



**MERDEKA
BELAJAR**

**SMA/MA
KELAS X**

Semester 2
Fase E

E-LKPD 1

UNTUK MELATIHKAN KEMAMPUAN BIOENTREPRENEURSHIP BIOTEKNOLOGI KONVENSIONAL

Materi Inovasi Teknologi Biologi



Disusun oleh : Indy Chamelya Rahma
Pembimbing : Dr. Sifak Indana, M.Pd.

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA**

2025

LIVEWORKSHEETS

Lembar Kegiatan Peserta Didik

BERBASIS PROJECT BASED
LEARNING UNTUK MELATIHKAN
KEMAMPUAN
BIOENTREPRENEURSHIP
MATERI BIOTEKNOLOGI

NAMA KELOMPOK :

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.

Prakata

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyusun dan menyelesaikan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) untuk mata pelajaran Bioteknologi kelas X SMA ini.

lembar kerja ini disusun dengan tujuan untuk memberikan panduan belajar yang sistematis dan terstruktur kepada siswa dalam memahami konsep dan aplikasi bioteknologi dan melatih kemampuan entrepreneurship siswa. Materi bioteknologi merupakan salah satu topik penting dalam kurikulum biologi yang mencakup berbagai teknologi dan proses biologis yang digunakan untuk tujuan ilmiah, medis, industri, dan pertanian. Dengan adanya E-LKPD ini, diharapkan siswa dapat lebih mudah mempelajari, memahami, dan mengaplikasikan konsep-konsep bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam konteks akademis.

Kami menyadari bahwa penyusunan E-LKPD ini masih memiliki kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, kami mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak demi penyempurnaan E-LKPD ini di masa yang akan datang.

Akhir kata, kami berharap E-LKPD ini dapat bermanfaat bagi siswa dan guru dalam proses pembelajaran bioteknologi. Semoga dengan mempelajari materi ini, siswa dapat lebih termotivasi dan terinspirasi untuk mengeksplorasi lebih dalam dunia bioteknologi dan menerapkannya secara positif dalam kehidupan mereka.

Terima kasih.

Surabaya, 28 Mei 2025

Penyusun



Daftar Isi

| | |
|---|-----|
| KATA PENGANTAR..... | i |
| DAFTAR ISI..... | ii |
| PETUNJUK UMUM..... | iii |
| HUBUNGAN FITUR,PJBL,BIOENTREPRENEURSHIP DAN TUJUAN PEMBELAJARAN..... | iv |
| CAPAIAN PEMBELAJARAN DAN ATP..... | v |
| E-LKPD TOPIK BIOTEKNOLOGI | |
| LKPD 1 | |
| BIO INFO..... | 1 |
| BIO EKPLOR..... | 4 |
| LKPD 2 | |
| BIO PLAN..... | 12 |
| BIO PRODUCT..... | 16 |
| BIO COMMUNICATE..... | 18 |
| BIO REFLECT..... | 19 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 20 |
| GLOSARIUM..... | 21 |

Petunjuk Penggunaan LKPD



1. BUATLAH KELOMPOK BERANGGOTAKAN 6-7 ORANG
2. BACALAH TERLEBIH DAHULU MATERI YANG ADA DI DALAM LKPD
3. ANALISISLAH PERMASALAHAN DENGAN MELIHAT VIDEO YANG TERDAPAT PADA E-LKPD
4. DISKUSIKAN BERSAMA KELOMPOK MASING-MASING UNTUK MENGERJAKAN E-LKPD
5. JAWABLAH PERTANYAAN YANG ADA DI E-LKPD



keterkaitan fitur, PJBL, dan bioentrepreneurship

| Fitur- Fitur E-LKPD | Fase PJBL | Kemampuan Bioentrepreneurship | Tujuan Pembelajaran |
|---|--|-------------------------------|--|
|  BIO INFO BIO INFO adalah fitur yang berisi rangkuman materi bioteknologi | | | |
|  BIO EKSPLOR Merupakan fitur yang berisi video ataupun artikel tentang permasalahan yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari | Fase 1 Menentukan pertanyaan mendasar | Exploration | dapat menganalisis permasalahan pada lingkungan sekitar dan kemudian dapat mengkorelasikan dengan prinsip-prinsip bioteknologi konvensional dan dapat menciptakan produk sebagai bahan wirausaha |
|  BIO PLAN Fitur yang berisikan gagasan penyelesaian masalah yang berupa rencana pembuatan produk | Fase 2 Membuat desain proyek dan Fase 3 Membuat jadwal | Planning | merencanakan rancangan dan jadwal kegiatan produksi untuk melaksanakan proyek wirausaha |
|  BIO PRODUCT Fitur untuk memantau pelaksanaan proyek dan pembuatan produk | Fase 4 Memantau kemajuan proyek | Producting | membuat produk menggunakan bahan atau sumber daya yang tersedia dengan prinsip bioteknologi konvensional |
|  BIO COMMUNICATE Fitur untuk membuat laporan proyek berdasarkan hasil proyek yang telah dilakukan | Fase 5 Menilai hasil | Reflecting | Dapat melakukan penjualan produk dengan memasarkan dan mempresentasikan hasil produk yang telah dibuat dengan baik |
|  BIO REFLECT Fitur untuk menrefleksikan pengalaman belajar yang dilakukan | Fase 6 Mengevaluasi pembelajaran | Communicating | Dapat menyimpulkan evaluasi produk sebagai refleksi dari hasil proyek kegiatan kewirausahaan yang telah dilakukan |

