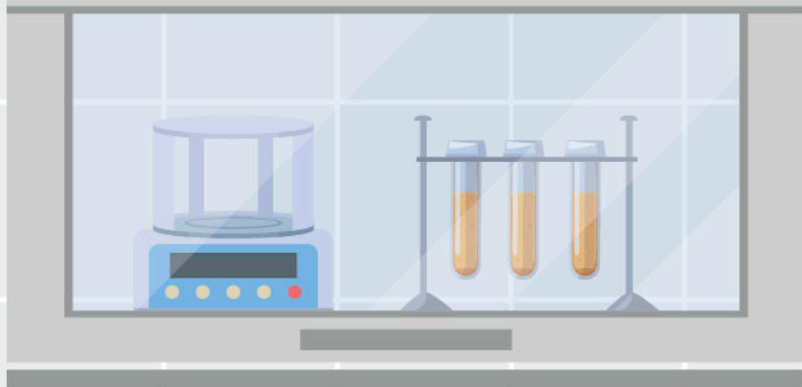




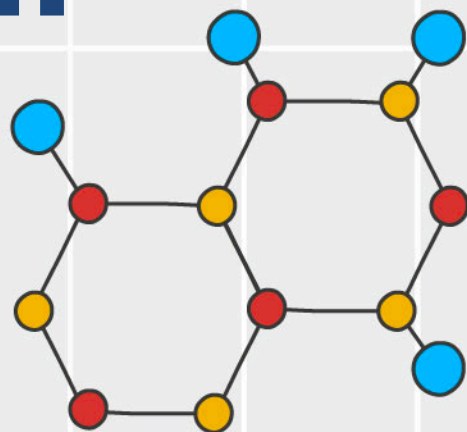
BADAN STANDAR, KURIKULUM,
DAN ASESMEN PENDIDIKAN
KEMENDIKDASMEN



PANDUAN

Mata Pelajaran Biologi

Fase F



SMA/MA/Paket C Kelas XI dan XII



**BADAN STANDAR, KURIKULUM, DAN ASESMEN PENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
REPUBLIK INDONESIA**

PANDUAN

Mata Pelajaran Biologi

Fase F

SMA/MA/Paket C Kelas XI dan XII

Panduan Mata Pelajaran Biologi

SMA/MA/Paket C Kelas XI dan XII

Pengarah

Prof. Dr. Toni Toharudin, S.Si., M.Sc., Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan

Penanggung Jawab

Dr. Laksmi Dewi, M.Pd., Kepala Pusat Kurikulum dan Pembelajaran

Penyusun

Prof. Ari Widodo, Universitas Pendidikan Indonesia

Ayuk Ratna Puspaningsih, S.Pd., M.Pd, SMA Negeri Bali Mandara

Dra. Persahini Sidik, M.Si, MAN Insan Cendekia Serpong/PPBI Folia

Penelaah

Dr. Laksmi Dewi, M.Pd., Pusat Kurikulum dan Pembelajaran

Dr. Yogi Anggraena, M.Si., Pusat Kurikulum dan Pembelajaran

Nur Rofika Ayu Shinta Amalia, S.Si., Pusat Kurikulum dan Pembelajaran

M. Heru Iman Wibowo, S.Si., Pusat Kurikulum dan Pembelajaran

Dwi Setiyowati, S.Si., Pusat Kurikulum dan Pembelajaran

Eskawati Musyarofah Bunyamin, S.Si, M.Pd., Pusat Kurikulum dan Pembelajaran

Dr.Erisda Eka Putra, Pusat Kurikulum dan Pembelajaran

Arina Hasanah, S.Si, Pusat Kurikulum dan Pembelajaran

Fera Herawati, M.Si., Pusat Kurikulum dan Pembelajaran

Dr. Rini Solihat, M.Si., Universitas Pendidikan Indonesia

Kontributor

Juniarto Adi Putra, M.Pd., SMA Labschool Jakarta

Dr. Anisa, M.Pd., SMAN 2 Purwakarta

Ilustrasi

Ahmad Saad Ibrahim

Ratra Adya Airawan

Tata Letak

Joko Setiyono

Anne Nurul Aini

Penerbit:

Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan

Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia

2025

Kata Pengantar

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan YME atas terbitnya Panduan Mata Pelajaran Biologi ini. Berdasarkan proses umpan balik dan penyesuaian dengan regulasi terbaru, terdapat kebutuhan adanya dokumen yang memandu pendidik dalam menerjemahkan Capaian Pembelajaran ke dalam pembelajaran di kelas dengan pendekatan pembelajaran mendalam. Panduan mata pelajaran Biologi disusun untuk membantu pendidik dan satuan pendidikan memahami dan menganalisis kemampuan yang esensial dibangun pada murid yang termuat dalam Capaian Pembelajaran Biologi.

