

E-LKPD

BERBASIS *PROJECT BASED*
LEARNING UNTUK MELATIH
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

BIOTEKNOLOGI



IDENTITAS PESERTA DIDIK

LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK
ELEKTRONIK BERBASIS *PROJECT BASED*
LEARNING MATERI BIOTEKNOLOGI
UNTUK MELATIH BERPIKIR KRITIS

Kelas : _____

Anggota : _____

Kelompok :



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat, rahmat, dan anugrah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan E-LKPD berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi bioteknologi yang disusun sebagai salah satu fasilitas dalam mata pembelajaran biologi. E-LKPD ini disusun berdasarkan Tujuan Pembelajaran, Indikator, dan Capaian pembelajaran dengan berdasarkan pada Kurikulum Merdeka untuk Sekolah Menengah Atas (SMA) dan Madrasah Aliyah (MA) kelas XII.

Penerapan E-LKPD ini berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi bioteknologi ini bertujuan untuk melatihkan keterampilan berpikir kritis (interpretasi, analisis, inferensi, evaluasi, penjelasan) peserta didik. E-LKPD ini dilengkapi dengan berbagai fitur yang menarik dengan harapan dapat membantu peserta didik mudah memahami materi dan melatih keterampilan berpikir kritis.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan masukan dan bimbingan serta kepada semua pihak yang turut membantu dan memotivasi penulis hingga penyelesaian E-LKPD berbasis *Project Based Learning* (PjBL) materi bioteknologi. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa E-LKPD ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan E-LKPD ini. E-LKPD ini diharapkan dapat bermanfaat bagi Bapak/Ibu guru, siswa dan semua pihak yang membacanya.



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	1
DAFTAR ISI.....	2
PETUNJUK PENGGUNAAN E-LKPD.....	3
FITUR E-LKPD.....	4
CAPAIAN PEMBELAJARAN.....	5
TUJUAN PEMBELAJARAN.....	5
INDIKATOR BERPIKIR KRITIS.....	6
PETA KONSEP.....	6
ALOKASI WAKTU.....	6
BIO-MARY.....	7
BIO-OBSERV.....	10
BIO-ANALYZE.....	11
ARTIKEL 1.....	11
ARTIKEL 2.....	12
BIO-ACTIVITY 1.....	14
BIO-ACTIVITY 2.....	16
BIO-ACTIVITY 3.....	19
BIO-EVAL.....	22
DAFTAR PUSTAKA.....	23



PETUNJUK PENGGUNAAN E-LKPD

Berikut ini merupakan langkah-langkah yang perlu diikuti dalam proses mempelajari materi bioteknologi menggunakan E-LKPD.

1. E-LKPD Bioteknologi ini berbasis model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL).
2. Sebelum mengerjakan E-LKPD ini, peserta didik diharapkan untuk mengerjakan *pre-test* dan berdoa terlebih dahulu.
3. Pastikan koneksi internet yang kalian gunakan lancar dapat mengakses E-LKPD ini dengan baik.
4. Bentuklah kelompok yang terdiri dari 5 peserta didik untuk mengerjakan E-LKPD.
5. Setiap anggota kelompok wajib terlibat aktif pada setiap langkah kegiatan.
6. Bacalah dan pahami petunjuk pada setiap fitur yang terdapat dalam E-LKPD.
7. E-LKPD Bioteknologi ini membantu peserta didik untuk menghasilkan produk olahan makanan/minuman berbasis bioteknologi konvensional.
8. Jika ada hal yang kurang dipahami, tanyakan langsung kepada guru.
9. Setelah menyelesaikan kegiatan dalam E-LKPD ini, peserta didik diharapkan untuk mengerjakan *post-test*.



FITUR E-LKPD

Bio-mary



Fitur ini menyajikan rangkuman materi tentang bioteknologi untuk memudahkan peserta didik menyelesaikan E-LKPD ini.

Bio-observ



Fitur ini menyajikan berbagai pertanyaan terkait analisis video mengenai masalah di lingkungan sekitar yang berkaitan dengan prinsip bioteknologi dan penerapannya.