Capaian Pembelajaran

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 energi alternatif, pemanasan global, pencemaran lingkungan, nano teknologi, bioteknologi, kimia dalam kehidupan sehari-hari, pemanfaatan limbah dan bahan alam, pandemi akibat infeksi virus. Semua upaya tersebut diarahkan pada pemecahan masalah dan pencapaian tujuan pembangunan yang berkelanjutan (SDGs). Melalui keterampilan proses juga dibangun sikap ilmiah dan profil pelajar pancasila.

Tujuan Pembelajaran



1. Peserta didik dapat menganalisis permasalahan pada lingkungan sekitar dan kemudian dapat mengkorelasikan dengan prinsip-prinsip bioteknologi konvensional dan dapat menciptakan produk sebagai bahan wirausaha pada kegiatan exploring
2. Peserta didik dapat merencanakan rancangan dan jadwal kegiatan produksi untuk melaksanakan proyek wirausaha produk bioteknologi konvensional pada kegiatan planning
3. Peserta didik dapat membuat produk menggunakan bahan atau sumber daya yang tersedia dengan prinsip bioteknologi konvensional kegiatan producting
4. Peserta didik dapat melakukan penjualan produk dengan memasarkan dan mempresentasikan hasil produk yang telah dibuat dengan baik melalui kegiatan communicating
5. Peserta didik dapat menyimpulkan evaluasi produk sebagai refleksi dari hasil proyek kegiatan kewirausahaan yang telah dilakukan dengan kegiatan reflecting

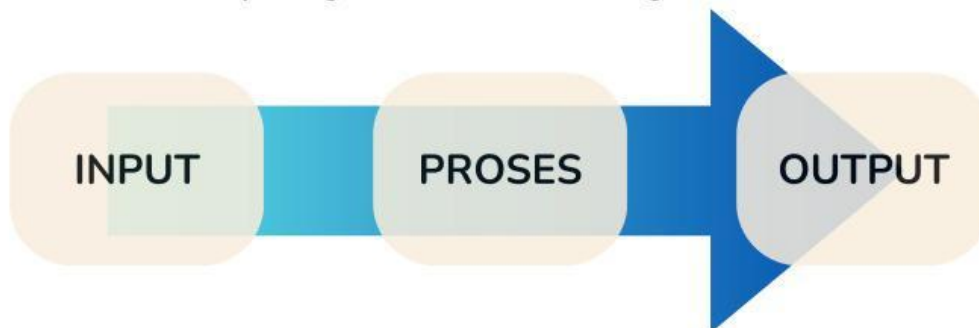




BIOTEKNOLOGI

Pengertian

Bioteknologi adalah istilah yang berasal dari gabungan kata-kata "bios" yang berarti "hidup," "teuchos" yang berarti "alat," dan "logos" yang berarti "ilmu." Ini mengarah pada suatu disiplin ilmu yang mempelajari pemanfaatan makhluk hidup seperti bakteri, fungi, virus, serta produk yang berasal dari makhluk hidup seperti protein, bioaktif, enzim, vitamin, asam basa organik, alkohol, dan lain-lain dalam proses produksi guna menghasilkan barang dan layanan dengan tujuan meningkatkan kesejahteraan manusia. Berdasarkan definisi di atas, terdapat 3 komponen utama dalam suatu proses bioteknologi (Prasetyo & Sari, 2021). Komponen pertama yaitu sumber atau bahan berupa makhluk hidup dan turunannya atau dapat disebut input, komponen kedua yaitu teknik, metode, ataupun cara yang dapat disebut sebagai proses. Sedangkan komponen yang ketiga yaitu hasil akhir atau produk berupa barang atau jasa yang disebut output. Komponen tersebut dapat digambarkan melalui diagram berikut :



