



E-LKPD

BERBASIS PROJECT BASED LEARNING

INOVASI TEKNOLOGI BIOLOGI



**S
M
A**



Penyusun: Azra Nabila Saragih

Pembimbing: Dr. Diky Setya Diningrat., M.Si

 **LIVEWORKSHEETS**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat, rahmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan e-LKPD berbasis Proyek (PjBL) pada materi inovasi teknologi biologi. E-LKPD ini disusun berdasarkan Capaian Pembelajaran, Indikator, dan Tujuan Pembelajaran dengan berdasarkan pada Kurikulum Merdeka untuk Sekolah Menengah Atas (SMA) dkelas X.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan masukan dan bimbingan selama proses penyusunan e-LKPD berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi inovasi teknologi biologi ini dan kepada validator yaitu dosen ahli materi, dosen ahli pembelajaran dan guru biologi yang telah memvalidasi e-LKPD serta segenap pihak yang telah membantu dalam penyusunan e-LKPD ini baik secara langsung maupun tidak.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa e-LKPD ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk menyempurnakan e-LKPD ini.

Medan, Mei 2026

Penulis

DAFTAR ISI

Kata Pengantar.....	i
Daftar Isi.....	ii
Capaian Pembelajaran & Tujuan Pembelajaran.....	iii
Petunjuk Penggunaan.....	iv
Uraian Materi.....	1
Sintak PjBl.....	7
1. Pertanyaan Mendasar.....	7
2. Merancang Perencanaan Proyek.....	9
3. Menyusun Jadwal.....	12
4. Monitoring.....	13
5. Menguji Hasil.....	14
6. Evaluasi Kegiatan.....	15
Daftar Pustaka.....	17

CP & TP

Satuan Sekolah : SMAN 14 Medan
Pokok Bahasan : Inovasi Teknologi Biologi
Sub Pokok Bahasa : Bioteknologi Konvensional- Pembuatan Teh Kombucha
Kelas/Semester : X/Genap

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. Menjelaskan pengertian inovasi teknologi biologi
2. Mengidentifikasi jenis bioteknologi yang diterapkan dalam proyek
3. Menjelaskan prinsip kerja fermentasi sebagai penerapan bioteknologi konvensional.
4. Menganalisis penerapan bioteknologi konvensional dalam kehidupan sehari-hari melalui kegiatan proyek
5. Mengevaluasi manfaat dan dampak dari produk fermentasi.
6. Menyajikan hasil proyek pembuatan kombucha secara sederhana.

PETUNJUK PENGGUNAAN

1. Isilah identitas peserta didik dan kelompok pada kolom yang telah disediakan.
2. Bacalah setiap petunjuk kegiatan pada e-LKPD dengan saksama.
3. Bacalah Capaian Pembelajaran (CP) dan Tujuan Pembelajaran yang terdapat pada e-LKPD.
4. Perhatikan video pembelajaran tentang pembuatan kombucha yang telah disediakan pada e-LKPD.
5. Bacalah ringkasan materi mengenai inovasi teknologi biologi dan proses fermentasi kombucha.
6. Diskusikan setiap pertanyaan yang terdapat pada e-LKPD bersama anggota kelompok.
7. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk proyek pembuatan kombucha.
8. Lakukan proyek pembuatan kombucha sesuai langkah kerja yang terdapat pada e-LKPD.
9. Amati perubahan yang terjadi selama proses fermentasi kombucha dan isilah hasil pengamatan pada kolom yang tersedia.
10. Kerjakan seluruh kegiatan dan pertanyaan pada e-LKPD sesuai petunjuk yang diberikan.
11. Presentasikan hasil proyek pembuatan kombucha bersama kelompok di depan kelas.
12. Tuliskan kesimpulan dan refleksi berdasarkan hasil kegiatan proyek yang telah dilakukan.

URAIAN MATERI

A. Asal Usul Bioteknologi



Tahukah kamu dari mana kata “Bioteknologi” berasal? Yuk, kita bedah secara etimologi



Definisi Bioteknologi

Bioteknologi berasal dari kata:

Bios: hidup; Teuchos: alat; Logos: ilmu.

Definisi bioteknologi menurut beberapa ahli dijelaskan sebagai berikut:

- **Smith (1981):** Menjelaskan bioteknologi sebagai sebuah upaya pemanfaatan organisme atau sistem hidup untuk usaha-usaha industri dan proses manufaktur
- **Primrose (1987):** Bioteknologi adalah pemanfaatan organisme hidup atau komponennya seperti enzim
- **Menurut Wusqo (2017):** Bioteknologi dideskripsikan sebagai suatu teknologi yang menggunakan dan memanfaatkan sistem hayati untuk mendapatkan barang dan jasa yang berguna bagi kesejahteraan manusia.