Kurikulum merupakan salah satu alat bantu utama untuk mewujudkan pendidikan bermutu untuk semua. Panduan mata pelajaran Biologi merupakan acuan dalam pembelajaran intrakurikuler yang dapat digunakan oleh pendidik untuk mempelajari dan mendiskusikan lebih dalam isi dari Capaian Pembelajaran Biologi, untuk kemudian dapat merancang pembelajaran yang berkualitas sesuai dengan tahap perkembangan dan berpusat pada murid dengan mengakomodasi pembelajaran yang memberi kesempatan kepada murid dalam mengemukakan gagasan, mampu memilih, menemukan hal yang diminati, mengembangkan kemampuan, dan mampu memecahkan masalah. Sebagaimana tertera dalam Standar Proses, pembelajaran adalah kegiatan belajar yang diselenggarakan dalam suasana belajar; interaktif; inspiratif; menyenangkan; menantang; memotivasi murid untuk berpartisipasi aktif; dan memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik, serta psikologis murid. Panduan ini berupaya membantu pendidik memfasilitasi penyelenggaraan pembelajaran yang dapat mewujudkan hal tersebut. Hal ini tentunya didukung dengan menciptakan iklim satuan pendidikan dan kepemimpinan kepala satuan pendidikan yang mendukung murid berdaya dan menjadi pelajar sepanjang hayat.

Panduan Mata Pelajaran Biologi merupakan dokumen yang berisi penjelasan dari kemampuan apa saja yang penting dibangun dan dikembangkan berdasarkan Capaian Pembelajaran Biologi contoh cara murid menunjukkan ketercapaian kemampuan tersebut, dan contoh hal-hal yang dapat dilakukan pendidik untuk dapat mendukung ketercapaian kemampuan murid. Selain itu, panduan ini juga memberikan contoh alur tujuan pembelajaran berdasarkan Capaian Pembelajaran dan contoh perencanaan pembelajaran yang dapat dikembangkan dari alur tujuan pembelajaran tersebut. Panduan ini melengkapi Panduan Pembelajaran dan Asesmen serta panduan dan buku guru lainnya yang telah diterbitkan terkait kurikulum, pembelajaran, dan asesmen.

Akhir kata, saya mengucapkan selamat dan terima kasih kepada seluruh tim penyusun, penelaah, dan kontributor, beserta tim Pusat Kurikulum dan Pembelajaran, yang telah bekerja dengan sepenuh hati untuk menghasilkan sebuah panduan yang menginspirasi.

Kepala Badan Standar, Kurikulum,
dan Asesmen Pendidikan

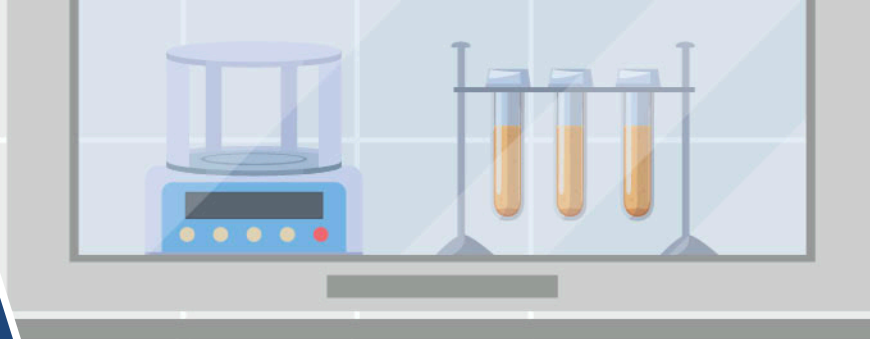


Prof. Dr. Toni Toharudin, S.Si., M.Sc.

