



E-LKM 1

Lembar Kerja Murid Elektronik berbasis STEM
untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kreatif

Bioteknologi

Mengenal Fermentasi sebagai Penerapan
Bioteknologi Konvensional

SMA/MA
KELAS
XII

Semester Genap



Penulis: Jenica Putri Fardila

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



KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga Lembar Kerja Murid Elektronik (E-LKM) 1 berbasis STEM untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kreatif pada Materi Bioteknologi ini dapat disusun. E-LKM 1 dirancang sebagai bahan pembelajaran untuk membantu murid memahami fermentasi sebagai salah satu penerapan bioteknologi konvensional melalui permasalahan yang dekat dengan kehidupan sehari-hari. Kegiatan pembelajaran dalam E-LKM ini mengintegrasikan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) serta memberikan kesempatan kepada murid untuk mengembangkan keterampilan berpikir kreatif.

Melalui E-LKM 1, murid diarahkan untuk memahami konsep bioteknologi, mengidentifikasi permasalahan limbah organik, mengeksplorasi berbagai alternatif pemanfaatan, mengembangkan ide, menyempurnakan rancangan, dan melaksanakan proyek fermentasi. Diharapkan E-LKM 1 dapat memberikan pengalaman belajar yang bermakna serta mendorong murid untuk berpikir kreatif dalam merancang dan menghasilkan solusi melalui penerapan bioteknologi berbasis STEM.

Surabaya, 2026

Penulis

DAFTAR ISI



KATA PENGANTAR



DAFTAR ISI



CAPAIAN & TUJUAN PEMBELAJARAN



PETUNJUK PENGGUNAAN



PENGORGANISASIAN



PRE-TEST



FITUR E-LKM



KEGIATAN PEMBELAJARAN



DAFTAR PUSTAKA

Capaian Pembelajaran

Mengaitkan hubungan antara struktur dan fungsi organel di dalam sel; menerapkan prinsip-prinsip bioproses yang terjadi di dalam sel; menganalisis keterkaitan antar sistem organ dalam tubuh untuk merespons stimulus internal dan eksternal; menerapkan prinsip pewarisan sifat; mengaitkan mekanisme evolusi dengan proses terjadi keanekaragaman dan kelangsungan hidup organisme; menerapkan prinsip pertumbuhan dan perkembangan; serta **menganalisis proses bioteknologi modern**.

Sumber: Kemendikdasmen, 2025.

Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran menggunakan E-LKM berbasis STEM, murid diharapkan mampu:

1. Menganalisis konsep bioteknologi konvensional dan penerapannya melalui proses fermentasi dalam pemanfaatan limbah kulit nanas.
2. Merancang dan melaksanakan proyek pembuatan minuman fermentasi berbahan kulit nanas dengan menerapkan unsur Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM).
3. Menganalisis dan mengevaluasi hasil proyek berdasarkan data yang diperoleh serta mengembangkan gagasan perbaikan melalui keterampilan berpikir kreatif.

Petunjuk Penggunaan

E-LKM ini dirancang sebagai panduan belajar berbasis STEM untuk membantu murid belajar secara aktif, kolaboratif, dan kreatif. Bacalah petunjuk berikut dengan saksama sebelum memulai kegiatan agar proses pembelajaran lebih terarah dan bermakna.

1. Bacalah setiap instruksi dengan cermat sebelum mengerjakan kegiatan.
2. Kerjakan setiap kegiatan secara berurutan sesuai fitur yang tersedia dalam E-LKM.
3. Lakukan kegiatan secara berkelompok dengan aktif berdiskusi, berbagi tugas, dan menghargai pendapat setiap anggota.
4. Manfaatkan sumber belajar yang tersedia serta sumber informasi yang relevan dan terpercaya.
5. Tuliskan ide, hasil kegiatan, data, dan jawaban pada tempat yang telah disediakan dengan jelas.
6. Laksanakan setiap tahapan proyek sesuai rancangan, prosedur, dan waktu yang telah ditentukan.
7. Jangan ragu untuk bertanya kepada guru apabila terdapat instruksi atau materi yang belum dipahami.
8. Berpikirlah secara kreatif dan terbuka dengan mengemukakan berbagai ide, mengembangkan gagasan, serta memberikan solusi yang logis dan relevan.