Bio-analyze



Fitur ini menyajikan berbagai pertanyaan terkait analisis artikel permasalahan lingkungan yang dapat dianalisis serta berkaitan dengan prinsip bioteknologi dan penerapannya.

Bio-activity



Fitur ini menyajikan tahapan-tahapan rancangan percobaan yang akan dilakukan peserta didik.

Bio-eval



Fitur ini menyajikan pertanyaan evaluasi mengenai kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan.



CAPAIAN PEMBELAJARAN

Pada akhir fase F, peserta didik memiliki kemampuan mendeskripsikan bioproses yang terjadi dalam sel, dan menganalisis keterkaitan struktur organ pada sistem organ dengan fungsinya serta kelainan atau gangguan yang muncul pada sistem organ tersebut. Selanjutnya peserta didik memiliki kemampuan menerapkan konsep pewarisan sifat, pertumbuhan dan perkembangan dalam kehidupan sehari-hari dan mengevaluasi gagasan baru mengenai evolusi. Konsep-konsep yang dipelajari diterapkan untuk memecahkan masalah kehidupan yang diselesaikan dengan keterampilan proses secara mandiri hingga menciptakan ide atau produk untuk mengatasi permasalahan tersebut. Melalui keterampilan proses juga dibangun sikap ilmiah dan profil pelajar Pancasila.

TUJUAN PEMBELAJARAN

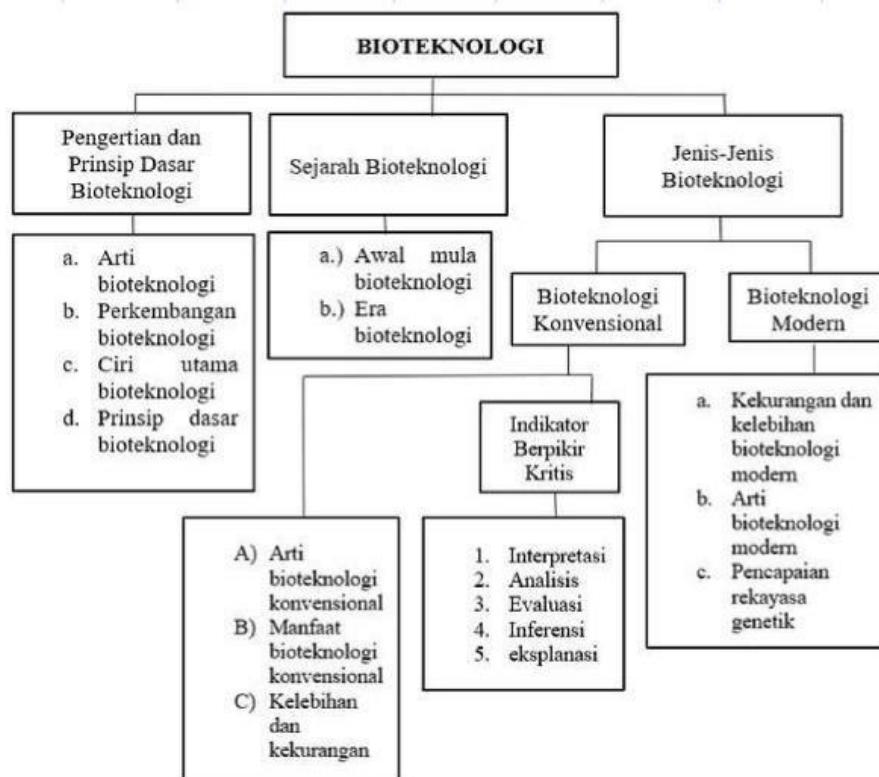
1. Peserta didik dapat menganalisis prinsip bioteknologi dan penerapannya.
2. Peserta didik dapat melakukan percobaan tentang pembuatan inovasi makanan/minuman fermentasi berbasis bioteknologi konvensional dan menghasilkan produk.
3. Peserta didik dapat menyajikan hasil percobaan dalam bentuk makanan/minuman berbasis bioteknologi konvensional laporan tertulis.



