



Kampus
Merdeka
INDONESIA JAYA



SMA Kelas X
BIOLOGI

E-LKPD

Berbasis Literasi Sains

BIOTEKNOLOGI

Kompos



Pestisida



Kultur jaringan

Kelompok :
Nama Anggota :
Fase/Kelas :
Hari/ Tanggal :



Fenisa Okta Rahma
Elvira Destiansari, S.Pd., M.Pd.



PENDAHULUAN

A. Cara Menjelajah LKPD Elektronik ini

Banyak informasi yang dapat kita temukan dalam LKPD Elektronik berbasis literasi sains ini.

- Informasi Pendukung : Pada bagian ini, kamu dapat mengingat kembali materi dengan adanya ringkasan materi setiap kegiatan
- Fakta Seru : Pada bagian ini, kamu dapat menambahkan pengetahuan seputar materi berupa fakta seru
- Orientasi masalah : peserta didik diminta secara individu untuk membaca artikel atau video yang telah disajikan dalam E-LKPD
- Mengorganisasikan peserta didik : peserta didik diminta untuk berdiskusi kelompok dan membagi tugas.
- Membimbing penyelidikan : peserta didik diminta untuk mengumpulkan informasi bersama kelompok mengenai materi bioteknologi
- Menyajikan dan Mengembangkan hasil karya : peserta didik melalui kelompok mempresentasikan hasil diskusinya kedepan kelas
- Menganalisis dan mengevaluasi masalah : peserta didik didorong untuk memberikan apresiasi setiap kelompok yang tampil. Guru bersama peserta didik menyimpulkan kegiatan yang telah dilakukan selama proses pembelajaran bersama dengan kelompok sesuai dengan masukan dari kelompok lain.

B. Petunjuk Belajar

1. Bacalah secara cermat materi terkait bioteknologi sebelum melakukan kegiatan.
2. Bacalah literatur lain untuk memperkuat pemahaman.
3. Bacalah tujuan pembelajaran dengan teliti.
4. Gunakan LKPD Elektronik secara aktif dan mandiri.
5. Fokus pada Literasi sains (Cermati Data, Gambar, dan Informasi Ilmiah yang disediakan, melatih pemahaman dalam mengamati, menalar, menganalisis, dan menarik kesimpulan berbasis bukti).
6. Konsultasi kepada guru jika menemui kesulitan dalam pengerjaan LKPD Elektronik berbasis Literasi Sains pada materi Bioteknologi.

C. Capaian Pembelajaran (Fase E)

Elemen: Pemahaman IPA

CP : IPA-F.5.1 Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan mengintegrasikan konsep biologi, kimia, dan ekologi untuk memahami penerapan bioteknologi, menyampaikan gagasan berdasarkan hasil pengamatan atau informasi dari berbagai sumber ilmiah, menjelaskan prinsip dasar bioteknologi dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, serta menganalisis dan mengidentifikasi isu-isu bioteknologi dan dampaknya terhadap lingkungan dan manusia. Menganalisis peran sains dan teknologi dalam kehidupan sehari-hari dan keberlanjutan lingkungan. Mengintegrasikan konsep biologi (mikrobiologi), kimia, dan ekologi dalam menjelaskan fenomena nyata (Badan Standar Kurikulum dan Asesmen Pendidikan, 2024).

D. Tujuan Pembelajaran



Kegiatan 2 Jenis Bioteknologi

1. Peserta didik mampu untuk mengidentifikasi perbedaan antara bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern dalam bidang pertanian, setelah membaca artikel aktual dan berdiskusi kelompok dengan menyebutkan perbedaan utama.
2. Peserta didik mampu menganalisis manfaat bioteknologi dalam bidang pertanian berdasarkan informasi artikel dengan menyebutkan contoh.
3. Peserta didik mampu menjelaskan hasil penyelidikan ilmiah, dalam bentuk diskusi kelompok, setelah membaca berita dan menyimak video.
4. Peserta didik dapat menunjukkan kemampuan pemikiran kritis, dengan menggunakan metode mencocokkan gambar dan namanya, kemudian menjelaskannya kembali.
5. Peserta didik mampu memahami dan membedakan inovasi bioteknologi secara konvensional dan modern khususnya dalam bidang pertanian, setelah mengikuti rangkaian kegiatan eksplorasi bioteknologi dengan menuliskan kesimpulan.