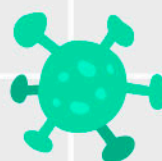
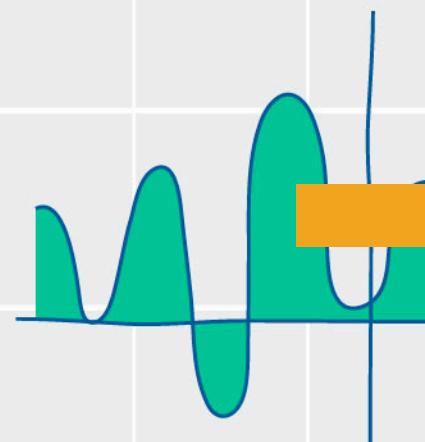
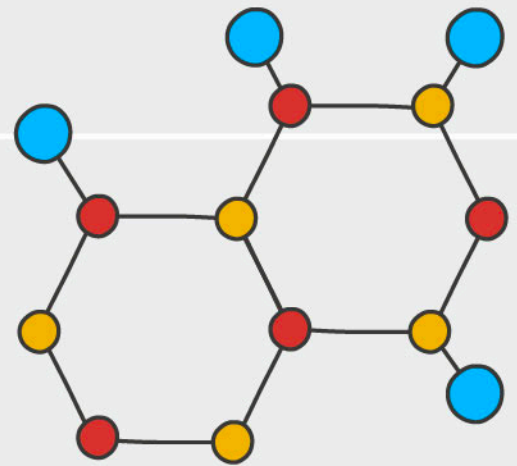
Daftar Isi

Kata Pengantar	ii
A Pendahuluan.....	2
1. Latar Belakang	2
2. Tujuan.....	3
3. Sasaran	3
4. Struktur Panduan	3
B Capaian Pembelajaran Biologi	5
1. Deskripsi Capaian Pembelajaran	5
2. Komponen Capaian Pembelajaran	7
a. Rasional.....	7
b. Tujuan	8
c. Karakteristik	9
d. Capaian Pembelajaran Mata Pelajaran Biologi.....	10
C Pemetaan Materi Esensial	14
1. Struktur dan fungsi organel di dalam sel.....	15
2. Bioproses Pada Sel	18
3. Sistem Organ.....	22
4. Pewarisan Sifat	23
5. Evolusi.....	28
6. Pertumbuhan dan Perkembangan.....	30
7. Bioteknologi Modern	32
D Perencanaan Pembelajaran Mendalam.....	35
Glosarium	88
Daftar Pustaka	91

A



Pendahuluan



Pendahuluan

1. Latar Belakang

Pelajaran biologi kadang dianggap sebagai pelajaran hafalan (Lin, Liang & Tsai, 2015), antara lain karena dalam pelajaran biologi banyak istilah-istilah yang harus dikuasai. Memang benar bahwa dalam biologi ada banyak istilah, akan tetapi anggapan bahwa pelajaran biologi adalah pelajaran hafalan tidaklah tepat. Istilah dalam pelajaran biologi memiliki makna sebab setiap istilah sesungguhnya merupakan representasi verbal dari suatu fenomena atau proses. Oleh karena itu, sesungguhnya tidak ada istilah yang tidak memiliki makna. Mengajarkan istilah biologi hanya dengan penjelasan lisan dan tidak mengajak murid mendalami makna dibelakang istilah merupakan salah satu penyebab murid hanya menghafal istilah tanpa pemaknaan (Wahyudi & Treagust, 2004). Sebagai mata pelajaran tentang makhluk hidup, lingkungan, dan interaksinya, biologi merupakan pelajaran yang sangat dekat dengan murid, bahkan tentang diri murid itu sendiri. Oleh karena itu, sangat aneh apabila pelajaran biologi tidak bermakna bagi murid. Kegiatan pembelajaran pelajaran biologi yang hanya berisi penjelasan materi tanpa membahas keterkaitan dan aplikasinya dalam kehidupan murid juga menjadi penyebab tidak bermaknanya biologi bagi murid. Ketika belajar biologi semestinya murid sangat antusias dan senang sebab mereka sedang mempelajari diri mereka sendiri, lingkungannya, dan fenomena yang tentunya sangat menarik.

