

E-LKM

Lembar Kerja Murid Elektronik

Berbasis *Project Based Learning*

untuk Melatihkan Kemampuan Berpikir Kritis

Pengolahan Limbah

Pembuatan Mikroorganisme Lokal (MOL)



Disusun oleh:
Fadhilah Nur Destiani

Reviewer:
Dra. Herlina Fitrihidajati, M.Si.
Arif Susanto, S.Pd.

Kelas

X

SMA/MA



LEMBAR KERJA MURID ELEKTRONIK

Berbasis Project Based Learning

PENGOLAHAN LIMBAH

untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis

Sekolah :
Kelas :
Kelompok :
Anggota :

Disusun oleh:

Fadhilah Nur Destiani

Reviewer:

Dra. Herlina Fitrihidajati, M.Si.

Arif Susanto, S.Pd.

**PROGRAM STUDI SI PENDIDIKAN BIOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA
2026**

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga E-LKM berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada submateri Pengolahan Limbah ini dapat disusun dengan baik. E-LKM ini dikembangkan sebagai bahan ajar yang dapat membantu peserta didik memahami konsep pengolahan limbah sekaligus melatih kemampuan berpikir kritis melalui kegiatan pembelajaran berbasis proyek.

E-LKM ini dirancang dengan memadukan materi, pertanyaan pemantik, aktivitas pembelajaran, serta kegiatan proyek yang mendorong peserta didik untuk mengidentifikasi permasalahan, mengumpulkan dan menganalisis informasi, menentukan solusi, serta mengevaluasi hasil kegiatan. Dengan demikian, peserta didik diharapkan tidak hanya memahami konsep pengolahan limbah, tetapi juga mampu menerapkan pengetahuan yang diperoleh dalam menghadapi permasalahan lingkungan di kehidupan sehari-hari.

Penggunaan E-LKM ini diharapkan dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih aktif, bermakna, dan kontekstual. Selain itu, kegiatan yang terdapat dalam E-LKM diharapkan dapat mendukung peserta didik dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis serta menumbuhkan kepedulian terhadap pengelolaan limbah sebagai bagian dari upaya mendukung pencapaian SDGs 12 tentang konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab.

Penyusunan E-LKM ini tentu tidak terlepas dari berbagai kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan E-LKM di masa yang akan datang. Semoga E-LKM ini dapat bermanfaat dan membantu peserta didik dalam mengikuti proses pembelajaran dengan lebih aktif dan bermakna.

14 Agustus 2026
Penyusun,

Fadhilah Nur Destiani

DAFTAR ISI

Finish	Start >>>	1 PRAKATA i	2 DAFTAR isi ii	3 FITUR-FITUR E-LKM iii-iv
	13 ECO REFLECT 25	Pengolahan Limbah berbasis PjBL 		4 PETUNJUK PENGUNAAN E-LKM v-vi
	12 ECO SHOWCASE 19-20			5 STANDAR isi vii
	11 ECO ANALYZE 17-18			6 SINTAKS & INDIKATOR viii
	10 ECO OBSERVE 15-16	9 ECO PLAN 9-14	8 ECO ACTIVITY 7-8	7 ECO THINK 1-6

FITUR-FITUR E-LKM

Project-Based Learning

Keterampilan Berpikir Kritis

Eco Think

Fitur ini berisi kegiatan untuk mengidentifikasi permasalahan dan menentukan pertanyaan mendasar.

Menentukan pertanyaan mendasar

Memberikan penjelasan sederhana

Eco Activity

Fitur ini berisi kegiatan eksplorasi dan pengamatan awal terkait permasalahan proyek.

Menentukan pertanyaan mendasar

Memberikan penjelasan sederhana

Eco Plan

Fitur ini berisi kegiatan perencanaan dan penyusunan jadwal proyek.

Menyusun perencanaan proyek

menyusun jadwal kegiatan proyek

Membangun keterampilan dasar

menyusun strategi dan taktik

Eco Observe

Fitur ini berisi kegiatan pengamatan dan pemantauan perkembangan proyek.

Memonitor pelaksanaan dan kemajuan proyek

Membangun keterampilan dasar

Eco Analyze

Fitur ini berisi kegiatan untuk menganalisis hasil pengamatan dan menarik kesimpulan.