Berdasarkan pemaparan diatas, dapat disimpulkan bahwa bioteknologi adalah cabang ilmu yang mempelajari pemanfaatan makhluk hidup seperti bakteri, fungi (kapang, khamir) maupun produk dari makhluk hidup (protein bioaktif, enzim, vitamin, asam basa organik, alkohol, dan lain lain) dalam proses produksi untuk menghasilkan barang dan jasa yang memiliki nilai guna melalui penerapan prinsip-prinsip ilmiah dan teknologi tertentu.



Sekilas Sejarah Bioteknologi



Karl Ereky (1878 - 1952)

Istilah bioteknologi pertama kali diperkenalkan pada tahun 1917 oleh seorang ilmuwan asal Hungaria bernama **Karl Ereky**. Karl menggunakan istilah tersebut untuk menjelaskan proses pemanfaatan makhluk hidup dalam produksi skala besar, khususnya penggunaan gula bit hasil fermentasi sebagai pakan ternak babi agar hasil peternakan meningkat.

Konsep yang dikemukakan Karl Ereky menunjukkan bahwa proses biologis dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan produk yang berguna bagi manusia. Dari sinilah bioteknologi mulai berkembang menjadi cabang ilmu yang menggabungkan biologi dan teknologi. Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, bioteknologi mengalami perkembangan yang sangat pesat. Berdasarkan teknik dan proses yang digunakan, bioteknologi dibedakan menjadi dua jenis yaitu bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern. Pada materi e-LKPD ini, pembahasan difokuskan pada bioteknologi konvensional, khususnya pemanfaatan mikroorganisme dalam proses fermentasi untuk menghasilkan produk yang bermanfaat.



Apa itu bioteknologi konvensional?

Bioteknologi konvensional adalah bioteknologi yang memanfaatkan organisme secara langsung untuk menghasilkan produk barang dan jasa yang bermanfaat bagi manusia melalui proses **fermentasi**. Adapun cirinya menggunakan alat dan teknik sederhana, memanfaatkan mikroorganisme alami, proses produksi membutuhkan waktu relatif lama, dan hasil produksi tidak selalu sama karena dipengaruhi oleh kondisi lingkungan.

B. Mengenal Proses Fermentasi



Tahukah kamu?

Banyak makanan dan minuman yang sering kita konsumsi sehari-hari ternyata dibuat melalui bantuan mikroorganisme. Lalu, bagaimana mikroorganisme dapat mengubah bahan pangan menjadi produk yang berbeda? Yuk, kita bahas...

Secara sains, fermentasi adalah proses produksi energi di dalam sel dalam keadaan **anaerobik** (tanpa oksigen). Seiring perkembangan teknologi, definisi fermentasi kini meluas menjadi: *semua proses yang melibatkan mikroorganisme untuk menghasilkan produk bermanfaat dalam suatu lingkungan yang dikendalikan.*

Menurut (Suryati *et al.*, 2022) prinsip kerja fermentasi adalah memanfaatkan mikroorganisme untuk memecah bahan yang sulit dicerna seperti selulosa menjadi gula sederhana yang mudah dicerna, dimana melalui proses fermentasi akan menghasilkan enzim yang dapat memperbaiki nilai nutrisi, pertumbuhan dan juga meningkatkan daya cerna serat kasar, protein dan nutrisi lainnya.

Fermentasi memiliki banyak manfaat dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam bidang pangan. Melalui proses fermentasi, makanan dan minuman dapat memiliki rasa, aroma, serta tekstur yang lebih khas dan menarik. Beberapa faktor yang mempengaruhi fermentasi antara lain mikroorganisme, substrat (medium), pH (keasaman), suhu, oksigen, dan aktivitas air (Amanah *et al.*, 2023).

Produk hasil fermentasi banyak dijumpai seperti tempe, tape, yoghurt, roti, keju, kecap, dan teh kombucha. Namun, pada materi ini pembahasan akan difokuskan pada teh kombucha sebagai salah satu contoh produk bioteknologi konvensional yang dibuat melalui proses fermentasi.





Yuk, Tonton Proses Pembuatannya!



Link akses: <https://youtu.be/rtRjrjxZLmY?si=kDhi2V5IrlGskJDT>

D. Manfaat & Resiko Kombucha

Sebagai produk bioteknologi hasil fermentasi, kombucha memiliki berbagai manfaat dan pengaruh terhadap tubuh manusia. Mari kita analisis lebih lanjut melalui tabel berikut.

 Manfaat Kesehatan	 Efek Samping
Kaya antioksidan untuk menangkal radikal bebas.	Bisa memicu sakit perut, mual, muntah, atau sakit kepala jika dikonsumsi berlebihan
Mengandung bakteri probiotik yang menjaga keseimbangan mikroflora usus (pencernaan lancar).	Risiko kontaminasi bakteri berbahaya jika proses pembuatannya tidak steril.
Meningkatkan daya tahan tubuh dan menurunkan tekanan darah.	Bahaya bagi individu dengan imun rendah (seperti penderita HIV/AIDS) karena rentan terkena infeksi (Nasution, 2022).