

MODUL AJAR DEEP LEARNING
MATA PELAJARAN : IPA (BIOLOGI)
BAB: 4 INOVASI BIOTEKNOLOGI

A. IDENTITAS MODUL

Nama Sekolah :
Nama Penyusun :
Mata Pelajaran : **IPA (Biologi)**
Kelas / Fase /Semester : **XII/ F / Genap**
Alokasi Waktu : **8 Jam Pelajaran (4 Pertemuan @ 2 JP)**
Tahun Pelajaran : **2025 / 2026**

B. IDENTIFIKASI KESIAPAN PESERTA DIDIK

Peserta didik pada umumnya telah memiliki pemahaman dasar tentang konsep-konsep biologi sel, genetika (DNA, RNA, protein sintesis), dan pewarisan sifat dari pembelajaran di kelas X dan XI. Mereka juga kemungkinan telah terpapar informasi umum mengenai bioteknologi melalui media massa atau sumber lainnya, sehingga memiliki gambaran awal tentang aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari. Keterampilan dasar seperti membaca, memahami teks, dan melakukan diskusi kelompok juga sudah dimiliki. Namun, kedalaman pemahaman tentang mekanisme spesifik dalam bioteknologi modern dan isu etika/dampak lingkungan mungkin masih perlu dikembangkan.

C. KARAKTERISTIK MATERI PELAJARAN

Materi "Inovasi Bioteknologi" mencakup jenis pengetahuan konseptual (prinsip-prinsip bioteknologi), prosedural (langkah-langkah dalam rekayasa genetika, kultur jaringan, dll.), dan metakognitif (strategi pemecahan masalah dalam bioteknologi). Materi ini sangat relevan dengan kehidupan nyata karena bioteknologi memiliki aplikasi luas di bidang pangan, kesehatan, pertanian, dan lingkungan, serta memunculkan isu-isu sosial dan etika yang penting untuk didiskusikan. Tingkat kesulitan materi bervariasi; konsep dasar dapat dipahami dengan relatif mudah, namun detail proses rekayasa genetika atau analisis dampak memerlukan pemikiran kritis dan penalaran yang lebih dalam. Struktur materi akan disusun dari konsep dasar bioteknologi konvensional dan modern, aplikasi, hingga dampak dan isu etika. Integrasi nilai dan karakter akan ditekankan pada tanggung jawab ilmiah, etika dalam sains, kepedulian lingkungan, serta kolaborasi.

D. DIMENSI PROFIL LULUSAN PEMBELAJARAN

Berdasarkan tujuan pembelajaran dan karakteristik materi, dimensi profil lulusan yang akan dicapai dalam pembelajaran ini meliputi:

- **Penalaran Kritis:** Peserta didik mampu menganalisis informasi, mengevaluasi argumen, dan merumuskan solusi terkait isu-isu bioteknologi.
- **Kreativitas:** Peserta didik mampu mengembangkan ide-ide inovatif terkait aplikasi bioteknologi dan menyajikan hasil karyanya secara kreatif.

- **Kolaborasi:** Peserta didik mampu bekerja sama dalam kelompok untuk menyelesaikan proyek dan berdiskusi secara konstruktif.
- **Kemandirian:** Peserta didik mampu merencanakan dan melaksanakan tugas secara mandiri serta bertanggung jawab atas pembelajaran mereka.
- **Komunikasi:** Peserta didik mampu menyampaikan gagasan, hasil analisis, dan presentasi dengan jelas dan efektif.

DESAIN PEMBELAJARAN

A. CAPAIAN PEMBELAJARAN (CP) NOMOR : 32 TAHUN 2024

Di akhir fase F (Kelas XII), peserta didik mampu menganalisis berbagai inovasi bioteknologi dan dampaknya terhadap kehidupan serta lingkungan, serta mampu merancang dan melaksanakan proyek sederhana yang menerapkan prinsip-prinsip bioteknologi dengan mempertimbangkan aspek etika dan keberlanjutan.

