



A. Identitas Khusus E-Modul

Mata Pelajaran : Biologi

Kelas : X (Sepuluh)

Alokasi Waktu : 6 JP (2 x 45 Menit)

Penyusun : Azalia Azzahra Nur Ramadhania



B. 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 antarkomponen serta perubahan lingkungan.



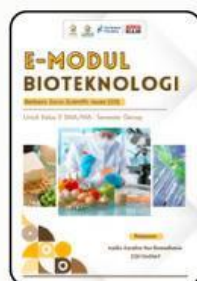
C. Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik dapat menganalisis konsep dan prinsip-prinsip Bioteknologi dengan baik dan benar melalui studi literatur.
2. Peserta didik dapat mengidentifikasi perbedaan Bioteknologi konvensional dan modern dengan baik dan benar melalui studi literatur.
3. Peserta didik dapat mengidentifikasi penerapan (aplikasi) dan inovasi bioteknologi konvensional maupun bioteknologi modern dengan baik dan benar melalui studi literatur.
4. Peserta didik dapat mengetahui pemanfaatan bioteknologi dalam berbagai bidang kehidupan.
5. Peserta didik dapat menganalisis dampak negatif dalam penerapan bioteknologi di berbagai bidang kehidupan.



D. Penunjang Pembelajaran

<https://sl1nk.com/E-ModulBioteknologi>



E-Modul Bioteknologi Berbasis
Socio Scientific Issues



Smartphone / tablet
/ laptop



Alat Tulis



Petunjuk Penggunaan E-LKPD

A. Bagi Guru

1. Sebelum menggunakan E-LKPD, guru menjelaskan terlebih dahulu tujuan pembelajaran yang telah ditentukan.
2. Guru mengarahkan peserta didik untuk mempelajari E-LKPD baik saat pembelajaran di ekolah maupun saat belajar mandiri untuk memperdalam pemahaman peserta didik mengenai materi Interferensi dan Difraksi Cahaya.

B. Bagi Peserta Didik

1. Mulailah dengan berdoa sebelum mengerjakan E-LKPD ini, agar ilmu yang diperoleh bermanfaat.
2. Bacalah setiap petunjuk kerja E-LKPD.
3. Baca dan pahami tujuan pembelajaran yang terdapat di dalam E-LKPD.
4. Ikuti setiap langkah model *problem based learning* yang telah dijabarkan di dalam E-LKPD.
5. Jika terdapat hal yang diragukan, segera tanyakan kepada guru.
6. Selesaikan tugas-tugas yang ada di dalam E-LKPD dengan baik dan benar.
7. Kumpulkan E-LKPD sesuai waktu yang ditentukan.



Sintaks Problem Based Learning X *Socio Scientific Issues* (SSI)

Sintaks Problem Based Learning (PBL)	Pendekatan <i>Socio Scientific Issues</i> (SSI)
Orientasi peserta didik pada masalah	Mengangkat isu sosial berbasis sains
Mengorganisasi peserta didik untuk belajar	Mengidentifikasi informasi dan pertanyaan ilmiah
Membimbing penyelidikan individu/kelompok	Mengumpulkan dan mengevaluasi informasi
Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Menganalisis isu dan membuat keputusan
Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Menyampaikan dan mempertahankan argumen

AKTIVITAS 1

(Konsep Dasar dan Jenis-Jenis Bioteknologi)

PBL: Orientasi pada masalah

SSI: Mengangkat isu sosial berbasis sains

Baca dan analisislah permasalahan pada kasus dibawah ini!

Konsumsi Tempe GMO Aman atau Berbahaya Bagi Kesehatan?



Gambar 1. Tempe

(Sumber: <https://blog.indonetnetwork.co.id/>)



Gambar 2. Kacang kedelai import

(Sumber: <https://www.favevijayaberkah.com/>)

Pernahkah kalian membayangkan bahwa tempe yang sering kita makan sehari-hari dapat dikaitkan dengan perkembangan bioteknologi? Selama ini, tempe dikenal sebagai makanan tradisional Indonesia yang dibuat dari kedelai melalui proses fermentasi menggunakan jamur *Rhizopus oryzae* dan *Rhizopus oligosporus*. Namun, seiring perkembangan ilmu pengetahuan, kini muncul wacana penggunaan kedelai hasil rekayasa genetika (GMO) untuk membuat tempe. Kedelai GMO dikembangkan agar lebih tahan terhadap hama dan memiliki hasil panen yang lebih tinggi. Hal ini dinilai dapat membantu memenuhi kebutuhan pangan masyarakat yang terus meningkat.