Agar pelajaran biologi menjadi pelajaran yang menyenangkan dan bermakna bagi murid, pelajaran biologi di satuan pendidikan perlu melakukan beberapa perbaikan. Pertama, pelajaran biologi hendaknya semaksimal mungkin dibangun dari fenomena atau fakta yang ada dalam kehidupan murid. Dengan demikian, murid akan terlibat bukan hanya secara kognitif tetapi juga secara emosional sebab mereka merasa bahwa pelajaran itu tentang dirinya. Keterlibatan emosional sangat penting agar murid bersemangat dan menikmati proses pembelajaran. Kedua, pelajaran biologi hendaknya tidak berhenti pada pemahaman (apalagi hanya pada hafalan), tetapi juga memberikan kesempatan kepada murid untuk menerapkan pemahamannya dalam kehidupan sehari-hari, guna memecahkan masalah yang dihadapi. Ketiga, pembelajaran biologi hendaknya tidak berorientasi pada banyaknya materi yang dibahas tetapi pada kedalaman materi. Pelajaran hendaknya tidak berorientasi pada banyaknya materi yang dipelajari. Lebih baik materi yang dipelajari tidak terlalu banyak tetapi mendalam dan bermakna serta merangsang murid untuk terus belajar dan ingin tahu lebih banyak.

2. Tujuan

Panduan ini disusun untuk membantu pendidik biologi dalam mengimplementasikan pembelajaran biologi yang memberikan pengalaman belajar biologi yang menyenangkan dan bermakna bagi murid.

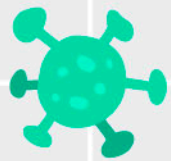
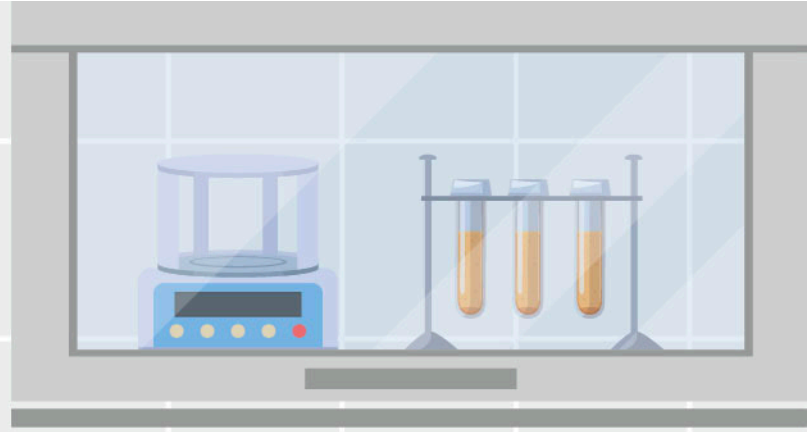
3. Sasaran

Sasaran panduan ini adalah pendidik mata pelajaran Biologi pada jenjang SMA/MA/satuan pendidikan menengah keagamaan lain dan tutor pada program pendidikan kesetaraan.

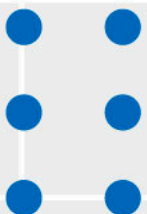
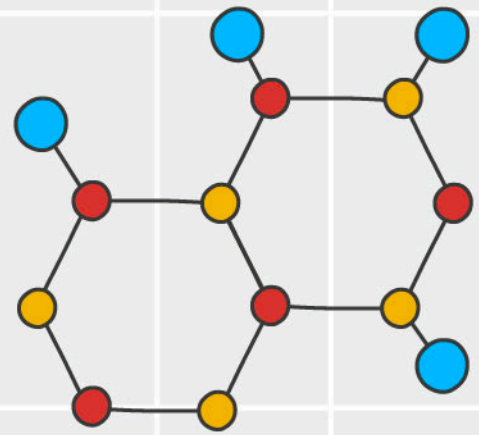
4. Struktur Panduan

Dalam panduan ini disajikan strategi untuk merancang pembelajaran biologi yang menyenangkan, bermakna dan mendalam. Dimulai dari cara menganalisis capaian pembelajaran, menyusun tujuan pembelajaran dan alur tujuan pembelajaran, dan merencanakan pembelajaran serta asesmennya. Dalam panduan ini juga diberikan RPP yang dapat menjadi inspirasi bagi pendidik dalam merancang pembelajaran.