INDIKATOR BERPIKIR KRITIS

1. Interpretasi (*Interpretation*): Menjelaskan pokok permasalahan
2. Analisis (*Analysis*): Menjelaskan fakta-fakta yang membatasi permasalahan
3. Inferensi (*Inference*): Membuat pilihan cara dan jawaban yang masuk akal
4. Evaluasi (*Evaluation*): Menganalisis pilihan untuk memilih jawaban terbaik
5. Penjelasan (*Explanation*): Menyusun argumen yang terstruktur untuk mendukung sebuah keputusan.

PETA KONSEP



ALOKASI WAKTU

3 X 45 MENIT





RINGKASAN MATERI

Bioteknologi berasal dari kata Bio (kehidupan) dan Teknos (teknologi) yang berarti ilmu yang menerapkan prinsip-prinsip biologi. Bioteknologi adalah teknologi penggunaan organisme atau bagiannya untuk memperoleh barang dan jasa dalam skala industri untuk memenuhi kebutuhan manusia. Bioteknologi dapat dibagi berdasarkan kompleksitasnya menjadi dua jenis, yaitu bioteknologi tradisional atau konvensional dan bioteknologi modern sebagai berikut:

1. Bioteknologi Konvensional (sederhana)

Bioteknologi konvensional adalah bioteknologi yang menggunakan organisme hidup langsung untuk menghasilkan barang dan jasa yang berguna untuk manusia.

2. Bioteknologi modern

Bioteknologi modern dalam produksi pangan dilakukan dengan menggunakan metode rekayasa genetika.

Bioteknologi konvensional adalah bioteknologi yang memanfaatkan organisme secara langsung untuk menghasilkan produk barang dan jasa yang bermanfaat bagi manusia, misal melalui proses fermentasi. Bioteknologi konvensional dimanfaatkan dalam beberapa bidang:

1. Bidang Makanan

Contoh bidang makanan yaitu: yoghurt, keju, roti, tempe, tape, kumchi, acar, cuka, kecap dan sebagainya. Banyak juga inovasi produk makanan/minuman berbasis bioteknologi konvensional.

a. Yogurt

Yogurt merupakan minuman hasil fermentasi susu yang menggunakan bakteri *Streptococcus thermophilus* atau *Lactobacillus bulgaricus*. Yogurt dapat diinovasikan menggunakan bahan dasar alternatif seperti susu almond, kedelai, kelapa, oat, dan kacang-kacangan lainnya. Cocok untuk vegan dan individu dengan intoleransi laktosa. Inovasi yoghurt lainnya adalah penambahan ekstrak rempah secang seperti jahe dan kayu secang. Yogurt dengan penambahan ekstrak secang memiliki nilai mutu gizi yang lebih tinggi serta tampilan yang lebih menarik. Berikut adalah gambar yogurt okra yang tersaji pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Yogurt okra
[Sumber](#)

b. Keju

Keju merupakan bahan makanan yang dihasilkan dengan memisahkan zat padat pada susu melalui proses pengentalan. Proses pengentalan dilakukan dengan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Inovasi pembuatan keju yaitu menggunakan susu kambing, domba, kerbau, atau unta yang memiliki rasa dan kandungan nutrisi unik. Keju nabati menggunakan bahan dasar alternatif seperti kacang mete, almond, kedelai, kelapa, atau oat. Berikut adalah gambar keju yang tersaji pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Keju
[Sumber](#)

c. Tempe

Proses pembuatan tempe menggunakan teknik fermentasi. Fermentasi dilakukan dengan menumbuhkan jamur *Rhizopus oryzae* dan *Rhizopus oligosporus* pada biji kedelai. Inovasi dalam pembuatan tempe yaitu tempe multi-kacang dan biji-bijian yang artinya tempe menggunakan campuran kacang-kacangan seperti kacang hijau, kacang merah, kacang almond, atau biji-bijian seperti quinoa dan chia seed sebagai bahan baku tambahan. Berikut adalah gambar tempe kacang hijau yang tersaji pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Tempe kacang hijau
[Sumber](#)



