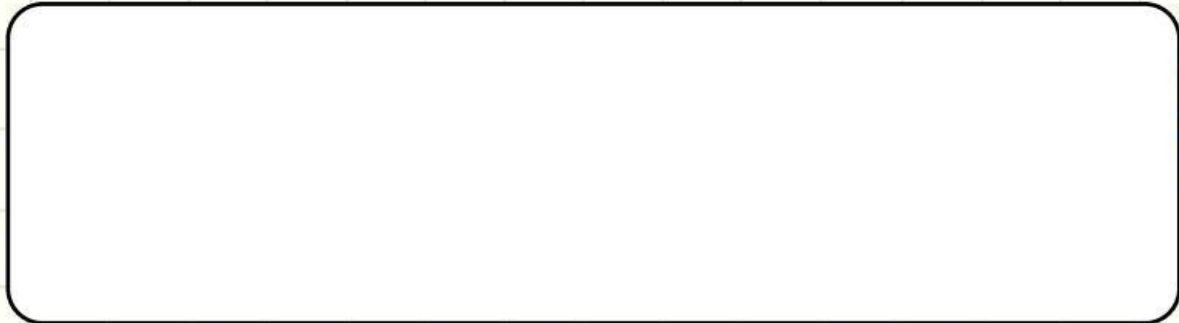


P. Kesimpulan dan refleksi diri



Tugas 7 : Buat lah Kesimpulan dan refleksi diri

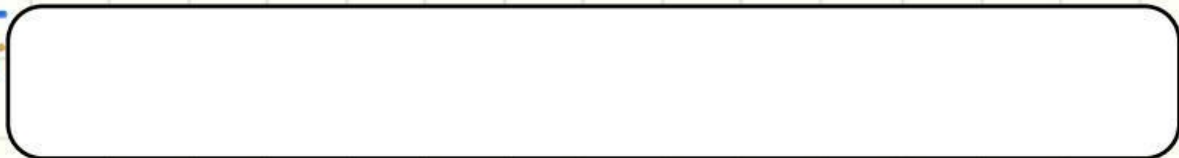
Tuliskan 1 paragraf kesimpulan akhir tentang pentingnya mengelola limbah B3!



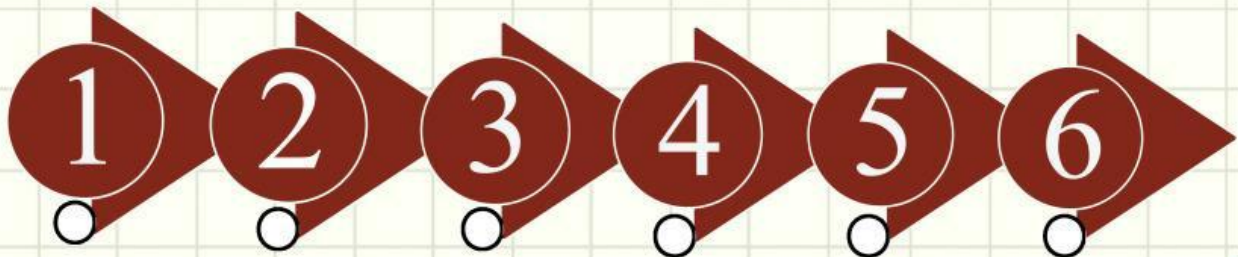
Refleksi Murid:



1. Hal baru apa yang kamu pelajari hari ini tentang limbah B3?



2. Bagaimana dari tugas diatas yang paling seru ada di tugas keberapa? Dan yang paling sulit dilakukan tugas yang keberapa? (Silahkan ceklis ✓ nomor tugas dari yang paling mudah sampai ke yang paling sulit ya)



Daftar Pustaka

Kasuma, S. A., Asrizal, A., & Usmeldi, U. (2022). Meta Analisis Efek STEM dalam Pembelajaran Sains terhadap Keterampilan Abad 21. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 8(2), 145-156.

Hasanah, U. (2021). Integrasi Pendekatan STEM dalam Pembelajaran Sains untuk Melatih Keterampilan Abad 21. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(3), 320-332.

Nabila, F. A., Puspitawati, R. P., & Winarsih, W. (2024). Pengembangan E-LKM Berbasis Problem-Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Digital Peserta Didik pada Materi Perubahan Lingkungan. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)*, 13(3), 450-462.

Dewi, A. C., Adi, E. P., & Abidin, Z. (2021). Pengembangan Carousel Melalui Instagram Sebagai Penguatan Pemahaman Pokok Bahasan Sistem Pencernaan Manusia. *JKTP: Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 4(2), 119-132.

Suwardi, S. (2021). STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) inovasi dalam pembelajaran vokasi era merdeka belajar abad 21. *PAEDAGOGY: Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Psikologi*, 1(1), 40-48.

Nurbayani, D., Hindriana, A. F., & Sulistyono, S. (2023). Pembelajaran berbasis proyek terintegrasi STEM (PjBL-STEM) meningkatkan keterampilan rekayasa dan sikap kewirausahaan pada materi fermentasi sayuran. *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*, 15(1), 54-64.

Israwaty, I., Fajar, F., & Muliastari, V. (2020). Penerapan Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 4(1), 45-56.

Prasetyo, B., & Haryanto, E. (2023). Integrasi Sustainable Development Goals (SDGs) dalam pembelajaran sains berbasis STEM untuk menguatkan pendidikan karakter lingkungan. *Journal of Innovative Science Education*, 12(1), 55-67.