Di tengah masyarakat, penggunaan tempe GMO masih menimbulkan beragam pendapat. Ada yang mendukung karena dianggap lebih efisien dan modern, tetapi ada pula yang menolak karena khawatir terhadap dampaknya bagi kesehatan, lingkungan, serta kelestarian tempe sebagai pangan tradisional. Perbedaan pandangan ini menunjukkan bahwa tempe GMO bukan hanya persoalan sains, tetapi juga menyangkut aspek sosial dan budaya.

Diterbitkan pada 15 Juli 2025

Penyusun: Sulung Lahitani

Sumber : <https://www.liputan6.com> (Dengan modifikasi Seperlunya)

1. Mengapa tempe GMO menjadi isu yang diperdebatkan di masyarakat?

2. Pihak mana saja yang kemungkinan terlibat dalam permasalahan ini?



<https://sl1nk.com/Sin1Act1>



PBL: Mengorganisasikan Siswa Untuk Belajar

SSI: Mengidentifikasi informasi dan pertanyaan ilmiah

Setelah membaca wacana atau informasi mengenai tempe GMO, diskusikan dalam kelompok dan tentukan argumen awal kelompokmu terhadap pengembangan tempe GMO: (ceklis salah satu kotak opsi di bawah)

- Setuju terhadap pengembangan tempe GMO
- Tidak setuju terhadap pengembangan tempe GMO

Kumpulkan jawabanmu melalui scan QR code atau klik link di bawah ini:



<https://acesse.one/Sin2Actt1>

Jelaskan alasan awal mengapa anda memilih pernyataan tersebut!

PBL: Membimbing penyelidikan kelompok

SSI: Mengumpulkan dan mengevaluasi informasi



Mengaitkan Isu dengan Konsep Bioteknologi

Jawablah pertanyaan berikut untuk menghubungkan isu tempe GMO dengan materi bioteknologi.

1. Pembuatan tempe termasuk ke dalam jenis bioteknologi apa? Jelaskan alasannya.

2. Rekayasa genetika pada kedelai GMO termasuk ke dalam jenis bioteknologi apa?

3. Prinsip Bioteknologi apa yang membedakan tempe konvensional dengan tempe GMO?

Kumpulkan jawabanmu melalui scan QR code atau klik link di bawah ini:



<https://acesse.one/Sin3Act1>

Setelah menyelidiki isu mengenai tempe GMO berdasarkan wacana maupun dari berbagai sumber referensi lain, setiap kelompok menyusun argument mapping untuk melatih keterampilan argumentasi peserta didik, dengan ketentuan sebagai berikut:

- Susun argument mapping dalam bentuk bagan/kotak dan panah seperti contoh yang diberikan guru.
- Gunakan bahasa yang singkat, jelas, dan berdasarkan fakta.
- Setiap bagian argument mapping harus saling terhubung secara logis.



"Pemanfaatan kedelai hasil rekayasa genetika (GMO) dalam pembuatan tempe sebenarnya bertujuan untuk meningkatkan efisiensi produksi pangan".

Pertanyaan: Apakah penggunaan kedelai GMO dalam pembuatan tempe layak diterapkan di Indonesia? Jelaskan alasanmu!

Jawaban:

Pernyataan (*Claim*) (Setuju atau tidak setuju):

Warrant (alasan):

Rebuttal (sanggahan):

Data (bukti):

Data & Warrant /
Backing (alasan yang
mendukung):

Rebuttal (Sanggahan):

Qualifier (informasi
akurat):

Setelah selesai membuat argument mapping, kumpulkan hasilnya melalui scan QR code atau klik link yang tersedia!