B



Capaian Pembelajaran



Capaian Pembelajaran Biologi

1. Deskripsi Capaian Pembelajaran

Capaian Pembelajaran (CP) merupakan kompetensi pembelajaran yang harus dicapai murid di akhir setiap fase. Capaian mata pelajaran Biologi ditargetkan untuk Fase F. CP dirancang dan ditetapkan dengan berpijak pada Standar Nasional Pendidikan, terutama Standar Isi. Oleh karena itu, pendidik yang merancang pembelajaran dan asesmen mata pelajaran Biologi tidak perlu lagi merujuk pada dokumen Standar Isi, tetapi cukup mengacu pada CP. Dalam pendidikan dasar dan menengah, CP disusun untuk tiap mata pelajaran. Bagi murid berkebutuhan khusus dengan hambatan intelektual dapat menggunakan CP pendidikan khusus. Di sisi lain, murid berkebutuhan khusus tanpa hambatan intelektual dapat menggunakan CP untuk SD/MI/Program Paket A, SMP/MTS/Program Paket B, dan SMA/MA/Program Paket C ini dengan menerapkan prinsip akomodasi kurikulum.

Pemerintah menetapkan CP sebagai kompetensi yang ditargetkan. Meskipun demikian, sebagai kebijakan tentang target pembelajaran yang perlu dicapai tiap murid, CP masih umum untuk memandu kegiatan pembelajaran sehari-hari. Oleh karena itu, pengembang kurikulum atau pendidik perlu menyusun dokumen yang lebih operasional yang dapat memandu proses pembelajaran intrakurikuler berupa alur tujuan pembelajaran dan dokumen perencanaan pembelajaran.



Gambar 1. Proses Penyusunan Perencanaan Pembelajaran

Menganalisis CP adalah langkah pertama dalam perencanaan pembelajaran. Untuk dapat merancang pembelajaran mata pelajaran Biologi dengan baik, CP mata pelajaran Biologi perlu dipahami secara utuh, termasuk rasional mata pelajaran, tujuan, serta karakteristik dari mata pelajaran Biologi. Dokumen ini dirancang untuk membantu pendidik pengampu mata pelajaran Biologi memahami CP mata pelajaran ini. Oleh karena itu, dokumen ini dilengkapi dengan beberapa penjelasan dan panduan agar pendidik berpikir reflektif setelah membaca tiap bagian dari CP mata pelajaran Biologi.

Pengembangan CP Biologi menggunakan Taksonomi Bloom (Anderson & Krathwohl, 2001) karena taksonomi tersebut memberikan pembeda yang jelas antara jenis pengetahuan dan proses berpikir sehingga sangat cocok dengan pembelajaran Biologi. Pembelajaran Biologi membelajarkan murid agar dapat menguasai materi Biologi dan kemampuan berpikir. Dalam materi biologi terkandung pengetahuan tentang fakta, konsep, prinsip, hukum, dan prosedur kerja ilmiah. Selain membelajarkan materi, biologi juga mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah dan jenis-jenis berpikir yang lainnya. Pengetahuan metakognitif sangat sesuai dengan tahap merefleksi pada pembelajaran mendalam. Selain itu, guru-guru IPA juga sudah terbiasa dengan Taksonomi Bloom sehingga tidak akan kesulitan dalam mengimplementasikannya.

Taksonomi Bloom (Anderson & Krathwohl, 2001) memiliki dua dimensi:

- a. **Dimensi Pengetahuan:** Meliputi Faktual, Konseptual, Prosedural, dan Metakognitif.
- b. **Dimensi Proses Kognitif:** Terdiri dari enam tingkatan yang berurutan, yaitu Mengingat (C1), Memahami (C2), Menerapkan (C3), Menganalisis (C4), Mengevaluasi (C5), dan Menciptakan (C6).

Dalam penyusunan CP pendidik diarahkan agar mengombinasikan antara pengetahuan faktual, konseptual dan prosedural, dengan jenis berpikir terutama memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi, dan membuat. Dengan demikian proses pembelajaran akan selaras dengan pembelajaran mendalam.