Pengorganisasian Pembelajaran

Petunjuk:

1. Bentuklah kelompok yang terdiri atas 4-5 anggota.
2. Diskusikan setiap kegiatan dalam E-LKM bersama anggota kelompok.
3. Bagilah tugas secara aktif dan bertanggung jawab selama pelaksanaan proyek.
4. Gunakan sumber informasi yang relevan dan terpercaya untuk mendukung kegiatan pembelajaran.
5. Tuliskan nama dan anggota kelompok pada tempat yang telah disediakan.

Kelompok:

Anggota Kelompok:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

PRE-TEST

1. Klik tautan dibawah ini untuk mengakses soal *pre-test*
2. Pastikan anda sudah membaca setiap pertanyaan dengan saksama sebelum menjawab soal
3. Jawablah semua pertanyaan sesuai dengan pemahaman anda saat ini
4. Setelah selesai, klik tombol kirim untuk mengumpulkan jawaban anda
5. Hasil pre-test ini digunakan untuk mengukur pemahaman awal anda, jadi jangan khawatir jika ada pertanyaan yang sulit untuk dijawab



FITUR E-LKM

E-LKM ini dirancang dengan fitur-fitur yang mendukung pembelajaran aktif, kontekstual, inovatif, dan berbasis proyek melalui pendekatan STEM



BIO-FACT

Menyajikan informasi dan fenomena kontekstual sebagai pengetahuan awal untuk memahami konsep bioteknologi dan menemukan permasalahan yang berkaitan dengan limbah organik.



BIO-QUEST

Mengajak murid mengeksplorasi permasalahan, mengemukakan berbagai alternatif pemanfaatan limbah kulit nanas, dan menentukan ide yang paling potensial untuk dikembangkan.



BIO-IDEA

Mendorong murid mengembangkan ide terpilih menjadi rancangan solusi pemanfaatan limbah kulit nanas melalui bioteknologi.



BIO-EXPLORE

Mengajak murid mengeksplorasi informasi dari berita mengenai pemanfaatan kulit nanas melalui fermentasi sebagai bahan untuk memperkaya rancangan proyek.

FITUR E-LKM

E-LKM ini dirancang dengan fitur-fitur yang mendukung pembelajaran aktif, kontekstual, inovatif, dan berbasis proyek melalui pendekatan STEM



BIO-PROJECT

Memfasilitasi murid dalam menyusun rancangan pembuatan dan mewujudkan produk minuman fermentasi berdasarkan perlakuan yang telah ditentukan.



BIO-EVAL

Menyajikan soal evaluasi untuk mengukur kemampuan murid dalam menganalisis, mengevaluasi, dan mengembangkan gagasan berdasarkan pengalaman serta hasil proyek.



BIOTEKNOLOGI

Bioteknologi merupakan penerapan ilmu pengetahuan dengan memanfaatkan organisme hidup, sel, atau komponen biologis untuk menghasilkan produk atau jasa yang memberikan manfaat bagi manusia. Pemanfaatan tersebut dilakukan dengan menerapkan prinsip-prinsip biologi serta melibatkan proses tertentu untuk memperoleh hasil yang diinginkan (Nugroho & Rahayu, 2018).



Gambar 1. Contoh bioteknologi konvensional (tape) dan modern (kultur jaringan tanaman)
(Sumber: media.com & growthrevolution.co)

Bioteknologi telah diterapkan dalam berbagai bidang kehidupan, seperti pangan, pertanian, kesehatan, peternakan, dan lingkungan (Yudianto *et al.*, 2025)



Bagaimana Bioteknologi Bekerja?

Secara sederhana, bioteknologi memanfaatkan organisme atau komponen biologis → proses biologis → menghasilkan produk atau jasa yang bermanfaat.



