



Kampus
Merdeka
INDONESIA JAYA



SMA Kelas X
BIOLOGI

E-LKPD

Berbasis Literasi Sains

BIOTEKNOLOGI

Kesehatan



Lingkungan dan Industri



Pertanian

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



Pertemuan 3 Bioteknologi Berdasarkan Bidang Penerapan

1. Peserta didik mampu untuk mengidentifikasi konsep bioteknologi lingkungan (grey biotechnology) sebagai penerapan mikroorganisme untuk mengurangi pencemaran, setelah mempelajari artikel dan menyimak video pembelajaran dengan memberikan contoh kasus pencemaran akibat tumpahan minyak.
2. Peserta didik mampu menjelaskan prinsip kerja mikroorganisme petrofilik dan karakteristik mikroorganisme ekstremofilik dalam detoksifikasi, berdasarkan kajian literatur artikel dan video ilmiah dengan tepat.
3. Peserta didik dapat menganalisis langkah-langkah dalam penerapan bioremediasi, Setelah membaca artikel dan menyusun langkah-langkah secara berurutan dan logis.
4. Peserta didik mampu mengevaluasi dampak dari tumpahan minyak dan membandingkan pendekatan bioteknologi dengan kimia, melalui analisis kasus dan diskusi kelompok setelah mempelajari artikel dan menyimak video dengan menyajikan minimal dua argumen yang relevan.
5. Peserta didik dapat menyajikan hasil penyelidikan ilmiah secara kolaboratif, melalui diskusi kelompok, mencocokkan dan menguraikan tahap-tahap bioremediasi dalam bentuk partisipasi aktif setelah membaca artikel dan memahami video.
6. Peserta didik mampu memahami dan menjelaskan pentingnya bioteknologi dan penerapannya setelah mengikuti rangkaian kegiatan eksplorasi bioteknologi dengan menuliskan kesimpulan.

PERTEMUAN 3

Bioteknologi Berdasarkan Bidang Penerapannya

Informasi Pendukung

Menurut (Campbell, 2010) Perkembangan lebih lanjut bioteknologi dapat diartikan sebagai pemanfaatan prinsip-prinsip dan kerekayasaan terhadap organisme, sistem, atau proses biologi untuk meningkatkan potensi organisme maupun menghasilkan produk dan jasa bagi kepentingan hidup manusia. Bioteknologi memiliki peranan yang luas dalam berbagai bidang kehidupan, meliputi pertanian, kesehatan, forensik, lingkungan, serta energi. Bioteknologi memiliki ruang lingkup yang direpresentasikan dengan warna hijau, merah, biru, dan putih (University, 2023). Bioteknologi hijau mempelajari aplikasi bioteknologi di bidang pertanian, Bioteknologi merah mempelajari bioteknologi di bidang kesehatan, Bioteknologi biru mempelajari bioteknologi pada proses proses yang terjadi di sekeliling yang terkait akuatik, Bioteknologi putih mempelajari aplikasi bioteknologi pada industri misalnya memproduksi enzim dengan menggunakan mikroorganisme.

Macam-macam Peran Bioteknologi :

1. Bioteknologi Hijau Dalam Sektor pertanian

Bioteknologi diterapkan untuk mengembangkan:

- Tanaman transgenik yang lebih tahan terhadap hama, penyakit, serta kondisi lingkungan ekstrem, seperti kekeringan dan kadar garam yang tinggi. Melalui rekayasa genetika, tanaman dapat dimodifikasi untuk meningkatkan hasil panen, kandungan nutrisi, dan daya tahan terhadap proses pembusukan, sehingga memperpanjang masa simpannya.
- Pembasmi hama tanaman, adalah dengan menghambat perkembangbiakan hewan hama. Caranya adalah menyempatkan feromon insekta pada lahan pertanian.
- Teknologi kultur jaringan memungkinkan perbanyakan tanaman secara cepat dan steril dari penyakit, yang bermanfaat dalam upaya konservasi tumbuhan langka serta peningkatan produktivitas pertanian.