Menilai hasil proyek

Memberikan penjelasan lebih lanjut

menyimpulkan

FITUR-FITUR E-LKM

Project-Based Learning



Keterampilan Berpikir Kritis

PETUNJUK PENGGUNAAN E-LKM

Petunjuk penggunaan E-LKM ini disusun sebagai panduan bagi peserta didik dalam mengakses, menggunakan, dan mengerjakan setiap kegiatan yang terdapat di dalam E-LKM. Bacalah petunjuk berikut dengan saksama dan ikuti setiap langkah yang telah ditentukan agar kegiatan pembelajaran dapat berlangsung dengan baik dan lancar.

Cara Mengakses E-LKM

1. Bentuklah kelompok yang terdiri atas 4 orang.
2. Siapkan laptop, tablet, atau smartphone yang akan digunakan oleh setiap kelompok.
3. Pastikan perangkat yang digunakan memiliki koneksi internet yang stabil.
4. Akses E-LKM melalui tautan Liveworksheets yang telah diberikan oleh guru.
5. Setelah halaman E-LKM terbuka, pastikan seluruh anggota kelompok dapat mengakses dan melihat lembar kegiatan dengan baik.

CARA MENGGUNAKAN E-LKM

1. E-LKM pada Liveworksheets terbagi menjadi 3 worksheet.
2. Kerjakan setiap worksheet secara berurutan sesuai dengan urutan nomor halaman.
3. Apabila terdapat QR Code, pindai menggunakan kamera perangkat atau aplikasi pemindai QR Code untuk mengakses materi atau sumber belajar.
4. Jawablah setiap pertanyaan dan aktivitas pada kolom yang telah disediakan.

PETUNJUK PENGGUNAAN E-LKM

Cara Mengerjakan E-LKM

1. Isilah identitas kelompok pada kolom yang telah disediakan, meliputi nama sekolah, kelas, nama kelompok, dan nama anggota kelompok.
2. Bacalah setiap petunjuk kegiatan dengan cermat dan teliti sebelum memulai aktivitas.
3. Diskusikan setiap permasalahan dan pertanyaan bersama anggota kelompok dengan aktif, jujur, dan bertanggung jawab.
4. Lakukan kegiatan praktikum sesuai dengan prosedur yang tercantum dalam E-LKM. Utamakan keselamatan, ketelitian, dan kebersihan selama kegiatan berlangsung.
5. Kerjakan seluruh tahapan kegiatan secara berurutan karena setiap kegiatan dirancang untuk membantu memahami materi dan melatih kemampuan berpikir kritis.
6. Sampaikan pertanyaan kepada guru apabila terdapat langkah yang belum dipahami atau mengalami kesulitan selama kegiatan pembelajaran.
7. Periksa kembali seluruh jawaban dan hasil pekerjaan kelompok sebelum mengakhiri kegiatan.
8. Setelah seluruh kegiatan selesai dikerjakan, klik tombol "*Finish*" untuk mengakhiri dan mengumpulkan E-LKM.

STANDAR ISI

Identitas E-LKPD

Nama Guru : Fadhilah Nur Destiani
Asal Sekolah : Universitas Negeri Surabaya
Tahun : 2026/2027
Jenjang : SMA / MA
Fase : E
Kelas / Semester : X / Genap
Mata Pelajaran : Biologi
Materi Pokok : Pengolahan Limbah
Alokasi Waktu : 3 × 3 JP (135 menit/pertemuan)

Capaian Pembelajaran

Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, inovasi teknologi biologi, komponen ekosistem dan interaksi antar komponen serta perubahan lingkungan.

Tujuan Pembelajaran

1. Mengidentifikasi dan menganalisis permasalahan pengelolaan limbah berdasarkan fenomena dan data yang disajikan.
2. Merancang dan melaksanakan proyek pembuatan Mikroorganisme Lokal (MOL) berdasarkan hasil penelusuran informasi dan perencanaan proyek.
3. Menganalisis hasil pengamatan proses fermentasi MOL dan mengevaluasi kesesuaiannya dengan hipotesis berdasarkan bukti yang diperoleh.
4. Mengomunikasikan hasil proyek dan merefleksikan pengalaman belajar dalam upaya pemanfaatan limbah secara bertanggung jawab.