B. LINTAS DISIPLIN ILMU YANG RELEVAN

- **Kimia:** Memahami struktur biomolekul (DNA, protein) dan reaksi-reaksi kimia dalam proses bioteknologi.
- **Pendidikan Pancasila:** Memahami etika dalam pemanfaatan bioteknologi dan dampaknya terhadap masyarakat serta lingkungan.
- **Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK):** Pemanfaatan perangkat lunak dan internet untuk mencari informasi, mengolah data, dan menyajikan hasil.
- **Seni (Desain Komunikasi Visual):** Untuk presentasi yang menarik dan mudah dipahami.

C. TUJUAN PEMBELAJARAN

Pertemuan 1: Konsep Dasar Bioteknologi dan Bioteknologi Konvensional

- Melalui diskusi kelompok dan studi kasus, peserta didik mampu mengidentifikasi perbedaan antara bioteknologi konvensional dan modern dengan tepat.
- Peserta didik mampu menjelaskan prinsip dasar dan contoh aplikasi bioteknologi konvensional (fermentasi, kultur jaringan sederhana) dalam kehidupan sehari-hari dengan benar.
- Peserta didik dapat mengidentifikasi potensi dan keterbatasan bioteknologi konvensional melalui studi literatur.

Pertemuan 2: Bioteknologi Modern: Rekayasa Genetika

- Melalui demonstrasi visual dan eksplorasi digital, peserta didik mampu menguraikan tahapan-tahapan dasar dalam rekayasa genetika (misalnya, isolasi gen, penyisipan gen, transformasi) dengan akurat.
- Peserta didik mampu mengidentifikasi berbagai aplikasi rekayasa genetika di bidang kesehatan, pertanian, dan industri melalui analisis studi kasus.
- Peserta didik dapat mengevaluasi dampak positif dan negatif rekayasa genetika terhadap masyarakat dan lingkungan melalui diskusi kelompok.

Pertemuan 3: Aplikasi Bioteknologi Lanjut dan Isu Etika

- Melalui studi kasus dan diskusi kelas, peserta didik mampu menjelaskan aplikasi bioteknologi di luar rekayasa genetika (misalnya, kloning, forensik DNA, bioproses) dengan contoh yang relevan.
- Peserta didik mampu menganalisis isu-isu etika dan moral terkait pengembangan dan penerapan bioteknologi modern (misalnya, GMO, terapi gen) dari berbagai sudut pandang.
- Peserta didik dapat merumuskan sikap kritis dan bertanggung jawab terhadap perkembangan bioteknologi sebagai warga negara.

Pertemuan 4: Proyek Inovasi Bioteknologi

- Peserta didik mampu merancang sebuah proyek sederhana yang menerapkan prinsip bioteknologi untuk memecahkan masalah atau mengembangkan inovasi di lingkungan sekitar.
- Peserta didik mampu mengumpulkan dan mengorganisir informasi yang relevan untuk proyek mereka dari berbagai sumber.
- Peserta didik mampu mempresentasikan hasil rancangan proyek inovasi bioteknologi mereka secara kreatif dan persuasif.

D. TOPIK PEMBELAJARAN KONTEKSTUAL

- Pemanfaatan mikroorganisme dalam produksi makanan dan minuman sehari-hari (contoh: tempe, roti, yogurt).
- Tanaman transgenik dan isu keamanan pangan.
- Penggunaan bioteknologi dalam diagnosis penyakit dan pengembangan vaksin.
- Forensik DNA dalam penyelidikan kriminal.
- Dampak bioteknologi terhadap keanekaragaman hayati dan lingkungan.

E. KERANGKA PEMBELAJARAN

PRAKTIK PEDAGOGIK:

- **Metode Pembelajaran Berbasis Proyek:** Peserta didik akan merancang dan mengembangkan proyek sederhana terkait inovasi bioteknologi. Ini melibatkan:
- **Eksplorasi Lapangan (jika memungkinkan):** Kunjungan virtual atau nyata ke industri makanan fermentasi lokal, pusat penelitian pertanian, atau fasilitas kesehatan yang memanfaatkan bioteknologi (d disesuaikan dengan sumber daya).
- **Wawancara:** Mengidentifikasi dan mewawancarai ahli atau praktisi lokal yang relevan dengan bioteknologi (misalnya, pengusaha tempe, petani hidroponik, atau tenaga kesehatan).
- **Presentasi:** Peserta didik mempresentasikan hasil proyek mereka kepada teman sekelas atau komunitas sekolah.
- **Diskusi Kelompok:** Mendorong kolaborasi, penalaran kritis, dan komunikasi melalui diskusi tentang isu-isu etika, dampak, dan aplikasi bioteknologi.