2. Bioteknologi Merah Dalam Sektor Kesehatan

Dalam bidang kesehatan dan kedokteran, bioteknologi berkontribusi dalam pengembangan terapi gen, yang bertujuan untuk menggantikan atau memperbaiki gen yang mengalami mutasi atau kerusakan, terutama dalam pengobatan penyakit genetik, seperti :

- *Severe Combined Immunodeficiency (SCID)* dan hemofilia. Selain itu, teknik rekayasa genetika memungkinkan produksi protein farmasi melalui hewan transgenik, misalnya kambing yang telah dimodifikasi secara genetik agar dapat menghasilkan protein darah manusia dalam susunya, yang kemudian dimanfaatkan dalam terapi berbagai penyakit.

- Bioteknologi juga menjadi dasar dalam pengembangan vaksin modern, termasuk vaksin berbasis mRNA, yang telah terbukti efektif dalam melawan berbagai penyakit menular.
- Di bidang forensik, bioteknologi berperan penting dalam proses identifikasi individu melalui analisis profil DNA (*DNA fingerprinting*). Selain itu, analisis DNA juga dimanfaatkan dalam penentuan hubungan biologis, seperti tes paternitas, yang sering digunakan dalam perkara hukum terkait hak asuh anak atau kepentingan warisan.
- Produksi hormon dan vaksin, *Escherichia coli* yang telah direkayasa secara genetik dapat digunakan untuk memproduksi insulin rekombinan yang digunakan untuk mengobati diabetes. Selain itu, *Saccharomyces cerevisiae* juga dimodifikasi untuk menghasilkan vaksin hepatitis B melalui produksi antigen virus.
- Produksi antibiotik, Kapang *Penicillium notatum* menghasilkan senyawa antibiotik penisilin yang sangat efektif membunuh bakteri patogen. Penisilin merupakan antibiotik pertama yang ditemukan dan masih digunakan secara luas hingga kini.

3. Bioteknologi Biru Sektor Lingkungan

Dalam sektor lingkungan, bioteknologi memberikan kontribusi melalui:

- Bioremediasi, yakni pemanfaatan mikroorganisme seperti *Pseudomonas putida* untuk membersihkan lingkungan dari pencemaran akibat polutan, seperti logam berat dan hidrokarbon beracun yang berasal dari limbah industri atau tumpahan minyak. Mikroorganisme hasil rekayasa genetika juga dapat digunakan untuk mempercepat proses degradasi limbah.
- Teknologi bioteknologi diterapkan dalam pengolahan air limbah dengan memanfaatkan bakteri yang mampu menguraikan senyawa berbahaya dan meningkatkan kualitas air yang dihasilkan.
- Dalam bidang energi, bioteknologi berperan dalam pengembangan sumber energi terbarukan, seperti biofuel, yang berfungsi sebagai bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan dibandingkan bahan bakar fosil. Biofuel dapat dihasilkan melalui proses fermentasi mikroba terhadap bahan organik, seperti tebu, jagung, atau alga.

4. Bioteknologi Putih Sektor Industri

Bioteknologi industri adalah penerapan prinsip bioteknologi untuk memproduksi barang dan jasa dalam skala besar, dengan memanfaatkan mikroorganisme atau bagian dari makhluk hidup (seperti enzim atau DNA) dalam proses produksi industri yaitu :

- Produksi enzim industri, *Bacillus subtilis* dan *Aspergillus niger* dimanfaatkan dalam industri untuk memproduksi enzim-enzim seperti amilase dan protease yang digunakan dalam detergen, pengolahan makanan, dan tekstil.
- Peran mikroorganisme dalam mengatasi pencemaran, para pakar telah mencoba merekayasa mikroba untuk mendapatkan *strain mikroba* yang membantu mengatasi pencemaran, khususnya pencemaran limbah beracun. Penanganan limbah oleh mikroorganisme yang mampu menghasilkan gas hidrogen. Mikroba tersebut adalah *Clostridium butyrium*. Dalam hal ini, bakteri akan mencerna dan menguraikan gula serta menghasilkan gas hidrogen. Gas ini dapat digunakan sebagai bahan bakar yang tidak menimbulkan polusi.