- a. **Memahami:** Murid dibimbing untuk dapat memahami secara bermakna apa yang sedang dipelajari. Pada tahap ini, murid diharapkan mampu menjelaskan fenomena alam, menginterpretasikan data, menyimpulkan, dan memberi contoh.
- b. **Mengaplikasi:** Setelah murid memiliki pemahaman yang mendalam murid dapat dibimbing untuk menerapkan pengetahuannya secara kreatif untuk memecahkan masalah melalui proses menganalisis dan mengevaluasi sebelum akhirnya membuat karya.
- c. **Merefleksi:** Tahap ini memerlukan pengetahuan metakognitif. Setelah murid mengaplikasikan pengetahuannya, murid dibimbing untuk melakukan refleksi terhadap hasil dan proses belajar yang telah ditempuh. Dengan demikian mereka akan dapat memperbaiki kekurangan dan makin meningkatkan hasil belajarnya.

Dengan menggunakan kerangka Taksonomi Bloom (Anderson & Krathwohl, 2001) yang disederhanakan dalam tiga pengalaman belajar ini, pendidik dapat lebih mudah merancang alur pembelajaran yang logis dan progresif. Pendidik dibantu untuk memastikan bahwa murid tidak hanya berhenti pada pemahaman konsep, tetapi juga mampu mengaplikasikan dan merefleksikan pengetahuannya secara kritis dan kreatif, sesuai dengan tujuan utama pembelajaran mendalam.



Untuk dapat memahami CP, pendidik perlu membaca dokumen tersebut secara utuh mulai dari rasional, tujuan, karakteristik mata pelajaran, hingga capaian per fase. Pendidik perlu juga mengetahui CP untuk fase-fase sebelumnya untuk mengetahui perkembangan yang telah dialami oleh murid. Begitu juga pendidik di fase-fase lainnya..

2. Komponen Capaian Pembelajaran

a. Rasional

Biologi adalah kajian fenomena kehidupan dan makhluk hidup yang mencakup struktur, fisiologi, morfologi, habitat, asal-usul serta distribusinya. Dalam perkembangannya, biologi juga mengkaji perubahan makhluk hidup dari masa ke masa serta inovasi teknologi di bidang biologi.

Biologi dalam kurikulum berperan penting dalam memahami dan mengatasi tantangan abad ke-21, seperti pengelolaan sumber daya alam, kualitas lingkungan, kesehatan, pencegahan dan penanggulangan penyakit. Ilmu ini juga mendukung pemanfaatan teknologi biologi, pelestarian keanekaragaman hayati, keseimbangan ekosistem, serta keberlanjutan sumber daya hayati untuk kesejahteraan manusia dan makhluk hidup lainnya.

Pembelajaran sains biologi dengan pembelajaran mendalam dapat melalui pendekatan kontekstual dan inkuiri yang berpusat pada murid. Pendekatan ini, memberikan pengalaman belajar dengan tahapan memahami, menerapkan dan merefleksi sehingga murid memperoleh pengalaman belajar autentik, melatih murid dalam memecahkan permasalahan kehidupan sehari-hari melalui kerja ilmiah dan mengelola proses belajarnya secara mandiri. murid belajar menemukan masalah, menyusun hipotesis, merancang dan melakukan percobaan, menganalisis data, menarik kesimpulan, serta mengomunikasikan hasilnya. Dengan keterampilan ini, murid lebih siap dalam menghadapi hidupnya saat ini dan masa depannya.

Materi biologi pada tingkatan satuan pendidikan Menengah Atas (SMA/MA) mencakup biologi sel dan sistem organ, pewarisan sifat, pertumbuhan dan perkembangan, evolusi, serta bioteknologi modern. Pemahaman materi ini membantu murid memecahkan masalah perubahan sistem biologi akibat aktivitas manusia dan mengusulkan solusi terkait perubahan iklim. Selain itu, murid juga dapat mengembangkan keterampilan investigasi, analisis, evaluasi, refleksi, serta keterampilan komunikasi melalui lingkungan dan laboratorium. Selama proses ini, sikap ilmiah dan profil lulusan terbentuk. Kegiatan investigasi juga melatih kemandirian mengasah nalar, kreativitas, serta mampu berkolaborasi dan berkomunikasi. Dengan demikian, mata pelajaran Biologi dapat mengembangkan pengetahuan dan keterampilan proses yang penting bagi kehidupan.