MITRA PEMBELAJARAN:

- **Lingkungan Sekolah:** Guru mata pelajaran lain (Kimia, TIK, Pendidikan Pancasila), pustakawan, dan komunitas ilmiah sekolah (jika ada).
- **Lingkungan Luar Sekolah:** Komunitas pengusaha UMKM makanan fermentasi, petani lokal yang menggunakan bibit unggul, tenaga kesehatan di puskesmas/rumah sakit, akademisi dari perguruan tinggi (melalui daring atau kunjungan).
- **Masyarakat:** Melibatkan orang tua/wali dalam diskusi tentang isu bioteknologi atau sebagai narasumber jika relevan.

LINGKUNGAN BELAJAR:

- **Ruang Fisik:** Ruang kelas yang fleksibel untuk diskusi kelompok dan presentasi, laboratorium biologi untuk demonstrasi sederhana (jika diperlukan), atau area terbuka di sekolah untuk observasi.
- **Ruang Virtual:** Pemanfaatan platform Google Classroom untuk berbagi materi, penugasan, dan pengumpulan proyek. Forum diskusi daring untuk melanjutkan pembahasan di luar jam pelajaran. Video konferensi untuk wawancara dengan

narasumber.

- **Budaya Belajar:** Mendorong budaya kolaboratif (saling membantu dan berbagi ide), partisipasi aktif (siswa berani bertanya, berpendapat, dan berdiskusi), dan rasa ingin tahu yang tinggi (siswa aktif mencari informasi dan bereksperimen).

PEMANFAATAN DIGITAL:

- **Perpustakaan Digital:** Pemanfaatan jurnal ilmiah daring, e-book, dan artikel berita terkait bioteknologi.
- **Forum Diskusi Daring:** Menggunakan fitur forum di Google Classroom atau platform lain untuk diskusi mendalam tentang isu-isu kompleks.
- **Penilaian Daring:** Menggunakan Google Forms untuk kuesioner atau tes diagnostik.
- **Kahoot!/Mentimeter:** Untuk kuis interaktif atau pengumpulan ide secara cepat dan menyenangkan.
- **Google Classroom:** Sebagai pusat manajemen pembelajaran (materi, tugas, pengumuman).

F. LANGKAH-LANGKAH PEMBELAJARAN BERDIFERENSIASI

PERTEMUAN 1:

KONSEP DASAR BIOTEKNOLOGI DAN BIOTEKNOLOGI KONVENSIONAL

KEGIATAN PENDAHULUAN (MINDFUL LEARNING, JOYFUL LEARNING):

- Guru menyapa peserta didik dan menciptakan suasana yang nyaman.
- **Brainstorming Awal:** Guru memancing pertanyaan dengan menampilkan gambar atau video singkat tentang produk-produk bioteknologi sehari-hari (misalnya, tempe, yogurt, insulin). Peserta didik diminta untuk menyebutkan apa yang mereka ketahui atau pertanyaan yang muncul di benak mereka. (Joyful Learning, Mindful Learning - mengaktifkan pengetahuan awal dan rasa ingin tahu).
- Guru mengaitkan jawaban peserta didik dengan tujuan pembelajaran hari ini dan menjelaskan relevansi materi bioteknologi dalam kehidupan.
- Guru menjelaskan model pembelajaran yang akan digunakan (proyek dan diskusi) serta asesmen yang akan dilakukan.

KEGIATAN INTI (MEANINGFUL LEARNING, JOYFUL LEARNING, MINDFUL LEARNING):

Memahami (Understanding):

- **Diferensiasi Konten:** Guru menyediakan berbagai sumber belajar tentang bioteknologi konvensional dan modern: artikel, infografis, video animasi singkat, atau tautan ke situs web terpercaya. Peserta didik dapat memilih format yang paling sesuai dengan gaya belajar mereka.
- Guru membagi peserta didik ke dalam kelompok. Setiap kelompok diberikan studi kasus tentang aplikasi bioteknologi konvensional (misalnya, pembuatan tape, keju, atau oncom).
- **Diskusi Kelompok (Meaningful Learning):** Peserta didik berdiskusi untuk mengidentifikasi prinsip-prinsip bioteknologi yang terlibat dalam studi kasus, serta potensi dan keterbatasannya. Guru berkeliling, memfasilitasi diskusi, dan memberikan bimbingan.