Perkembangan Bioteknologi

- a. Abad 19, bioteknologi dimulai dari perkembangan ilmu pertanian dan fermentasi
- b. Abad 20, pengenalan dan penerapan Teknologi Rekombinasi DNA (Rekayasa genetika) untuk menghasilkan produk-produk yang bermanfaat bagi kehidupan manusia. Pada saat inilah bioteknologi industri mulai berkembang
- c. Abad 21, identifikasi genom manusia, tanaman dan mikroba yang memiliki dampak signifikan bagi kepentingan manusia

Kekurangan dan Kelebihan Bioteknologi

1. Bioteknologi Konvensional

| Kelebihan | Kekurangan |
|---|--|
| 1) Perbaikan genetic dapat dilakukan dengan terarah 2) Meningkatkan kualitas bahan pangan 3) Dapat mengatasi kendala ketidaksesuaian genetic. | 1) Biayanya relatif mahal 2) Harus menggunakan teknologi canggih 3) Harus menggunakan tenaga ahli. |

2. Bioteknologi Modern

| Kelebihan | Kekurangan |
|--|---|
| 1) Meningkatkan nilai gizi bahan pangan 2) Menciptakan sumber pangan yang baru 3) Dapat menjadi proses pengawetan makanan 4) biaya yang dibutuhkan tidak terlalu banyak | 1) Hasil tidak dapat diperkirakan. 2) Tidak dapat mengatasi ketidaksesuaian genetik. 3) Perbaikan genetik tidak terarah |

Prinsip dan Jenis Bioteknologi

| Bioteknologi Konvensional | Perbedaan | Bioteknologi Modern |
|---|---------------------------|--|
| Secara langsung dan utuh | Pemanfaatan makhluk hidup | Secara tidak langsung dan umumnya bagian tertentu saja |
| Menggunakan fermentasi | Prinsip | Menggunakan rekayasa genetika dan teknologi reproduksi |
| Tidak memerlukan keahlian khusus | Pelaku | Memerlukan keahlian khusus |
| Sederhana | Alat dan Proses | Canggih dan modern |
| Produksi dalam jumlah sedikit dan relatif murah | Skala produksi dan biaya | Produksi dalam jumlah besar dan relatif mahal |

Contoh Produk Bioteknologi



Bioteknologi Konvensional

1. Kecap
2. Yogurt
3. Tempe



Bioteknologi Modern

1. Kultur Jaringan
2. Padi Transgenik
3. Bayi Tabung

Implementasi Bioteknologi dalam Berbagai Bidang

| | |
|--------------------|---|
| Biologi Tumbuhan | Pemanfaatan bioteknologi untuk menghasilkan varietas unggul pada bidang pertanian, selain itu juga dapat digunakan sebagai pestisida pada tanaman untuk membasmi hama. |
| Biologi Hewan | Pemanfaatan bioteknologi pada hewan contohnya adalah pembuatan kloning hewan, pembuatan vaksin untuk mengatasi virus. |
| Biologi Lingkungan | Pada bidang lingkungan bioteknologi dapat diaplikasikan dengan membuat bioremediasi, dengan mengolah kembali limbah dengan prinsip bioteknologi sehingga dapat digunakan kembali. |
| Biologi Kedokteran | Pada bidang kedokteran bioteknologi dapat digunakan untuk pembuatan vaksin untuk mengatasi virus pada manusia dan terapi gen untuk mengobati penyakit. |

Untuk lebih jelasnya, simah video di bawah ini!

<https://youtu.be/vrbpKomOXZU?si=9AtXSnl0elWTkUoL>

**Bacalah Artikel di Bawah Ini****ECO ENZYME DARI FERMENTASI SAMPAH ORGANIK (SAMPAH BUAH DAN RIMPANG)**

Indonesia mendominasi hampir 50% penduduk di Asia Tenggara, bahkan menduduki peringkat keempat dengan jumlah 275,77 juta jiwa pada tahun 2022 (BPS, 2022). Laju pertumbuhan penduduk Indonesia pada tahun 2022 sebesar 1,17% lebih kecil dibanding tahun sebelumnya. Besarnya jumlah penduduk ini tentu saja dibarengi dengan segala aktifitas harian manusia dalam segala bidang kehidupan.

Sampah pada akhirnya berkontribusi besar menambah kapasitas timbunan di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Peningkatan produksi sampah apabila tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan tumpukan sampah, dan secara alami akan menghasilkan kompos dibarengi produksi gas metana dan CO₂ penyebab pemanasan global.

Biokonversi sampah organik menjadi produk baru dapat memberikan kontribusi peningkatan kualitas lingkungan hidup dan mempunyai nilai ekonomis. Bioteknologi merupakan salah satu cara penyelesaian penumpukan sampah organik dengan tidak menghasilkan sampah kembali. Salah satu proses bioteknologi yang sedang digiatkan adalah produksi eco-enzyme. Eco-enzyme adalah cairan hasil fermentasi bahan organik non lemak mempunyai manfaat yang sangat besar, dalam bidang kesehatan manusia maupun terhadap pengelolaan lingkungan.