PERTEMUAN 2

Jenis Bioteknologi

Informasi Pendukung

Bioteknologi dapat dikategorikan ke dalam dua jenis utama, yaitu bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern.

Bioteknologi Konvensional (Tradisional)

Bioteknologi konvensional merupakan teknik yang telah diterapkan sejak lama tanpa manipulasi genetik secara langsung, melainkan melalui seleksi alami atau fermentasi. Beberapa contoh penerapannya antara lain fermentasi mikroba yang digunakan dalam produksi makanan dan minuman seperti anggur, keju, yogurt, dan tape. Selain itu, pemuliaan selektif telah lama digunakan dalam bidang pertanian dan peternakan untuk memperoleh varietas unggul melalui perkawinan silang. Di bidang lingkungan, bioteknologi konvensional juga diterapkan dalam pengolahan limbah dengan memanfaatkan mikroorganisme alami yang membantu proses dekomposisi bahan organik (Campbell, 2010).

-Kelebihan bioteknologi konvensional: biaya produksi murah, teknologi menggunakan peralatan yang sederhana, pengaruh jangka panjang yang sudah diketahui.

-Kelemahan bioteknologi konvensional: perbaikan genetik tidak terarah, memerlukan waktu relatif lama, belum ada pengkajian prinsip-prinsip ilmiah, hasil tidak dapat diperkirakan sebelumnya, proses relatif belum steril.

-Peran Mikroorganisme dalam Bioteknologi Konvensional, dalam bioteknologi konvensional, mikroorganisme digunakan secara alami tanpa rekayasa genetik, khususnya dalam proses fermentasi.

1. Fermentasi makanan dan minuman, mikroorganisme seperti *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophiles* digunakan dalam pembuatan yogurt untuk memfermentasikan laktosa menjadi asam laktat yang memberikan rasa asam dan tekstur khas. Pada pembuatan tempe, *Rhizopus oligosporus* digunakan untuk memfermentasi kedelai sehingga meningkatkan nilai gizi dan memperbaiki tekstur makanan.
2. Produksi alkohol dan bioethanol, *Saccharomyces cerevisiae*, sejenis ragi memfermentasi glukosa menjadi etanol dan karbon dioksida. Proses ini banyak digunakan dalam industri minuman beralkohol dan juga produksi bioethanol sebagai bahan bakar alternatif.

Bioteknologi Modern

Bioteknologi modern yang menggunakan manipulasi genetik dan teknologi DNA rekombinan untuk menghasilkan organisme atau produk dengan sifat yang lebih spesifik dan unggul. Dengan demikian, bioteknologi terus mengalami perkembangan dari metode konvensional hingga modern, memberikan dampak yang signifikan di berbagai bidang, termasuk pertanian, kesehatan, lingkungan, dan forensik. Inovasi dalam bioteknologi modern telah memungkinkan pengembangan solusi yang lebih efektif dalam menghadapi berbagai tantangan global, sehingga membuka peluang lebih luas dalam pemanfaatan ilmu biologi untuk kesejahteraan manusia (Campbell, 2010).

-Kelebihan bioteknologi modern: hasil dapat diperhitungkan, dapat mengatasi kendala ketidaksesuaian genetik, perbaikan genetik dapat dilakukan secara terarah, dan menghasilkan individu yang memiliki sifat baru (tidak sama) dengan sifat alaminya.

-Kelemahan bioteknologi modern: biaya produksi relatif mahal, menjadikan jenis tanaman mono kultur, menyebabkan degradasi gen jenis loka, memerlukan teknologi canggih, dan pengaruh jangka panjang belum diketahui

-Teknik rekayasa genetika dalam bioteknologi modern, menggunakan teknik DNA rekombinan yaitu teknik mengubah susunan DNA suatu organisme dengan menyisipkan gen asing ke organisme tersebut sehingga diperoleh sifat baru yang tidak dimiliki sebelumnya. Teknik ini digunakan untuk menghasilkan organisme transgenik. Proses DNA rekombinasi meliputi Isolasi DNA, Transplantasi Gen atau DNA, Memasukkan DNA Rekombinan ke dalam sel hidup. Salah satu produk hasil rekayasa genetika adalah dengan membuat organisme transgenik, sebagai berikut :