Mengaplikasi (Applying):

- **Diferensiasi Proses:** Kelompok diminta untuk merancang poster atau infografis sederhana yang menjelaskan satu contoh aplikasi bioteknologi konvensional dan dampaknya. Kelompok dapat memilih tools yang ingin digunakan (manual, digital).
- Setiap kelompok mempresentasikan hasilnya di depan kelas secara singkat (Joyful Learning - kesempatan untuk berekspresi).
- **Merefleksi (Reflecting - Mindful Learning):**
- Guru memandu refleksi kelas: "Apa yang kalian pelajari hari ini tentang bioteknologi konvensional? Apa hal menarik yang kalian temukan? Bagaimana bioteknologi konvensional ini berpengaruh dalam kehidupan kalian sehari-hari?"
- Peserta didik menuliskan satu hal baru yang mereka pelajari dan satu pertanyaan yang masih ingin mereka ketahui di post-it dan ditempelkan di "Pohon Pengetahuan" (Mindful Learning).

PERTEMUAN 2:

BIOTEKNOLOGI MODERN: REKAYASA GENETIKA

KEGIATAN PENDAHULUAN (MINDFUL LEARNING, JOYFUL LEARNING):

- Guru menanyakan pertanyaan pemantik: "Pernahkah kalian mendengar tentang 'DNA dimodifikasi' atau 'genetika direkayasa'? Apa yang terlintas di pikiran kalian?" (Mindful Learning - mengaktifkan pemikiran awal).
- Guru menunjukkan video singkat atau simulasi tentang tahapan dasar rekayasa genetika (misalnya, isolasi DNA, kloning gen).
- Guru menjelaskan tujuan pembelajaran hari ini.

KEGIATAN INTI (MEANINGFUL LEARNING, JOYFUL LEARNING, MINDFUL LEARNING):

Memahami (Understanding):

- **Eksplorasi Digital (Meaningful Learning):** Peserta didik secara individu atau berpasangan mengeksplorasi sumber-sumber digital (video YouTube edukasi, simulasi interaktif, artikel ilmiah populer) tentang rekayasa genetika dan aplikasinya di berbagai bidang. Guru memberikan daftar sumber yang direkomendasikan.
- **Diferensiasi Konten:** Guru menyiapkan "Kartu Tantangan" berisi pertanyaan-pertanyaan berbeda tentang rekayasa genetika, disesuaikan dengan tingkat kesulitan (dasar, sedang, kompleks). Peserta didik dapat memilih kartu yang menantang mereka.

Mengaplikasi (Applying):

- **Diskusi Kasus (Meaningful Learning):** Peserta didik dibagi ke dalam kelompok. Setiap kelompok diberikan studi kasus tentang aplikasi rekayasa genetika (misalnya, insulin hasil rekayasa, jagung Bt, terapi gen). Mereka diminta untuk menganalisis proses rekayasa yang terjadi dan mengidentifikasi dampak positif serta negatifnya.
- **Debat Mini (Joyful Learning):** Setiap kelompok ditugaskan untuk mempertahankan argumen pro atau kontra terkait isu etika dalam satu aplikasi rekayasa genetika (misalnya, penggunaan organisme transgenik). Guru memfasilitasi debat singkat yang konstruktif.

Merefleksi (Reflecting - Mindful Learning):

- Guru memandu refleksi: "Apa tantangan terbesar dalam memahami rekayasa genetika? Bagaimana pandangan kalian berubah setelah mempelajari dampaknya?"

- Peserta didik mengisi kuesioner singkat daring (Google Forms) tentang pemahaman mereka dan perasaan mereka tentang isu etika rekayasa genetika.