d. Tape

Tape adalah produk yang dihasilkan dari proses fermentasi. Bahan pangan yang umumnya diperlakukan fermentasi adalah bahan pangan yang banyak mengandung karbohidrat dan protein. Tape biasanya menggunakan singkong namun, banyak alternatif bahan baku lain seperti ubi ungu, talas, atau sukun. Berikut adalah gambar tape ketan merah yang tersaji pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Tape ketan merah

[Sumber](#)

2. Bidang Pertanian

Contoh bidang pertanian adalah kultur jaringan, pembastaran, dan hidroponik.

3. Bidang Industri

Contoh bidang industri yaitu pemanfaatan bakteri dan jamur dalam pengolahan makanan yang bisa dijual seperti: tempe, yogurt, dan kecap

4. Bidang Pengobatan

Contoh bidang pengobatan yaitu antibiotik penisilin.

5. Bidang Peternakan

Contoh bidang peternakan yaitu domba ankon.



Apakah kalian pernah minum yogurt? jika pernah yogurt rasa apa yang kalian minum? taukah kalian jika yogurt adalah produk bioteknologi konvensional?

Indikator berpikir kritis:
Interpretasi



Tahap PjBL: Pertanyaan mendasar

Coba kalian amati video dibawah ini!



[Sumber](#)

Setelah kalian menyimak video tersebut, jawablah pertanyaan-pertanyaan dibawah ini dengan seksama!

1. Berdasarkan pengamatan terhadap video diatas, tentukan gagasan utamanya!

.....

Indikator berpikir kritis:
Interpretasi

2. Jika dilihat dari video yang sudah kalian tonton dan data tentang kenaikan harga kedelai 5 tahun belakang, inovasi bahan baku apa yang dapat dilakukan oleh penjual tempe agar usahanya tetap berjalan walaupun harga kacang kedelai terus mengalami kenaikan?

.....

Indikator berpikir kritis:
Analisis

3. Dalam pembuatan tempe, mengapa kacang harus direndam terlebih dahulu? jelaskan alasannya

.....

Indikator berpikir kritis:
Analisis



Baca dan analisislah artikel dibawah ini!

ARTIKEL 1

Warganet Bagikan Tips Bikin Tempe dari Kacang Merah dan Kacang Hijau

Tabel 1. Hasil uji organoleptik tempee kacang kedelai, kacang hijau dan kacang tanah

Perlakuan	Rasa	Warna	Tekstur	Aroma
A	+++++	+++++	+++++	+++++
B	+++++	+++	+++++	+++
C	+++	+++	+++	+++

Perlakuan A: Tempe kacang kedelai

Perlakuan B: Tempe kacang hijau

Perlakuan C: Tempe kacang tanah



Gambar 5. Tempe kacang merah dan kacang hijau

Liputan6.com, Jakarta - Tempe sudah jadi makanan favorit orang Indonesia. Selain enak dan bisa diolah ke berbagai kreasi resep, tempe juga murah dan mudah diperoleh. Makanan yang umumnya terbuat dari kacang kedelai ini biasanya disajikan dengan cara digoreng, ditumis, atau sebagai campuran sayur.

Rasanya nikmat dan tentu saja kaya gizi. Selain kacang kedelai, tempe sebenarnya juga bisa dibuat dari kacang lain, kacang hijau dan kacang merah misalnya. Anda pun bisa membuatnya sendiri di rumah. Akun Instagram @jezhalim membagikan pengalamannya membuat tempe dari kacang merah dan kacang hijau. "Tempe Merah Hijau (Kacang Merah dan Kacang Hijau). Seru kan bikin tempe bisa pakai kacang apapun," tulisnya dalam unggahan pada 9 November 2021.

Berikut lima langkah membuat tempe kacang merah dan kacang hijau.