Secara keseluruhan, penerapan bioteknologi telah memberikan manfaat yang signifikan dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Seiring dengan perkembangan teknologi DNA dan rekayasa genetika, bioteknologi akan terus mengalami kemajuan dan memberikan solusi inovatif terhadap berbagai tantangan global dalam bidang pangan, kesehatan, lingkungan, serta energi.

Fakta Seru

Kloning bukan cuma di film — domba Dolly adalah kenyataan!

Tahun 1996, ilmuwan berhasil mengkloning mamalia pertama di dunia: seekor domba bernama Dolly.

Aktivitas Peserta Didik



Orientasi Masalah



Gambar 3. Bioteknologi untuk Solusi Pencemaran Lingkungan Akibat Tumpahan Minyak

BANDUNG, itb.ac.id--Kita tidak bisa menampik bahwa setiap hari terdapat kegiatan yang menghasilkan polutan sehingga berdampak buruk bagi lingkungan. Salah satu contohnya adalah tumpahan minyak di laut. Akibat tumpahan minyak yang mencemari laut, dapat membahayakan biota serta makhluk hidup yang mengonsumsi biota dari laut tersebut. Beberapa peristiwa tumpahan minyak tersebut adalah tumpahan minyak Exxon Valdez (1989), Montara (2009), Deepwater Horizon (2010), Pipa Pertamina di Balikpapan (2018), dan kebocoran minyak Pertamina di Karawang (2019). Pencemaran skala besar tersebut akan sangat merugikan lingkungan dan makhluk hidup apabila dibiarkan begitu saja.

Umumnya tragedi tumpahan minyak membutuhkan waktu bertahun-tahun supaya wilayah yang tercemar kembali pulih. Durasi pemulihan tersebut bervariasi tergantung tingkat pencemaran yang tinggi. Penerapan bioteknologi di bidang lingkungan atau yang disebut *grey biotechnology*, dapat dimanfaatkan untuk menangani pencemaran lingkungan baik pencemaran yang terjadi di tanah, air, udara, ataupun sedimen. *Grey biotechnology* juga relatif lebih murah daripada menggunakan bahan kimia.

Kamis (23/7/2020), Kelompok Keilmuan Rekayasa Air dan Limbah Cair dari Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan (FTSL) ITB menyelenggarakan webinar yang ke-3, Webinar tersebut mengusung tema “Peran Bioteknologi dalam Pengelolaan Lingkungan”. Materi webinar disampaikan oleh dua pembicara yakni Ir. Edwan Kardena, Ph.D., dan Dr. Qomarudin Helmy, S.Si., M.T. Kedua pembicara ini merupakan ahli yang telah malang-melintang di bidang bioteknologi lingkungan serta telah memiliki beberapa paten di bidang tersebut. Moderator webinar adalah Nisa Maissa Zakiyya, S.T., M.T. Selain dilaksanakan melalui ZOOM, webinar tersebut juga ditayangkan secara langsung dalam kanal Youtube KK RALC.

Edwan memaparkan materi mengenai peran bioteknologi dalam teknologi pemulihan fungsi lingkungan hidup. Bioteknologi lingkungan adalah pengembangan, penggunaan, dan regulasi sistem biologi untuk remediasi terhadap lingkungan yang terkontaminasi. Lingkungan yang dimaksud bisa berupa tanah, udara, air, maupun sedimen. Edwan menambahkan, mikroorganisme memiliki karakteristik yang unik. pH normal untuk pertumbuhan mikroorganisme di lingkungan adalah 6-8 sedangkan suhu normalnya adalah 25-35°C. Akan tetapi, terdapat beberapa jenis mikroba yang dapat hidup di lingkungan ekstrem. Lingkungan ekstrem yang dimaksud bisa berupa pH tinggi, pH rendah, suhu tinggi, dan suhu rendah. Ada pula mikroorganisme yang resisten terhadap merkuri. Karakteristik unik ini merupakan sesuatu yang potensial untuk mendetoksifikasi pencemaran yang ada di lingkungan. Salah satu karakteristik mikroorganisme yang dimanfaatkan oleh para peneliti adalah petrofilik. Mikroorganisme petrofilik memanfaatkan hidrokarbon dalam petroleum sebagai sumber karbon untuk pertumbuhan mikroorganisme. Mikroorganisme jenis ini seringkali digunakan untuk mengatasi pencemaran lingkungan akibat tumpahan minyak. Keuntungan bagi lingkungan adalah bersihnya lingkungan yang sebelumnya terkontaminasi oleh minyak karena hidrokarbon dalam minyak didegradasi oleh mikroorganisme.