1. Tanaman transgenik adalah tanaman yang telah mengalami perubahan susunan informasi genetik dalam tubuhnya. Tanaman ini merupakan suatu alternatif agar tanaman tahan terhadap hama sehingga hasil panen dapat melimpah.
2. Hewan transgenik pada awalnya merupakan bahan penelitian para ilmuwan untuk menemukan jenis penyakit yang menyerang hewan tertentu dan cara penanggulangannya. Perkembangan selanjutnya, penerapan teknologi rekayasa genetika pada hewan bertujuan untuk menghasilkan hewan ternak yang memproduksi susu dan daging yang berkualitas, ikan yang cepat besar dan mengandung vitamin tertentu, dan sebagainya.

Fakta Seru

Bioteknologi digunakan untuk membuat pewarna alami dari mikroorganisme.

Beberapa jenis jamur dan bakteri bisa menghasilkan pigmen alami yang ramah lingkungan sebagai pewarna makanan dan tekstil.

Aktivitas Peserta Didik



Orientasi Masalah



Berita 1



Gambar 2. Padi IR64

Mediaindonesia.com (22/4/2025) – Bioteknologi konvensional memainkan peran krusial dalam meningkatkan produktivitas pertanian. Padi IR64 merupakan salah satu varietas unggul hasil persilangan tradisional yang banyak dibudidayakan oleh petani di Indonesia karena produktivitasnya tinggi dan tahan terhadap beberapa hama serta penyakit. Namun, seiring waktu, muncul berbagai tantangan baru yang memengaruhi efektivitas varietas ini dalam memenuhi kebutuhan pertanian modern. Salah satu permasalahan utama adalah menurunnya ketahanan IR64 terhadap hama dan penyakit tertentu, seperti wereng coklat dan penyakit tungro. Evolusi organisme pengganggu menyebabkan mereka menjadi lebih kebal terhadap sifat ketahanan alami IR64. Selain itu, perubahan iklim dan kondisi cuaca ekstrem turut memperburuk daya tahan tanaman ini di berbagai wilayah. Proses pemuliaan konvensional menjadi permasalahan yang memerlukan waktu yang lama dan tidak bisa secara spesifik menyisipkan satu gen unggul tertentu. Pemuliaan pada tanaman adalah ilmu yang digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat genetik tanaman. Akibatnya, sulit menghasilkan varietas baru dengan cepat yang mampu menghadapi tantangan pertanian saat ini, seperti kekeringan berkepanjangan atau kebutuhan akan kandungan gizi yang lebih tinggi.

Data dari Balai Besar Penelitian Tanaman Padi (BB Padi) menunjukkan bahwa sejak tahun 2000-an, terjadi peningkatan serangan wereng coklat (*Nilaparvata lugens*) dan virus tungro pada lahan yang ditanami IR64. Populasi wereng telah mengalami adaptasi dan menjadi resisten terhadap varietas IR64, menyebabkan gagal panen di banyak daerah. IR64 memiliki kandungan nutrisi yang standar. Dalam konteks saat ini, di mana malnutrisi masih menjadi isu di banyak negara berkembang, varietas ini belum mampu memberikan nilai tambah seperti kandungan zat besi atau vitamin A yang lebih tinggi seperti varietas hasil rekayasa genetika. Meskipun IR64 pernah menjadi tonggak revolusi hijau, saat ini varietas tersebut semakin terbatas dalam menjawab tantangan pertanian modern. Diperlukan pengembangan varietas baru, baik melalui pemuliaan konvensional lanjutan maupun teknologi bioteknologi modern