Sumber : <https://kireka.setiabudi.ac.id/index.php/kireka/article/download/62/40>

Selain produk tersebut, sampah organik juga dapat diolah menjadi berbagai produk pangan, seperti pada link video di bawah ini

[Contoh produk bioteknologi pangan dari sampah organik](#)

Setelah membaca literasi dan video di atas, buatlah produk bioteknologi konvensional yaitu yogurt menggunakan bahan dari kulit buah naga atau kulit buah pisang sebagai pemanfaatan limbah organik yang ada di sekitar lingkungan.

Diskusikan dan tentukan dengan kelompok kalian!

AKTIVITAS SISWA

Pemahaman Konsep

Identifikasi Masalah



Pertanyaan

Setelah membaca materi dan melihat video di atas, jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan bioteknologi!
2. Jelaskan perbedaan prinsip bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern dan sebutkan contoh produknya!
3. Berdasarkan video di atas, tuliskan apa permasalahan yang sedang terjadi dan dampaknya terhadap lingkungan?
4. Menurut anda, apakah bioteknologi dapat menjadi solusi dari permasalahan tersebut?
5. Bagaimana bioteknologi dapat berperan dalam mengatasi masalah tersebut dan sebutkan contoh produknya?

Berdasarkan pertanyaan di atas. tulislah jawaban anda di bawah!



YOGURT DENGAN BAHAN DASAR KULIT BUAH

Bahan-bahan:

- Kulit buah (3 buah)
- Air (250 ml)
- Susu cair (1 liter)
- Starter yogurt (1 greek yogurt ukuran kecil rasa plain 80 gram)
- Gula/ Madu (Sesuai selera)

Alat:

- Panci ukuran besar
- toples kaca (1 pcs)
- Sendok (1 pcs)
- Saringan kain
- Plastik wrap (1 pcs)

Langkah-langkah:

1. Cuci dan potong kulit buah:
 - Cuci bersih kulit buah.
 - potong kulit buah dengan ukuran kecil.
2. Blender, rebus, dan saring kulit buah:
 - Blender kulit buah dengan menyampurkan air 250 mL.
 - Rebus ekstrak kulit buah 5 menit, dan dinginkan
 - Setelah dingin saring ekstrak kulit dengan saringan kain
3. Campurkan dengan susu:
 - Panaskan susu hingga hampir mendidih (sekitar 80°C), lalu dinginkan sampai hangat (sekitar 40–45°C).
 - Pisahkan lemak yang mengendap (jika ada)
 - Campurkan pemanis yaitu gula/madu ke dalam susu
 - Campurkan ekstrak kulit buah ke dalam susu
4. Masukkan starter yogurt:
 - Tambahkan yogurt plain sebagai starter, aduk rata, kemudian masukkan ke dalam toples kaca, tutup rapat dan bungkus tutup toples dengan plastik wrap.
5. Fermentasi:
 - Simpan yogurt dalam wadah tertutup/ ruang gelap selama 12-24 jam.
 - Setelah 24 jam, masukkan yogurt ke dalam kulkas untuk pengawetan dan hasil yang lebih maksimal.
 - Yogurt siap dikonsumsi

Catatan:

- Tambahkan madu atau buah jika ingin rasa manis alami.
- Pastikan semua peralatan bersih untuk menghindari kontaminasi. sebelum membuat yogurt siapkan alat dengan mensterilkan alat dalam air panas.
- Buatlah video pembuatan(alat, bahan, dan langkah-langkah) dan penjualan produk untuk dipresentasikan di akhir kegiatan.
- Bawalah prototype produk ketika melakukan presentasi produk.

Tugas Kelompok

Buatlah timeline kegiatan dengan mengisi tabel di bawah ini

| No | Hari dan Tanggal | Jenis Kegiatan | PIC | Keterangan |
|----|------------------|----------------|-----|------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Petunjuk pengisian :

1. Hari dan tanggal : waktu kalian melaksanakan kegiatan pembuatan produk
2. Jenis kegiatan : uraian pelaksanaan kegiatan dimulai dari persiapan dana, alat dan bahan, pelaksanaan pembuatan produk, mendesain kemasan dan penjualan produk
3. PIC : berisikan anggota kelompok yang bertanggung jawab dalam kegiatan tersebut
4. Keterangan : berisikan kejadian/kendala dan cara mengatasi kendala tersebut
5. Monitoring oleh guru dilakukan pada saat diskusi awal dan presentasi akhir