Qomarudin Helmy, atau yang akrab disapa Helmy, menjelaskan bahwa upaya mengatasi pencemaran di lingkungan menggunakan bioteknologi ini disebut dengan bioremediasi. Bioremediasi sendiri merupakan optimasi kontak antara mikroorganisme dengan pencemar. Pencemar tersebut dimanfaatkan oleh mikroorganisme sebagai sumber makanan. Terdapat empat tahap utama yang harus dilalui dalam bioremediasi. Tahap tersebut ialah *treatability study* dan *site characteristic*, persiapan dan proses bioremediasi, sampling dan monitoring, dan post treatment (revegetasi). Helmy memberikan contoh penerapan bioremediasi yang digunakan untuk mengatasi tumpahan minyak yang terjadi di Balikpapan. Proses bioremediasi area tersebut berlangsung pada tahun 2019 dan 2020. Mikroorganisme yang digunakan memiliki kemampuan menghasilkan biosurfaktan sehingga mengurangi tegangan permukaan pada tumpahan minyak. Karena tegangan permukaan berkurang maka kelarutan tumpahan minyak tersebut meningkat sehingga mikroorganisme petrofilik lebih mudah mencerna hidrokarbon dalam minyak.

Reporter: Restu Lestari Wulan Utami (Biologi, 2017)

Untuk semakin memperkuat pemahamanmu, saksikan video bakteri pemakan hidrokarbon bersihkan cemaran minyak di laut berikut ini melalui youtube: <https://youtu.be/-XSbpUia0yk?si=kMEh2NsDrOvjFB3> atau scan barcode di samping menggunakan handphone temanmu secara bergantian apabila terdapat kendala.





**Mengorganisasikan
Peserta Didik**

Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok.

Kemudian diskusikan pertanyaan berikut bersama anggota kelompokmu !

1. Setelah membaca artikel dan menyimak video yang telah disajikan, Apa permasalahan utama dari artikel tersebut?

2. Setelah mengetahui permasalahan dari artikel tersebut, sebutkan apa saja solusi penanganannya!

3. Salah satu karakteristik mikroorganisme yang dimanfaatkan oleh para peneliti adalah petrofilik. Apa itu mikroorganisme petrofilik ?

4. Sebutkan 3 keuntungan menggunakan bioteknologi dibanding bahan kimia dalam penanganan tumpahan minyak!



Membimbing Penyelidikan

Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok.

Kemudian diskusikan pertanyaan berikut bersama anggota kelompokmu !

1. Jelaskan bagaimana proses penggunaan bakteri pemakan hidrokarbon dalam membersihkan tumpahan minyak di laut!.

2. Bandingkan keunggulan penggunaan bakteri hidrokarbon dengan metode pembersihan tumpahan minyak seperti penyekatan mekanis atau penyemprotan dispersan kimia! Apa manfaat biologis dan lingkungan dari pendekatan ini?