PERTEMUAN 3:

APLIKASI BIOTEKNOLOGI LANJUT DAN ISU ETIKA

KEGIATAN PENDAHULUAN (MINDFUL LEARNING, JOYFUL LEARNING):

- Guru memulai dengan pertanyaan provokatif: "Jika kita bisa menciptakan klon manusia, apakah itu etis? Mengapa atau mengapa tidak?" (Mindful Learning - memicu pemikiran kritis).
- Guru menunjukkan cuplikan film atau berita tentang aplikasi bioteknologi yang kontroversial (misalnya, kloning, forensik DNA).
- Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang berfokus pada isu etika.

KEGIATAN INTI (MEANINGFUL LEARNING, JOYFUL LEARNING, MINDFUL LEARNING):

Memahami (Understanding):

- **Studi Literatur Berbasis Isu (Meaningful Learning):** Peserta didik diberikan berbagai artikel (media massa, jurnal ilmiah populer) yang membahas isu-isu etika dalam bioteknologi (kloning, bayi tabung, terapi gen).
- **Diferensiasi Konten:** Guru mengelompokkan artikel berdasarkan kompleksitas bahasa dan kedalaman pembahasan, memungkinkan peserta didik memilih sesuai tingkat kenyamanan mereka.

Mengaplikasi (Applying):

- **Diskusi Meja Bundar (Meaningful Learning, Kolaborasi):** Peserta didik duduk dalam kelompok kecil (meja bundar) dan berdiskusi secara mendalam tentang isu etika yang telah mereka baca. Setiap anggota kelompok harus menyampaikan pandangannya dan mendengarkan pandangan orang lain.
- **Produk Diskusi (Diferensiasi Produk):** Setiap kelompok diminta untuk menghasilkan ringkasan diskusi mereka dalam format yang mereka pilih (peta konsep, infografis, poin-poin argumen).

Merefleksi (Reflecting - Mindful Learning):

- Guru meminta setiap kelompok untuk berbagi kesimpulan utama dari diskusi mereka.
- Peserta didik melakukan jurnal reflektif singkat tentang bagaimana pandangan mereka tentang isu-isu etika bioteknologi telah berkembang dan bagaimana mereka akan bertanggung jawab sebagai warga negara di masa depan. (Mindful Learning).

PERTEMUAN 4:

PROYEK INOVASI BIOTEKNOLOGI

KEGIATAN PENDAHULUAN (MINDFUL LEARNING, JOYFUL LEARNING):

- Guru mereview kembali materi sebelumnya dan mengaitkannya dengan potensi inovasi.
- Guru menampilkan contoh-contoh inovasi bioteknologi sederhana yang berhasil (misalnya, pengolahan limbah organik menjadi kompos dengan bantuan mikroba, pembuatan biosolar sederhana). (Joyful Learning - memberikan inspirasi).
- Guru menjelaskan detail proyek inovasi bioteknologi yang akan mereka kerjakan,

termasuk tahapan, luaran, dan waktu pengerjaan.

KEGIATAN INTI (MEANINGFUL LEARNING, JOYFUL LEARNING, MINDFUL LEARNING):

- **Merancang Proyek (Meaningful Learning, Kreativitas):** Peserta didik dalam kelompok merancang proyek inovasi bioteknologi sederhana. Guru memberikan kebebasan tema selama relevan dengan lingkup bioteknologi dan sesuai dengan sumber daya yang tersedia. Guru memberikan panduan kerangka proyek (latar belakang, tujuan, metode, hasil yang diharapkan).

Eksplorasi Data dan Wawancara (Aplikasi, Kolaborasi):

- Peserta didik melakukan riset literatur dan/atau wawancara (virtual atau langsung jika memungkinkan) dengan mitra pembelajaran (misalnya, ahli pertanian lokal, pengusaha makanan fermentasi, guru mata pelajaran lain) untuk mengumpulkan informasi dan mendapatkan masukan untuk proyek mereka.
- **Diferensiasi Proses:** Guru memberikan bimbingan individual kepada setiap kelompok sesuai dengan kebutuhan proyek mereka. Beberapa kelompok mungkin membutuhkan bantuan dalam identifikasi masalah, sementara yang lain dalam metodologi.