Berita 2



Gambar 3. Golden Rice

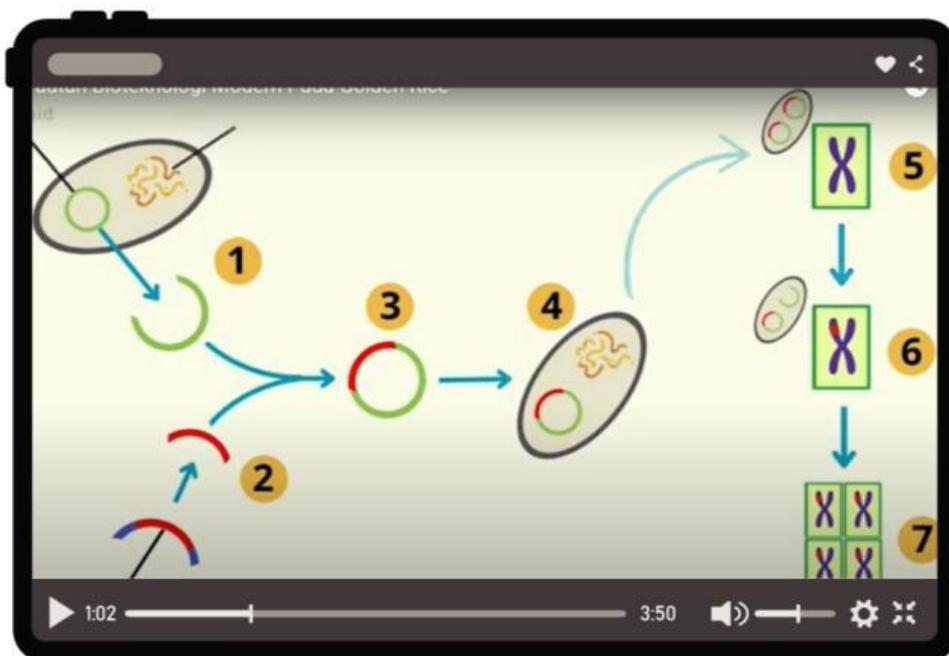
Mediaindonesia.com (18/4/2025) – Revolusi bioteknologi modern telah mengubah lanskap pertanian secara fundamental, menghadirkan serangkaian inovasi yang menjanjikan peningkatan hasil panen, ketahanan tanaman, dan keberlanjutan lingkungan. Penerapan teknik-teknik canggih telah membuka jalan bagi pengembangan tanaman yang lebih unggul dan adaptif terhadap tantangan perubahan iklim dan tekanan populasi global. Musim kering yang berkepanjangan dapat menyebabkan kekurangan air, sedangkan curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan banjir. Perubahan iklim merupakan ancaman serius bagi produktivitas pertanian, yang ditandai dengan perubahan pola curah hujan, peningkatan suhu, dan frekuensi cuaca ekstrem, sehingga menyebabkan gagal panen, penurunan kualitas hasil pertanian, dan ketidakpastian dalam masa tanam dan panen, yang pada akhirnya berdampak negatif pada pendapatan petani dan ketahanan pangan masyarakat. Kultur jaringan adalah teknik lain yang penting dalam bioteknologi pertanian. Teknik ini melibatkan pertumbuhan sel, jaringan, atau organ tanaman dalam media buatan di bawah kondisi steril. Kultur jaringan dapat digunakan untuk berbagai tujuan, termasuk memperbanyak tanaman secara massal, konservasi plasma nutfah, dan produksi metabolit sekunder yang bernilai ekonomi. Teknik ini sangat berguna untuk tanaman yang sulit diperbanyak secara konvensional.

Tanaman Transgenik atau GMO (*Genetically Modified Organism*) adalah tanaman yang telah dimodifikasi secara genetik dengan menyisipkan gen dari organisme lain. Tujuan dari rekayasa genetika ini adalah untuk meningkatkan sifat-sifat tanaman, seperti ketahanan terhadap hama dan penyakit, toleransi terhadap herbisida, dan meningkatkan kandungan nutrisi. Contohnya, Golden Rice adalah varietas padi yang telah direkayasa genetika untuk menghasilkan beta-karoten, precursor vitamin A. Golden Rice diharapkan dapat membantu mengatasi masalah kekurangan vitamin A.

Teknik CRISPR (*Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats*) adalah teknologi revolusioner dalam rekayasa genetika yang memungkinkan para ilmuwan untuk mengedit gen dengan presisi tinggi. Teknik ini didasarkan pada sistem kekebalan bakteri yang digunakan untuk melawan virus. CRISPR menggunakan enzim yang disebut Cas9 untuk memotong DNA pada lokasi tertentu dalam genom. Setelah DNA dipotong, sel akan memperbaiki DNA tersebut, dan para ilmuwan dapat memanfaatkan mekanisme perbaikan ini untuk menyisipkan, menghapus, atau mengganti gen. Teknik ini dapat digunakan untuk mengembangkan tanaman yang lebih tahan terhadap hama dan penyakit, lebih toleran terhadap kekeringan, dan memiliki kandungan nutrisi yang lebih tinggi. Selain itu, CRISPR dapat digunakan untuk mempercepat proses pemuliaan tanaman dan menghasilkan varietas tanaman yang lebih baik secara efisien.