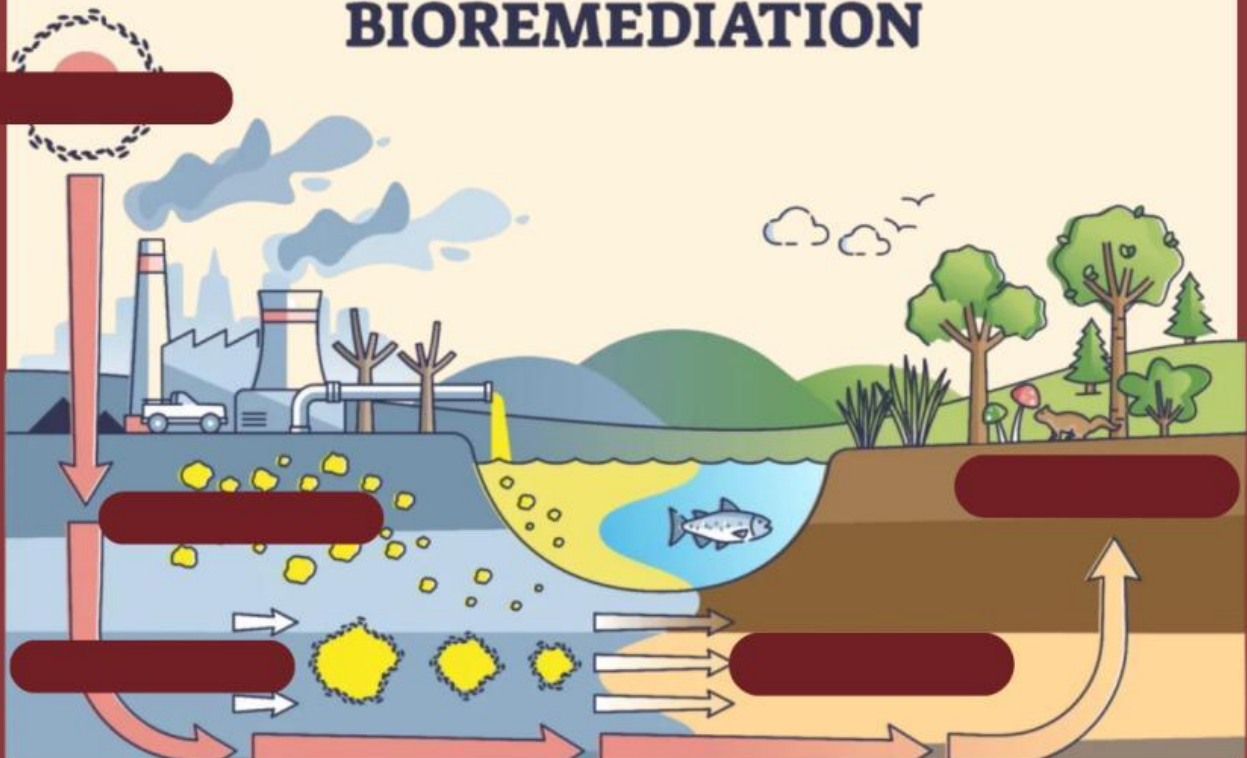
3. Beberapa mikroorganisme mampu bertahan dan hidup di lingkungan yang sangat ekstrem. sebutkan karakteristik mikroorganisme yang mampu bertahan di lingkungan yang tidak ramah bagi makhluk hidup lain !

4. Jika kamu mengamati tanah atau air yang tercemar minyak dan menemukan aktivitas mikroorganisme pemecahan hidrokarbon, apa saja indikator yang dapat kamu lihat untuk menyimpulkan bahwa proses degradasi sedang berlangsung?



Menyajikan dan Mengembangkan
Hasil Karya

BIOREMEDIATION



Contaminants

Oxygen and Nutrients

Recovery

Microbes

Carbon dioxide

Berikan penjelasanmu mengenai 5 tahapan Bioremediasi yang telah anda cocokkan pada kolom di bawah ini !



Menganalisis dan Mengevaluasi Masalah

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

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 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 sebagian 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 menunjukkan 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 pembersih 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
			Menyebutkan ≥ 3 indikator secara tepat dan ilmiah	5
			Menyebutkan 2 indikator yang sesuai	4
4	Menyajikan dan mengembangkan hasil karya	Observasi degradasi hidrokarbon di tanah/air	Menyebutkan 1 indikator secara umum	3
			Menyebutkan indikator tetapi kurang tepat atau tidak ilmiah	2
			Tidak menjawab atau jawaban tidak sesuai	1
		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

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)