• **Format Lampiran:**

Kelompok_Kelas_ArgumentMapping1



<https://l1nk.dev/Sin4Act1>

PBL: Menganalisis & Evaluasi proses pemecahan masalah

SSI: Menyampaikan dan mempertahankan argumen

Setelah mempresentasikan dan mendiskusikan *argument mapping* kelompok mengenai isu tempe GMO, jawablah pertanyaan berikut dengan jujur dan reflektif.

Kumpulkan jawabanmu melalui scan QR code atau klik link di bawah ini:



<https://l1nk.dev/Sin5Act1>



Informasi apa yang termasuk fakta ilmiah dan mana yang masih berupa anggapan atau opini dalam isu yang dibahas?



Apa kesimpulan yang dapat kamu ambil dari permasalahan yang dibahas dalam pembelajaran ini?

AKTIVITAS 2

(Aplikasi dan Inovasi Teknologi Bioteknologi)

PBL: Orientasi pada masalah

SSI: Mengangkat isu sosial berbasis sains



Baca dan analisislah permasalahan pada kasus dibawah ini!

Daging Buatan Laboratorium: Solusi Berkelanjutan atau Tantangan Baru Pangan Global?



Gambar 3. Daging buatan laboratorium
(Sumber: iStockphoto/anyaivanova)



Gambar 4. Lab-Grown Meat Beef
(Sumber: <https://www.majalahsains.com/>)

Pernahkah kalian mendengar tentang daging yang dibuat di laboratorium tanpa harus menyembelih hewan? Ada yang menganggapnya sebagai solusi ramah lingkungan dan etis, tetapi ada juga yang merasa ragu untuk mengonsumsinya. Nah, sekarang saatnya kita menelaahnya dengan sudut pandang sains dan sosial!

Daging buatan laboratorium (cultured meat) dikembangkan dari sel hewan yang ditumbuhkan di luar tubuh melalui kultur sel. Teknologi ini dinilai lebih ramah lingkungan karena menghemat lahan dan air serta berpotensi mengurangi dampak peternakan konvensional. Namun, hasil survei menunjukkan bahwa minat masyarakat untuk mengonsumsinya masih rendah karena dianggap seperti daging imitasi dan menimbulkan keraguan. Selain biaya produksi yang tinggi, regulasi dan penerimaan publik menjadi tantangan utama dalam pengembangannya

Diterbitkan pada 15 Juli 2025
Penyusun: Christian Noven Harjadi
Sumber : goodstats.id (Dengan modifikasi Seperlunya)

1. Mengapa daging buatan laboratorium dianggap sebagai solusi alternatif terhadap masalah lingkungan dan pangan?

2. Mengapa sebagian masyarakat masih ragu untuk menerima daging buatan laboratorium?

Kumpulkan jawabanmu melalui scan QR code atau klik link di bawah ini:



<https://l1nk.dev/Sin1Act2>



PBL: Mengorganisasikan Siswa Untuk Belajar

SSI: Mengidentifikasi informasi dan pertanyaan ilmiah

Setelah membaca wacana atau informasi mengenai daging kultur, diskusikan dalam kelompok dan tentukan argumen awal kelompokmu terhadap pengembangan daging kultur! (ceklis salah satu kotak opsi di bawah)

- Setuju terhadap pengembangan daging kultur
- Tidak setuju terhadap pengembangan daging kultur

Kumpulkan jawabanmu melalui scan QR code atau klik link di bawah ini:



<https://s11nk.com/Sin2Act2>

Jelaskan alasan awal mengapa anda memilih pernyataan tersebut!

PBL: Membimbing penyelidikan kelompok

SSI: Mengumpulkan dan mengevaluasi informasi



Mengaitkan Isu dengan Konsep Bioteknologi

Jawablah pertanyaan berikut untuk menghubungkan isu daging kultur dengan materi bioteknologi.

1. Mengapa cultured meat termasuk ke dalam contoh bioteknologi modern? Jelaskan alasannya.

2. Teknologi apa yang digunakan dalam pengembangan daging buatan laboratorium (cultured meat) berdasarkan wacana tersebut?