Tantangan dalam penerapan bioteknologi pertanian adalah persepsi publik terhadap bioteknologi, khususnya tanaman transgenik. Banyak orang memiliki kekhawatiran mengenai keamanan dan dampak lingkungan dari tanaman transgenik. Oleh karena itu, penting untuk memberikan informasi yang jelas dan akurat kepada masyarakat mengenai bioteknologi dan untuk melibatkan mereka dalam proses pengambilan keputusan. Kekurangannya adalah biaya pengembangan dan regulasi tanaman yang mahal. Efek jangka panjang penggunaan yang belum sepenuhnya diketahui, dapat menyebabkan ketidakseimbangan ekosistem.

Untuk semakin memperkuat pemahamanmu, saksikan video berita dari Nurma Yuni yang membahas tentang bioteknologi pertanian (Pemanfaatan bioteknologi modern pada golden rice)) berikut ini melalui youtube Link : <https://youtu.be/hDHUUkbVyt?si=8ActDfzjUENLsIU>





**Mengorganisasikan
Peserta Didik**

Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok.

Kemudian diskusikan pertanyaan berikut bersama anggota kelompokmu !

1. Setelah membaca dua artikel berita dan menyimak video yang telah disajikan, permasalahan apa yang kalian temukan pada masing-masing berita tersebut?

2. Setelah menemukan permasalahan pada berita yang disajikan, rumuskan permasalahan utama dalam bentuk pertanyaan!

3. Berdasarkan informasi yang terdapat dalam berita tersebut, jelaskan faktor penyebab keterbatasan pengembangan bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern!



Membimbing Penyelidikan

Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok.

Kemudian diskusikan pertanyaan berikut bersama anggota kelompokmu !

1. Apa perbedaan utama antara bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern dalam penerapannya di bidang pertanian ?

2. Bandingkan kualitas dari produk beras IR 64 dan Golden rice !

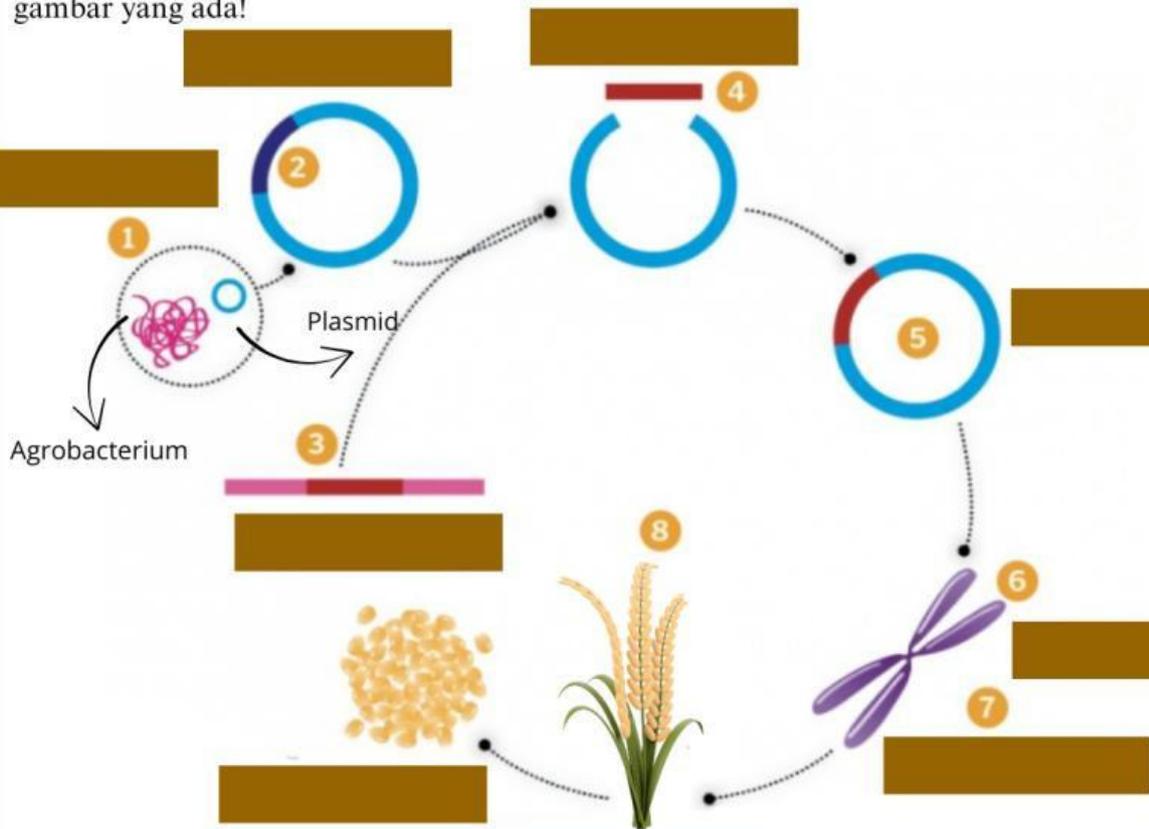
3. Setelah membaca berita 1, disebutkan bahwa proses pemuliaan tanaman secara konvensional memerlukan waktu yang lama kenapa hal tersebut dapat terjadi?

