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 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.

LIVEWORKSHEETS

Rubrik Penilaian LKPD Kegiatan 1

No	Tahapan *Problem Based Learning* (PBL)	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 sebgaian isi dengan kurang mendalam	3
			Pemahaman sangat terbatas	2
			Tidak menunjukkan pemahaman	1
2	Mengorganisasikan 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 menunjukkkan partisipasi aktif	2
			Tidak ikut berdiskusi sama sekali	1
3.	Membimbing Penyelidikan	Mengidentifikasi apa yang dimaksud dengan *cell-based meat*	Menjelaskan definisi secara tepat, lengkap, dan menggunakan istilah ilmiah yang relevan	5
			Menjelaskan definisi dengan cukup tepat dan mencakup ide utama	4
			Menjelaskan dengan kalimat sendiri tetapi kurang tepat secara ilmiah	3
			Menjawab dengan penjelasan yang salah arah atau sangat umum	2
			Tidak menjawab atau jawaban tidak sesuai	1
		Mengidentifikasi bagian tubuh hewan yang digunakan untuk membuat daging berbasis sel	Menyebutkan bagian tubuh secara spesifik dan benar (otot), serta menjelaskan alas an penggunaannya	5
			Menyebutkan bagian tubuh yang benar tetapi tanpa penjelasan mendalam	4
			Menyebut bagian tubuh secara umum dan belum spesifik	3
			Menyebut bagian tubuh yang tidak tepat	2
			Tidak menjawab atau jawaban tidak sesuai	1
		Menganalisis fungsi media kultur dalam proses pembuatan daging berbasis sel	Menjelaskan fungsi media kultur secara lengkap: nutrisi, pertumbuhan, dan kondisi menyerupai tubuh hewan	5
			Menjelaskan sebagian besar fungsi media kultur dengan benar	4
			Menyebutkan satu fungsi dengan benar namun kurang mendalam	3
			Jawaban kurang tepat atau menunjukkan miskonsepsi	2
			Tidak menjawab atau jawaban tidak sesuai	1
		Mengidentifikasi peran bioreactor dalam proses ini	Menjelaskan secara menyeluruh peran bioreaktor dalam mengatur suhu, pH, oksigen, dan sebagian tempat pertumbuhan sel	5
			Menjelaskan peran bioreaktor dengan cukup tepat, meskipun tidak lengkap	4
			Hanya menyebutkan fungsi umum (misalnya "tempat pertumbuhan sel") tanpa detail	3
			Jawaban kurang tepat atau menunjukkan miskonsepsi	2
			Tidak menjawab atau jawaban tidak sesuai	1
4	Menyajikan dan mengembangkan hasil karya	Menyusun jawaban tertulis yang sistematis, informative, dan berbasis data	Semua jawaban lengkap runtut, dengan bahasa ilmiah yang baik	5
			Jawaban lengkap dan cukup jelas	4
			Jawaban sebagian lengkap dengan kalimat kurang runtut	3
			Jawaban tidak lengkap dan kurang tepat	2
			Tiak mampu menyusun jawaban	1
		Menyampaikan hasil dalam diskusi/kelas dengan percaya diri dan argumentative	Menyempaikan dengan percaya diri,logis, dan menjawab pertanyaan dengan baik	5
			Menyampaikan isi dengan cukup percaya diri dan logis	4
			Menyampaikan isi dengan keraguan dan terbatas	3
			Presentasi kurang jelas atau tidak selesai	2
			Tidak menyampaikan sama sekali	1
5	Menganalisis dan mengevaluasi masalah		Kesimpulan logis, mencerminkan pemahaman tentang bioteknologi sebagai solusi stunting	5
			Kesimpulan cukup tepat dan sesuai konteks	4
		Mampu menarik kesimpulan berdasarkan penyelidikan	Kesimpulan terlalu umum dan kurang logis	3
			Kesimpulan tidak relevan	2
			Tidak menarik kesimpulan	1