3. Apa bentuk inovasi bioteknologi yang ditunjukkan oleh pengembangan cultured meat dalam wacana tersebut?

Kumpulkan jawabanmu melalui scan QR code atau klik link di bawah ini:



<https://s11nk.com/Sin3Act2>

Setelah menyelidiki isu mengenai daging kultur berdasarkan wacana maupun dari berbagai sumber referensi lain, setiap kelompok menyusun argument mapping untuk melatih keterampilan argumentasi peserta didik, dengan ketentuan sebagai berikut:

- Susun argument mapping dalam bentuk bagan/kotak dan panah seperti contoh yang diberikan guru.
- Gunakan bahasa yang singkat, jelas, dan berdasarkan fakta.
- Setiap bagian argument mapping harus saling terhubung secara logis.



“Pemanfaatan teknologi bioteknologi modern dalam pengembangan daging buatan laboratorium (cultured meat) bertujuan untuk menghasilkan sumber pangan yang lebih ramah lingkungan dan etis tanpa harus melakukan penyembelihan hewan.”

Pertanyaan: Apakah pengembangan daging buatan laboratorium (cultured meat) layak diterapkan sebagai alternatif sumber pangan di Indonesia?

Jawaban:

Pernyataan (*Claim*) (Setuju atau tidak setuju):

Warrant (alasan):

Rebuttal (sanggahan):

Data (bukti):

Data & Warrant /
Backing (alasan yang
mendukung):

Rebuttal (Sanggahan):

Qualifier (informasi
akurat):

Setelah selesai membuat argument mapping, kumpulkan hasilnya melalui scan QR code atau klik link yang tersedia!

• **Format Lampiran:**

Kelompok_Kelas_ArgumentMapping2



<https://l1nk.dev/Sin4Act2>

PBL: Menganalisis & Evaluasi proses pemecahan masalah

SSI: Menyampaikan dan mempertahankan argumen

Setelah mempresentasikan dan mendiskusikan *argument mapping* kelompok mengenai isu mengenai daging kultur, jawablah pertanyaan berikut dengan jujur dan reflektif.

Kumpulkan jawabanmu melalui scan QR code atau klik link di bawah ini:



<https://sl1nk.com/Sin5Act2>



Informasi apa yang termasuk fakta ilmiah dan mana yang masih berupa anggapan atau opini dalam isu yang dibahas?



Apa kesimpulan yang dapat kamu ambil dari permasalahan yang dibahas dalam pembelajaran ini?

AKTIVITAS 3

(Pemanfaatan dan Dampak Negatif Bioteknologi)

PBL: Orientasi pada masalah

SSI: Mengangkat isu sosial berbasis sains



Baca dan analisislah permasalahan pada kasus dibawah ini!

Rekayasa Genetik pada Bayi: Terobosan Ilmiah atau Pelanggaran Etika?



Gambar 5. Researcher He Jiankui
(Sumber: <https://www.nytimes.com/>)

Pernahkah kalian mendengar tentang ilmuwan yang mengedit gen manusia untuk mencegah penyakit? Pada tahun 2018, seorang ilmuwan asal Cina, He Jiankui, mengklaim berhasil mengedit DNA bayi kembar menggunakan teknologi CRISPR-Cas9 agar kebal terhadap HIV. Ia menyatakan bahwa tindakan tersebut aman dan bertujuan membantu keluarga dengan risiko HIV.

Namun, klaim ini memicu kontroversi global. Banyak ilmuwan menilai eksperimen tersebut melanggar etika karena dilakukan tanpa transparansi dan pengawasan etik yang memadai. Selain itu, dampak jangka panjang dari perubahan gen yang diwariskan ke generasi berikutnya belum diketahui. Kasus ini menimbulkan perdebatan tentang batas pemanfaatan bioteknologi dan pentingnya etika dalam perkembangan sains modern.