1. Rendam kacang merah selama dua malam dan kacang hijau sekitar delapan jam. Pastikan airnya memenuhi seluruh wadah (sekitar tiga kali tinggi kacang di dalam wadah) dan tutup.
2. Rebus kacang merah 45 menit, dan kacang hijau hanya 15 menit.
3. Taruh di atas tumpah dan serbet, lalu lap kering.
4. Masukkan ke dalam wadah, beri 2 sendok makan cuka dan 1 sendok teh ragi untuk 250 gram kacang, aduk rata.
5. Tutup kain lembap (kain dapur/ *kitchen cloth*), taruh di atas tumpah. Masukkan ke lemari dan yang sedikit dibuka.
6. Tempe akan jadi dalam 7 hari. Setelah itu siap diolah.

Sumber

[Klik Me](#)



Baca dan analisislah artikel dibawah ini!

ARTIKEL 2

Cara Membuat Tape Ketan Merah yang Manis dan Lezat

Tabel 1. Hasil uji organoleptik tape ketan merah

Lama Fermentasi	Warna	Rasa	Aroma	Tekstur	pH
1 Hari	Putih	Sedikit manis dan sedikit asam	Sedikit beraroma khas tape	Sedikit lunak	5
2 Hari	Putih kekuningan	Manis dan asam	Beraroma khas tape sangat tajam	Sangat lunak	5



Gambar 6. Tape ketan merah

Gemapos.ID (Jakarta) - Tape ketan merah adalah salah satu variasi dari tape ketan yang terbuat dari beras ketan merah dan difermentasi dengan ragi tape. Beras ketan merah memiliki tekstur yang lebih kenyal dan rasa yang sedikit lebih gurih dibandingkan beras ketan putih. Proses pembuatan tape ketan merah mirip dengan tape ketan putih, tetapi menggunakan bahan utama yang berbeda. Tape ketan merah tidak hanya lezat tetapi juga kaya nutrisi karena beras ketan merah mengandung lebih banyak serat dan nutrisi.

Berikut ini adalah langkah-langkah membuat tape ketan merah

1. Cuci beras ketan merah hingga bersih.
2. Rendam beras ketan merah dalam air bersih selama 4-5 jam.
3. Tiriskan beras ketan merah, lalu kukus sekitar 30 menit atau hingga beras ketan setengah matang.
4. Angkat beras ketan dari kukusan dan pindahkan ke dalam wadah. Tambahkan air panas secukupnya.
5. Kukus kembali beras ketan merah hingga matang sempurna. Angkat dan biarkan beras ketan dingin hingga mencapai suhu ruang.
6. Taburkan Ragi Tape
7. Bungkus dengan Daun Pisang
8. Simpan bungkus tape ketan merah di tempat yang bersih dan sejuk selama 2-3 hari.
9. Tape ketan merah siap disajikan sebagai camilan atau makanan penutup.

Sumber

[Klik Me](#)



BIO-ANALYZE

Tahap PjBL:

Pertanyaan mendasar

Berdasarkan dua artikel diatas, jawablah pertanyaan dibawah ini dengan teliti dan seksama!

1. Setelah membaca dan memahami dua artikel diatas, coba tuliskan pokok pikiran tiap artikel!

.....

Indikator berpikir kritis:
Interpretasi

2. Pada artikel 1, terdapat inovasi tempe dari kacang merah dan kacang hijau serta data hasil uji organolebtik tempe dari kacang kedelai, kacang hijau, dan kacang merah. Dari artikel dan data tersebut selain kacang kedelai, kacang mana yang akan disukai oleh konsumen? berukan alasannya!

.....

Indikator berpikir kritis:
Analisis

3. Pada artikel 2, terdapat inovasi pembuatan tape ketan dengan ketan merah serta data hasil uji organolebtik lama fermentasi tape ketan merah. Dari artikel dan data tersebut, mengapa terdapat perbedaan antara waktu fermentasi hari ke 1 dan hari ke 2?

.....

Indikator berpikir kritis:
Analisis