Agar lebih memahami materi bioteknologi, simak dan cermati video youtube di bawah ini!



**SCIENCE-INSIGHT**

Tuliskan 3 informasi penting yang kamu peroleh dari video mengenai prinsip bioteknologi.

No	Informasi yang ditemukan	Konsep <i>Science</i> yang berkaitan
1.		
2.		
3.		

Bioteknologi Konvensional

Bioteknologi konvensional adalah penerapan bioteknologi yang memanfaatkan organisme hidup, terutama mikroorganisme, melalui proses biologis alami untuk menghasilkan produk yang bermanfaat. Prosesnya umumnya dilakukan dengan teknik sederhana dan belum melibatkan manipulasi genetik (Muttaqin *et al.*, 2026).



Agar lebih memahami materi bioteknologi konvensional, simak dan cermati video *youtube* di bawah ini!





Setelah memahami materi bioteknologi konvensional, selanjutnya simak dan cermati video youtube dibawah ini dan jawablah pertanyaannya!



Identifikasilah permasalahan utama terkait sampah organik yang kamu temukan berdasarkan video tersebut!

Identifikasilah dampak yang ditimbulkan dari permasalahan sampah organik tersebut terhadap lingkungan!

**BIO-FACT****SCIENCE-CONNECTION**

Berdasarkan konsep bioteknologi yang telah kamu pelajari, apakah sampah organik masih berpotensi untuk dimanfaatkan? Jelaskan kaitannya dengan peran mikroorganisme!

**BIO-QUEST****Mungkinkah Limbah Menjadi Produk Bernilai?****Tahukah kamu?**

Perhatikan gambar di samping! Kulit nanas sering kali hanya dibuang begitu saja setelah bagian buahnya dikonsumsi, tanpa dimanfaatkan kembali. Padahal, sebagai salah satu jenis limbah organik, kulit nanas masih mengandung komponen yang berpotensi dimanfaatkan oleh mikroorganisme. Melalui proses bioteknologi, limbah tersebut dapat mengalami perubahan dan diolah menjadi produk yang memiliki karakteristik serta nilai guna yang berbeda.



Gambar 2. Sampah Organik Kulit Buah Nanas
(Sumber: tastingtable.com)

**BIO-QUEST****QUEST-1 Eksplorasi**

Eksplorasilah sumber yang tersedia untuk mengetahui bagaimana mikroorganisme dapat dimanfaatkan dalam mengolah sampah organik kulit nanas. Catat informasi penting yang kamu temukan.

**QUEST-2 Kemukakan Kemungkinan**

Berdasarkan hasil eksplorasimu, kemukakan beberapa kemungkinan produk yang dapat dikembangkan dari sampah organik kulit nanas melalui proses fermentasi!

No	Ide Produk	Bahan yang digunakan	Alasan
1.			
2.			
3.			

**QUEST-3 Tentukan Ide yang Potensial**

Dari beberapa ide yang telah kamu kemukakan, pilih satu ide yang paling memungkinkan untuk dikembangkan. Jelaskan alasanmu berdasarkan konsep *Science* dan kondisi yang tersedia.



Rancang Solusimu

Berdasarkan alternatif yang telah kamu pilih, rancanglah sebuah ide produk bioteknologi yang dapat memanfaatkan limbah kulit nanas sekaligus menjadi solusi terhadap permasalahan yang telah kamu identifikasi! Jelaskan produk yang kamu kembangkan, bahan yang dimanfaatkan, serta bagaimana produk tersebut dapat mengatasi permasalahan.

Jawaban:



BIO-EXPLORE

Bacalah berita berikut tentang pemanfaatan kulit nanas melalui proses fermentasi menjadi minuman probiotik !



How to make booze from pineapple skin | Waste Not with Tom Hunt

Before you chuck the inedible bits of your pineapple, learn how to make this delicious, mildy boozy, kombucha-style drink

The Guardian · Jun 25

Identifikasilah _____ bahan, mikroorganisme, teknologi, dan proses fermentasi yang digunakan.