LIVEWORKSHEETS

Rubrik Penilaian LKPD Kegiatan 2

No	Tahapan *Problem Based Learning* (PBL)	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 sebgaian isi dengan kurang mendalam	3
			Pemahaman sangat terbatas	2
			Tidak menunjukkan pemahaman	1
2	Mengorganisasikan 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 menunjukkkan 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
		Menganalisis dampak lingkungan dari kedua jenis bioteknologi	Menyebutkan penjelasan secara logis, berbasis bukti, dan menyebutkan dampak positif/negatif secara seimbang	5
			Menyebutkan penjelasan cukup baik dengan sedikit referensi dari sumber	4
			Menyebutkan penjelasan dangkal, tidak menunjukkan analisis	3
			Menyebutkan penjelasan salah arah atau tidak sesuai	2
			Tidak menjawab atau jawaban tidak sesuai	1
		Menganalisis mikroba dan proses fermentasi (Video konvensional)	Menjelaskan mikroba & fermentasi secara lengkap, urut, dan ilmiah	5
			Penjelasan cukup tepat, urut, dan masuk akal	4
			Menyebutkan konsep dasar, tetapi kurang urut atau ilmiah	3
			Penjelasan salah atau konsep tidak logis	2
			Tidak menjawab atau jawaban tidak sesuai	1
		Menganalisis kultur jaringan, GMO, CRISPR (Video modern)	Menjelaskan ketiga konsep dengan tepat, menggunakan istilah ilmiah dan sesuai konteks	5
			Menjelaskan ketiganya dengan ringkas namun tepat	4
			Menjelaskan 1 – 2 dengan benar	3
			Penjelasan kurang tepat atau hanya menyebutkan istilah	2
			Tidak menjawab atau jawaban tidak sesuai	1
4	Menyajikan dan mengembangkan hasil karya	Menyusun jawaban tertulis berdasarkan hasil analisis ke dalam format isian	Jawaban lengkap, runtut, logis, dan bebas plagiarisme	5
			Jawaban cukup lengkap dan urut	4
			Jawaban kurang logis atau tidak konsisten	3
			Jawaban tidak nyembung atau terputus	2
			Tidak mengisi sama sekali	1
		Menyajikan hasil secara lisan dalam diskusi kelompok atau presentasi	Penyampaian penuh rasa percaya diri, isi tepat, dan visual menarik	5
			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	Menulis 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

LIVEWORKSHEETS

Rubrik Penilaian LKPD Kegiatan 3

No	Tahapan *Problem Based Learning* (PBL)	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 sebgaian isi dengan kurang mendalam	3
			Pemahaman sangat terbatas	2
			Tidak menunjukkan pemahaman	1
2	Mengorganisasikan 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 menunjukkkan partisipasi aktif	2
			Tidak ikut berdiskusi sama sekali	1
3	Membimbing penyelidikan	Identifikasi tentang penggunaan bakteri pemakan hidrokarbon	Menjelaskan proses dengan lengkap : jenis bakteri, mekanisme kerja, dan kondisi optimal untuk degradasi hidrokarbon	5
			Menjelaskan sebagian besar proses dengan cukup rinci, namun kurang pada satu aspek	4
			Menjelaskan secara umum tanpa mendalam	3
			Menyebutkan penggunaan bakteri tapi tidak logis atau kurang tepat	2
			Tidak menjawab atau jawaban tidak sesuai	1
		Analisis keunggulan penggunaan bakteri dibandingkan pembebersih lainnya	Menganalisis secara kritis dengan perbandingan jelas antara metode biologis dan metode lain serta menekankan dampak lingkungan	5
			Menyebutkan keunggulan bakteri dan membandingkannya dengan satu metode lain	4
			Menyebutkan keunggulan bakteri saja tanpa perbandingan	3
			Penjelasan tidak runtut atau keliru dalam membandingkan metode	2
			Tidak menjawab atau jawaban tidak sesuai	1
		Analisis mikroorganisme yang mampu bertahan di lingkungan ekstrem	Menguraikan karakteristik mikroorganisme lengkap dengan contoh dan relevansi terhadap bioremediasi	5
			Menjelaskan ciri umum mikroorganisme dan keterkaitannya dengan lingkungan tercemar	4
			Menyebutkan karakteristik tanpa menghubungkannya dengan konteks bioremediasi	3
			Jawaban terlalu umum dan tidak menunjukkan pemahaman ilmiah	2
			Tidak menjawab atau jawaban tidak sesuai	1
		Observasi degradasi hidrokarbon di tanah/air	Menyebutkan ≥ 3 indikator secara tepat dan ilmiah	5
			Menyebutkan 2 indikator yang sesuai	4
			Menyebutkan 1 indikator secara umum	3
			Menyebutkan idikator tetapi kurang tepat atau tidak ilmiah	2
			Tidak menjawab atau jawaban tidak sesuai	1
4	Menyajikan dan mengembangkan hasil karya	Menyajikan hasil sistematis dan ilmiah	Sistematika jelas, bahasa ilmiah, sesuai kaidah penulisan	5
			Sistematika cukup, bahasa cukup formal	4
			Kurang sistematis, penggunaan istilah kurang	3
			Tidak sistematis, istilah tidak tepat	2
			Tidak menyajikan	1
		Kreativitas penyampaian hasil	Menggunakan media visual/inovatif, komunikatif, menarik	5
			Menggunakan media sederhana tapi jelas	4
			Penyampaian biasa saja	3
			Kurang menarik dan monoton	2
			Tidak menyampaikan	1
5	Menganalisis dan mengevaluasi masalah	Menulis 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