Penyusunan Laporan dan Presentasi (Komunikasi, Kreativitas):

- Kelompok menyusun laporan proyek dan mempersiapkan materi presentasi (poster digital, slide presentasi, video singkat).
- **Diferensiasi Produk:** Peserta didik memiliki kebebasan dalam format presentasi, asalkan informatif dan menarik.
- **Presentasi Proyek (Joyful Learning):** Setiap kelompok mempresentasikan rancangan proyek mereka. Guru dan teman sekelas memberikan umpan balik konstruktif.

KEGIATAN PENUTUP (MEMBERIKAN UMPAN BALIK, MENYIMPULKAN, PERENCANAAN SELANJUTNYA):

- **Umpan Balik Konstruktif (Mindful Learning):** Guru memberikan umpan balik secara individual dan kelompok terhadap proyek yang telah dipresentasikan, menyoroti kekuatan dan area yang perlu ditingkatkan.
- **Diskusi Refleksi Akhir (Meaningful Learning):** Guru memimpin diskusi tentang pembelajaran secara keseluruhan: "Apa pembelajaran paling berharga yang kalian dapatkan selama mempelajari bab bioteknologi? Bagaimana keterampilan yang kalian kembangkan akan membantu kalian di masa depan?"
- **Menyimpulkan Pembelajaran:** Guru dan peserta didik bersama-sama menyimpulkan konsep-konsep kunci dan aplikasi bioteknologi.
- **Perencanaan Pembelajaran Selanjutnya (Mindful Learning, Partisipasi Aktif):** Guru menanyakan kepada peserta didik topik apa yang masih ingin mereka eksplorasi lebih lanjut terkait bioteknologi atau bidang biologi lainnya. Berdasarkan masukan ini, guru dapat menyesuaikan rencana pembelajaran berikutnya atau merekomendasikan sumber belajar tambahan.

G. ASESMEN PEMBELAJARAN

1. ASESMEN AWAL PEMBELAJARAN (DIAGNOSTIK)

- **Observasi:** Mengamati partisipasi peserta didik dalam sesi brainstorming awal, ekspresi wajah, dan tingkat antusiasme untuk mengidentifikasi pengetahuan awal.
- **Kuesioner Singkat (Google Forms):** Berisi 3-5 pertanyaan pilihan ganda atau isian singkat mengenai pemahaman dasar tentang sel, DNA, atau aplikasi bioteknologi sederhana yang mungkin sudah mereka ketahui.

Contoh Soal Kuesioner Awal:

1. Apa yang Anda ketahui tentang bioteknologi?
 2. Sebutkan salah satu produk makanan atau minuman yang menurut Anda dibuat dengan bantuan mikroorganisme!
 3. Apa perbedaan antara bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern menurut pemahaman awal Anda?
 4. Apakah Anda pernah mendengar tentang "rekayasa genetika"? Jika ya, apa yang terlintas di pikiran Anda?
 5. Menurut Anda, mengapa penting mempelajari bioteknologi?
- **Wawancara (Opsional, untuk beberapa siswa):** Guru dapat melakukan wawancara singkat dengan beberapa peserta didik yang menunjukkan kesulitan atau pemahaman yang sangat mendalam untuk menggali lebih jauh.

2. ASESMEN PROSES PEMBELAJARAN (FORMATIF)

Tugas Harian:

- Ringkasan materi dari sumber belajar yang berbeda (misalnya, membuat peta konsep dari artikel atau video).
- Membuat daftar pertanyaan yang muncul selama pembelajaran.

Contoh Soal Tugas Harian (Pertemuan 1):

1. Jelaskan perbedaan mendasar antara bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern dengan contoh masing-masing!
2. Pilih satu produk bioteknologi konvensional yang sering Anda temui. Gambarkan proses pembuatannya secara sederhana dan jelaskan peran mikroorganisme di dalamnya!
3. Menurut Anda, apa kelebihan dan kekurangan dari bioteknologi konvensional?

Diskusi Kelompok:

- Guru mengamati partisipasi setiap anggota dalam diskusi, kemampuan berargumentasi, dan kontribusi ide.
- Lembar observasi diskusi kelompok yang mencakup indikator kolaborasi, penalaran kritis, dan komunikasi.