SINTAKS *PROJECT BASED LEARNING* DAN INDIKATOR BERPIKIR KRITIS

Sintaks *Project Based Learning*

- 1 Menentukan pertanyaan mendasar
(*start with the big question*)
- 2 Menyusun perencanaan proyek
(*design a plan for the project*)
- 3 Menyusun jadwal kegiatan proyek (*create a schedule*)
- 4 Memonitor pelaksanaan dan kemajuan proyek
(*monitor the students and the progress of the project*)
- 5 Menilai hasil proyek (*assess the outcome*)
- 6 Mengevaluasi pengalaman belajar
(*evaluate the experience*)

Indikator Berpikir Kritis

- 1 Memberikan penjelasan sederhana
(*elementary clarification*)
- 2 Membangun keterampilan dasar
(*basic support*)
- 3 Menyimpulkan (*inference*)
- 4 Memberikan penjelasan lebih lanjut
(*advanced clarification*)
- 5 Menyusun strategi dan taktik (*strategy and tactics*)

LEMBAR KERJA MURID ELEKTRONIK (E-LKM) 1

Mengenali Limbah

Satuan : SMA / MA
Mata Pelajaran : Biologi
Topik : Pengolahan Limbah
Kelas / Semester : X / Genap
Alokasi Waktu : 3 x 45 menit
Pertemuan ke : 1

PROGRAM STUDI S1 PENDIDIKAN BIOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA
2026



Eco Think

Yuk, Kenali Limbah di Sekitar Kita!

Setiap hari berbagai aktivitas manusia menghasilkan limbah. Limbah dapat berasal dari rumah tangga, sekolah, tempat usaha, maupun berbagai kegiatan lainnya. Limbah yang dihasilkan memiliki jenis dan karakteristik yang beragam.

Perhatikan ketiga gambar berikut. Amati karakteristik limbah yang ditunjukkan pada masing-masing gambar.



(a)



(b)



(c)

1. Apa persamaan dan perbedaan yang kamu temukan dari ketiga limbah tersebut?



Eco Think

2. Menurutmu, apakah ketiga limbah tersebut dapat ditangani atau diolah dengan cara yang sama? Jelaskan alasanmu.



Cermati Fenomena!

Food Loss and Waste di Indonesia

Pangan yang kita konsumsi tidak langsung sampai ke tangan konsumen, tetapi melalui berbagai tahapan dalam rantai pasok pangan. Dalam setiap tahapan tersebut, sebagian pangan dapat hilang atau terbuang. Kondisi ini dikenal sebagai *food loss and waste* (FLW). *Food loss* berkaitan dengan pangan yang hilang pada tahap produksi, pascapanen dan penyimpanan, serta pemrosesan dan pengemasan. Sementara itu, *food waste* terjadi pada tahap distribusi dan pemasaran hingga konsumsi.



Gambar 1. Timbulan food loss and waste Indonesia tahun 2000 – 2019 pertahap rantaiPasok pangan (dalam ribu ton)

Sumber: Kementerian PPN/Bappenas (2021)



Eco Think

Berdasarkan kajian Kementerian PPN/Bappenas, timbunan FLW di Indonesia selama periode 2000–2019 diperkirakan mencapai 23–48 juta ton per tahun, atau sekitar 115–184 kg per kapita per tahun. Timbunan tersebut berasal dari lima tahapan rantai pasok pangan, yaitu produksi, pascapanen dan penyimpanan, pemrosesan dan pengemasan, distribusi dan pemasaran, serta konsumsi.

Besarnya FLW tidak sama pada setiap tahapan. Berdasarkan kajian tersebut, tahap konsumsi merupakan salah satu tahapan dengan timbunan FLW terbesar, yaitu sekitar 5–19 juta ton per tahun. Pada periode yang sama, persentase *food waste* juga menunjukkan kecenderungan meningkat, sedangkan *food loss* cenderung menurun.

Tingginya timbunan pangan yang hilang dan terbuang tidak hanya berkaitan dengan persoalan sampah. Bappenas memperkirakan FLW Indonesia menimbulkan kerugian ekonomi sekitar Rp213–551 triliun per tahun, setara dengan sekitar 4–5% PDB Indonesia, serta menghasilkan emisi gas rumah kaca yang besar. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pangan yang terbuang juga berarti sumber daya yang telah digunakan untuk menghasilkan pangan tersebut tidak dimanfaatkan secara optimal.



Yuk, Analisis!

1. Berdasarkan grafik, bagaimana perubahan total timbunan food loss and waste di Indonesia selama periode 2000–2019? Jelaskan pola yang kamu amati.



Eco Think

2. Apakah kontribusi food loss and waste pada setiap tahap rantai pasok pangan menunjukkan pola yang sama? Jelaskan berdasarkan grafik.

3. Menurutmu, mengapa tahap konsumsi dapat menjadi salah satu tahap dengan timbulan food loss and waste yang besar? Gunakan informasi dalam bacaan dan grafik sebagai dasar penjelasanmu.

4. Berdasarkan bacaan dan grafik, apabila kamu diminta menentukan tahap yang perlu mendapat perhatian lebih dalam upaya mengurangi food loss and waste, tahap manakah yang akan kamu pilih? Jelaskan alasanmu.