4. Sebutkan 2 keunggulan produk beras pada proses bioteknologi modern dibandingkan bioteknologi konvensional !



Menyajikan dan Mengembangkan Hasil Karya

Setelah mengumpulkan informasi dari tentang Pemanfaatan Bioteknologi Modern Pada Golden Rice, peserta didik diminta untuk meletakkan nama yang sesuai dengan dengan gambar yang ada!



Memasukkan gen ke dalam vektor

Isolasi Gen

Modifikasi Genetik

Transformasi ke tanaman

Regenerasi tanaman

Golden Rice

Identifikasi Gen

Rekombinasi DNA

Panen

Jelaskan kembali menggunakan kalimat mu sendiri!!



Menganalisis dan Mengevaluasi Masalah

Bersama guru, buatlah kesimpulan berdasarkan kegiatan yang sudah kalian lakukan.
Tuliskan jawabanmu secara singkat dan jelas !



iStock
Credit: Golden Sikorka



PENUTUP

Kesimpulan

Melalui kegiatan pembelajaran ini, peserta didik dapat memahami bahwa bioteknologi merupakan penerapan ilmu biologi dan teknologi yang memanfaatkan mikroorganisme, sel, atau bagian dari makhluk hidup untuk menghasilkan produk atau jasa yang berguna bagi kehidupan. Bioteknologi terbagi menjadi dua jenis, yaitu konvensional dan modern, dengan contoh penerapannya di bidang pangan, kesehatan, pertanian, energi, dan lingkungan. Peserta didik juga menyadari bahwa bioteknologi memiliki dampak positif yang besar, seperti meningkatkan produksi dan efisiensi, namun juga memiliki dampak negatif seperti risiko bagi lingkungan dan kesehatan yang perlu dikaji secara ilmiah dan etis. Melalui literasi sains, siswa diharapkan mampu berpikir kritis, memahami manfaat dan risiko bioteknologi, serta mengambil keputusan yang bertanggung jawab dalam menghadapi perkembangan teknologi.

Melalui kegiatan pembelajaran ini peserta didik tidak hanya mempelajari konsep-konsep dasar bioteknologi, tetapi juga terlibat aktif dalam membaca sumber aktual, mengamati video ilmiah, berdiskusi kelompok, melakukan penyelidikan, dan menyampaikan hasil secara kolaboratif. Dikemas kedalam tiga kegiatan yaitu pertama eksplorasi konsep bioteknologi yang mengangkat isu aktual yaitu stunting dan inovasi pangan berbasis sel, kemudian yang kedua yaitu jenis bioteknologi yang membahas tentang perbedaan bioteknologi konvensional dan modern dalam bidang pertanian, dan yang ketiga adalah bioteknologi berdasarkan bidang penerapan yang membahas tentang bioremediasi lingkungan.