Contoh Soal Diskusi Kelompok (Pertemuan 2):

1. Analisis studi kasus tentang tanaman transgenik "Golden Rice". Diskusikan bagaimana rekayasa genetika dapat membantu mengatasi masalah kekurangan vitamin A di masyarakat!
2. Identifikasi potensi risiko lingkungan dan kesehatan yang mungkin timbul dari

pengembangan organisme hasil rekayasa genetika!

3. Sebagai sebuah kelompok, rumuskan argumen pro dan kontra terkait penggunaan terapi gen untuk mengobati penyakit genetik!

Presentasi (Mini-Presentasi atau Presentasi Singkat):

- Penilaian presentasi berdasarkan rubrik yang mencakup kejelasan, ketepatan informasi, kreativitas, dan kemampuan menjawab pertanyaan.

Contoh Soal Presentasi (Pertemuan 3 - Debat Mini):

1. Presentasikan argumen kelompok Anda mengapa kloning reproduktif pada manusia harus/tidak boleh dilakukan, dengan mengacu pada aspek etika dan moral!
2. Bagaimana pandangan Anda tentang hak paten atas gen yang dimodifikasi secara genetik? Diskusikan dengan kelompok Anda dan presentasikan hasil kesepakatan!
3. Jelaskan bagaimana forensik DNA dapat membantu dalam penyelesaian kasus kriminal, dan diskusikan potensi penyalahgunaan teknologinya!

3. ASESMEN AKHIR PEMBELAJARAN (SUMATIF)

- **Jurnal Reflektif:** Peserta didik menuliskan refleksi menyeluruh tentang pembelajaran bioteknologi, termasuk konsep yang paling dipahami, tantangan yang dihadapi, perubahan pandangan, dan relevansinya dengan masa depan mereka.

Contoh Pertanyaan Jurnal Reflektif:

1. Dari seluruh materi bioteknologi yang telah dipelajari, konsep apa yang paling menarik bagi Anda dan mengapa?
2. Apa tantangan terbesar yang Anda hadapi dalam memahami materi ini? Bagaimana Anda mengatasinya?
3. Bagaimana pemahaman Anda tentang bioteknologi dan dampaknya berubah setelah mengikuti pembelajaran ini?
4. Menurut Anda, peran apa yang dapat Anda ambil sebagai warga negara yang bertanggung jawab dalam menghadapi perkembangan bioteknologi di masa depan?
5. Jika Anda memiliki kesempatan untuk mengembangkan satu inovasi bioteknologi, inovasi apa yang akan Anda ciptakan dan mengapa?

Tugas Akhir/Proyek:

- **Rubrik Penilaian Proyek Inovasi Bioteknologi:** Mencakup aspek ide/konsep, orisinalitas, relevansi, metodologi, presentasi, dan kerja sama tim.

Contoh Soal (Bagian dari Rubrik Proyek):

1. Apakah rancangan proyek inovasi bioteknologi yang diajukan relevan dengan masalah nyata di lingkungan sekitar?
2. Apakah ide inovasi yang diusulkan menunjukkan kreativitas dan potensi keberlanjutan?
3. Apakah metode yang dijelaskan dalam proyek logis dan dapat diimplementasikan?
4. Bagaimana kerja sama tim terjalin selama proses pengerjaan proyek?

5. Apakah presentasi proyek dilakukan dengan jelas, menarik, dan informatif?

Tes Tertulis (Opsional, untuk menguji pemahaman konseptual):

Contoh 5 Soal Tes Tertulis:

1. Jelaskan prinsip dasar rekayasa genetika dan sebutkan minimal tiga aplikasinya di berbagai bidang kehidupan!
2. Bandikkan kelebihan dan kekurangan bioteknologi konvensional dengan bioteknologi modern!
3. Analisislah isu etika yang timbul dari praktik kloning organisme. Berikan argumen Anda mengenai pro dan kontra kloning!
4. Bagaimana bioteknologi dapat berkontribusi dalam upaya pelestarian lingkungan? Berikan contoh spesifik!
5. Sebagai seorang ilmuwan muda, bagaimana Anda akan menyeimbangkan potensi inovasi bioteknologi dengan pertimbangan etika dan keamanan bagi masyarakat dan lingkungan?