Diterbitkan pada 30 November 2018
Penyusunc: Fadrik Aziz Firdausi
Sumber : <https://tirto.id>. (Dengan modifikasi Seperlunya)

1. Apakah pengeditan gen pada manusia dapat dibenarkan secara ilmiah dan etika?

2. Mengapa penggunaan teknologi bioteknologi perlu diawasi secara ketat?

Kumpulkan jawabanmu melalui scan QR code atau klik link di bawah ini:



<https://l1ng.com/Sin1Act3>



PBL: Mengorganisasikan Siswa Untuk Belajar

SSI: Mengidentifikasi informasi dan pertanyaan ilmiah

Setelah membaca wacana atau informasi mengenai rekayasa genetika pada bayi menggunakan teknologi CRISPR-Cas9, diskusikan dalam kelompok dan tentukan argumen awal kelompokmu terkait penerapan rekayasa genetika pada manusia! *(Centang salah satu kotak di bawah ini)*

Kumpulkan jawabanmu melalui scan QR code atau klik link di bawah ini:



<https://l1nk.dev/Sin2Act3>

- Setuju terhadap penerapan rekayasa genetika pada bayi
- Tidak Setuju terhadap penerapan rekayasa genetika pada bayi

Jelaskan alasan awal mengapa anda memilih pernyataan tersebut!

PBL: Membimbing penyelidikan kelompok

SSI: Mengumpulkan dan mengevaluasi informasi



Mengaitkan Isu dengan Konsep Bioteknologi

Jawablah pertanyaan berikut untuk menghubungkan isu daging kultur dengan materi bioteknologi.

1. Pemanfaatan teknologi apa yang digunakan dalam kasus rekayasa genetika bayi pada wacana tersebut?

2. Apa tujuan utama penggunaan rekayasa genetika pada bayi yang dijelaskan oleh ilmuwan dalam wacana?

3. Dampak negatif apa saja yang mungkin muncul dari penerapan rekayasa genetika pada manusia seperti yang dijelaskan dalam wacana?

Kumpulkan jawabanmu melalui scan QR code atau klik link di bawah ini:



<https://l1nq.com/Sin3Act3>

Setelah menyelidiki isu mengenai rekayasa genetika pada bayi menggunakan teknologi CRISPR-Cas9 berdasarkan wacana maupun dari berbagai sumber referensi lain, setiap kelompok menyusun argument mapping untuk melatih keterampilan argumentasi peserta didik, dengan ketentuan sebagai berikut:

- Susun argument mapping dalam bentuk bagan/kotak dan panah seperti contoh yang diberikan guru.
- Gunakan bahasa yang singkat, jelas, dan berdasarkan fakta.
- Setiap bagian argument mapping harus saling terhubung secara logis.



"Teknologi bioteknologi modern berupa rekayasa genetika pada bayi menggunakan CRISPR-Cas9 digunakan untuk mengubah gen tertentu dengan tujuan mencegah penyakit sejak tahap embrio. Penerapan teknologi ini berkaitan dengan aspek ilmiah, etika, dan sosial yang perlu dikaji secara mendalam."

Pertanyaan: Apakah penerapan rekayasa genetika pada bayi layak diterapkan jika ditinjau dari aspek ilmiah, etika, dan sosial?

Jawaban:

Pernyataan (*Claim*) (**Setuju** atau **tidak setuju**):

Warrant (alasan):

Rebuttal (sanggahan):

Data (bukti):

Data & Warrant / Backing (alasan yang mendukung):

Rebuttal (Sanggahan):

Qualifier (informasi akurat):

Setelah selesai membuat argument mapping, kumpulkan hasilnya melalui scan QR code atau klik link yang tersedia!

• **Format Lampiran:**

Kelompok_Kelas_ArgumentMapping3



<https://acesse.one/Sin4Act3>

PBL: Menganalisis & Evaluasi proses pemecahan masalah

SSI: Menyampaikan dan mempertahankan argumen

Setelah mempresentasikan dan mendiskusikan *argument mapping* kelompok mengenai isu mengenai rekayasa genetika pada bayi, jawablah pertanyaan berikut dengan jujur dan reflektif.

Kumpulkan jawabanmu melalui scan QR code atau klik link di bawah ini:



<https://sl1nk.com/Sin5Act3>



Informasi apa yang termasuk fakta ilmiah dan mana yang masih berupa anggapan atau opini dalam isu yang dibahas?



Apa kesimpulan yang dapat kamu ambil dari permasalahan yang dibahas dalam pembelajaran ini?