LIVEWORKSHEETS

Penghitungan Skor

Skor Total :

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

Konvesi 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)

LIVEWORKSHEETS

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standar Kurikulum dan Asesmen Pendidikan. (2024). SK BSKAP 032/H/KR/2024 Tentang Capaian Pembelajaran Pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah Pada Kurikulum Merdeka. In Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Issue 021). https://kurikulum.kemdikbud.go.id/file/1718471412_manage_file.pdf

Bioteknologi & CRISPR: Bisa Mengubah DNA. (2025, 13 April). Bioteknologi & CRISPR: Bisa Mengubah DNA [Video]. YouTube. https://youtu.be/MwyZQZ7xdq8

Campbell, N. A. (2010). BIOLOGI: JILID 1. EDISI 8 Volume 1 dari BIOLOGI CAMBELL ED.8. In Penerbit Erlangga.

DW Indonesia. (2018, Juli 9). Bakteri pemakan hidrokarbon bersihkan cemaran minyak di laut [Video]. YouTube. https://youtu.be/-XSbpUia0yk?si=_kMEh2NsDrOvjFB3

Food Insider. (2024, Desember). Lab-grown meat is on the rise — here's how it is made [Video]. YouTube. https://youtu.be/wNlnSMe8imo

Institut Teknologi Bandung. (n.d.).Bioteknologi untuk solusi pencemaran lingkungan akibat tumpahan minyak. Diakses 13 Juni 2025, dari https://itb.ac.id/berita/bioteknologi-untuk-solusi-pencemaran-lingkungan-akibat-tumpahan-minyak/57565

KompasTV. (2023, Agustus 10). Bioteknologi jadi solusi nasional atasi stunting [Video]. YouTube. https://youtu.be/9Bl3gTJJCQE?si=q9wJpib2_jmzKnYj

Media Indonesia. (2024, Oktober 12). Bioteknologi dapat dimanfaatkan untuk tekan angka stunting. https://mediaindonesia.com/humaniora/708628/bioteknologi-dapat-dimanfaatkan-untuk-tekan-angka-stunting

Media Indonesia. (n.d.). Contoh produk bioteknologi konvensional: inovasi pertanian. Media Indonesia. Diakses 13 Juni 2025, dari https://mediaindonesia.com/humaniora/762850/contoh-produk-bioteknologi-konvensional-inovasi-pertanian#goog_rewarded

Media Indonesia. (n.d.). Produk bioteknologi modern: inovasi dalam pertanian. Media Indonesia. Diakses 13 Juni 2025, dari https://mediaindonesia.com/humaniora/761430/produk-bioteknologi-modern-inovasi-dalam-pertanian

LIVEWORKSHEETS

DAFTAR PUSTAKA

Mergendoller, J.R; Markham, T; Ravitz, J; & Larmer, J. (2006). Scaffolding Project Based Learning: Tools, Tactics and Technology to Facilitate Instruction and Management. Metallurgical and Materials Transactions A, 30(8), 2221.

Siregar, C. N. (2006). Inovasi Teknologi (Issue September 2017).

University, B. (2023). Bioteknologi dan penerapannya pada kehidupan sehari-hari. In BINUS Biotech.

Wulandari, S. (2020, Oktober 1). Bioteknologi pertanian (pembuatan pupuk organik cair) – Pendidikan Biologi FKIP UNPAS [Video]. YouTube. https://youtu.be/cxL7w4KuWbs?si=wuV3kWGVdCOxNXLR

LIVEWORKSHEETS

PROFIL PENULIS

Fenisa Okta Rahma lahir di Baturaja, Sumatera Selatan pada tanggal 23 Oktober 2002. Penulis memulai pendidikannya dari TK Aisyah 2 Baturaja pada tahun 2009 dan dilanjutkan di SD Negeri 15 OKU pada tahun 2015, kemudian menempah pendidikan di SMP Negeri 2 OKU pada tahun 2018 dan jenjang selanjutnya ke SMA Negeri 4 OKU pada tahun 2021 dan sekarang sedang menempuh pendidikan S1 Program Studi Pendidikan Biologi di Universitas Sriwijaya.

LIVEWORKSHEETS