Rubrik Penilaian LKPD Pertemuan 2

No	Tahapan <i>Problem Based Learning (PBL)</i>	Indikator Spesifik	Kriteria Penilaian	Skor	
1	Orientasi Masalah	Memahami isi artikel dan video	Menunjukkan pemahaman mendalam terhadap artikel dan semua isi video	5	
			Memahami sebagian besar isi artikel dan video	4	
			Memahami sebagian isi dengan kurang mendalam	3	
			Pemahaman sangat terbatas	2	
			Tidak menunjukkan pemahaman	1	
2	Mengorganisasi Peserta Didik	Aktif berdiskusi dan menyumbang ide pada pertanyaan reflektif berita	Memberikan tanggapan kritis dan ide pada semua pertanyaan diskusi	5	
			Memberikan ide atau menjawab sebagian besar pertanyaan diskusi	4	
			Menjawab beberapa pertanyaan secara singkat	3	
			Tidak menunjukkan partisipasi aktif	2	
			Tidak ikut berdiskusi sama sekali	1	
3	Membimbing penyelidikan	Menganalisis perbedaan bioteknologi konvensional & modern dalam pertanian	Menyebutkan Analisis secara rinci, logis, dan membandingkan secara ilmiah	5	
			Menyebutkan Perbandingan cukup tepat dan logis	4	
			Menyebutkan perbedaan umum, tanpa pendalaman	3	
			Menyebutkan Perbedaan tidak tepat atau kabur	2	
			Tidak menjawab atau jawaban tidak sesuai	1	
		Membandingkan kualitas dari produk beras IR 64 dan Golden rice	Menyebutkan semua aspek pembanding (nutrisi, produktivitas, dan ketahanan) dengan penjelasan lengkap dan akurat	5	
			Menyebutkan sebagian besar aspek pembanding dengan penjelasan cukup tepat	4	
			Menyebutkan beberapa aspek pembanding, penjelasan masih umum	3	
			Menyebutkan sedikit aspek, penjelasan kurang tepat	2	
			Tidak bisa membandingkan atau hanya menjawab salah satu	1	
			Menganalisis lamanya waktu untuk proses pemulihan tanaman	Menjelaskan perbedaan waktu pemulihan antara konvensional dan modern secara jelas dan lengkap	5
				Menjelaskan perbedaan waktu dengan cukup tepat dan alasan singkat	4
				Menyebutkan waktu secara umum, tapi belum menjelaskan perbedaan	3
				Menyebutkan waktu tanpa analisis atau penjelasan	2
			Pemahaman keunggulan beras dari bioteknologi modern	Tidak menjawab atau jawaban tidak sesuai	1
				Menyebutkan dua keunggulan yang tepat dan memberi contoh spesifik	5
				Menyebutkan dua keunggulan dengan penjelasan cukup	4
				Menyebutkan satu keunggulan dengan contoh umum	3
				Menyebutkan keunggulan tapi tidak tepat atau tidak relevan	2
	4	Menyajikan dan mempertahankan	Menyusun jawaban tertulis berdasarkan	Tidak menjawab keunggulan sama sekali	1
Jawaban lengkap, runtut, logis, dan bebas plagiarisme				5	
Tambahan ide, tambahan data yang				4	
Penyampaian penuh rasa percaya diri, isi tepat, dan visual menarik				5	
		Menyajikan hasil secara lisan dalam diskusi kelompok atau presentasi	Penyampaian cukup jelas, isi sesuai dengan materi dan visul cukup menarik	4	
			Penyampaian biasa saja, isi kurang lengkap dan visual kurang menarik	3	
			Penyampaian tidak fokus atau tidak siap	2	
			Tidak menyajikan presentasi sama sekali	1	
5	Menganalisis dan mengevaluasi masalah	Memulis kesimpulan kegiatan yang merefleksikan proses & hasil penyelidikan	Kesimpulan logis, mengacu pada data dan menunjukkan pemahaman utuh	5	
			Kesimpulan sesuai isi kegiatan, cukup reflektif	4	
			Kesimpulan ringkas, tidak menunjukkan refleksi	3	
			Kesimpulan tidak jelas atau salah	2	
			Tidak membuat kesimpulan	1	

Penghitungan Skor

Skor Total :

$$\text{Nilai Akhir} = \left(\frac{\text{Skor Diperoleh}}{\text{Skor Maksimal}} \right) \times 100$$

Konversi nilai angka ke Kategori:

Rentang Skor Total	Kategori Nilai	Deskripsi
90 – 100	A	Sangat Baik
80 – 89	B	Baik
70 – 79	C	Cukup
60 – 69	D	Kurang
< 60	E	Perlu Bimbingan

(Mergendoller, J.R et al., 2006)