Pembelajaran biologi di SMA/MA/Program Paket C membekali murid kompetensi yang berguna untuk melanjutkan studi atau berkarir. Pengetahuan dan keterampilan sains dalam Biologi relevan untuk berbagai bidang, seperti kesehatan, peternakan, perikanan, industri makanan, biologi laut, agrikultur, bioteknologi, rehabilitasi lingkungan, konservasi, dan ekowisata. Biologi juga dapat dijadikan dasar bagi murid dalam mengambil keputusan terkait isu personal, lokal, dan global, seperti perubahan iklim.



Setelah membaca bagian Rasional,
Apakah dapat dipahami bahwa mata pelajaran ini penting?
Apakah dapat dipahami tujuan utamanya?

b. Tujuan

Dengan mempelajari ilmu biologi, murid dapat:

1. memiliki rasa kagum dan bersyukur terhadap Pencipta (sikap spiritual) serta menghormati makhluk hidup lainnya dan ikut menjaga lingkungan;
2. memiliki kemampuan berkomunikasi dan berkolaborasi dengan memperhatikan etika dan norma yang berlaku;
3. memahami esensi biologi mulai proses subseluler hingga dinamika ekosistem;
4. memahami perkembangan pengetahuan biologi dari waktu ke waktu melalui dinamika proses kerja para ilmuwan yang mampu memengaruhi masyarakat dalam konteks personal, lokal, dan global;
5. memahami isu permasalahan biologi dalam lingkup sel, jaringan, organ, sistem organ, individu, keluarga, lingkungan sekitar, dan global, serta menerapkan

pengetahuan biologi untuk mengatasi permasalahan tersebut;

6. menghasilkan gagasan sebagai hasil adaptasi, adopsi, modifikasi, dan kreasi baru yang beragam berdasarkan hasil eksperimen; serta
7. memiliki kemampuan merencanakan dan melaksanakan investigasi di lapangan maupun laboratorium termasuk pengumpulan dan analisis data kualitatif maupun kuantitatif, serta interpretasi bukti.



Setelah membaca tujuan mata pelajaran di atas, dapatkah Anda mulai membayangkan bagaimana hubungan antara kompetensi dalam CP dengan pengembangan kompetensi pada dimensi profil lulusan? Sejauh mana Anda sebagai pengampu mata pelajaran ini, mendukung pengembangan kompetensi tersebut?

c. Karakteristik

Biologi adalah ilmu yang mengkaji fenomena kehidupan dan makhluk hidup yang saling terkait dan ketergantungan. Konsep pembelajaran mencakup struktur, sistem fisiologi, morfologi, ruang hidup, serta asal-usul, dan distribusinya. Biologi juga mengkaji makhluk hidup dan karakteristik kehidupannya dari masa ke masa. Pada Fase F, materi biologi meliputi struktur sel, bioproses dalam sel, pewarisan sifat, evolusi, sistem organ, struktur dan fisiologi pada manusia, pertumbuhan dan perkembangan, serta bioteknologi modern.

Berdasarkan hakikat sains sebagai proses dan produk, mata pelajaran ini mencakup (1) pemahaman biologi dan (2) keterampilan proses. Keterampilan proses berfungsi sebagai cara untuk memperoleh pemahaman biologi sehingga kedua elemen ini disampaikan dalam satu kesatuan yang utuh tanpa dipisahkan menjadi tujuan pembelajaran yang terpisah.

Elemen dan deskripsi elemen mata pelajaran Biologi adalah sebagai berikut.

Elemen	Deskripsi
Pemahaman Biologi	Pemahaman tentang fakta, konsep, prinsip, hukum, teori, dan model pada materi sel dan bioproses yang terjadi di dalamnya, sistem organ dan keterkaitan antar sistem organ, evolusi, pewarisan sifat, pertumbuhan dan perkembangan, serta bioteknologi modern.
Keterampilan Proses	Keterampilan inkuiri terkait biologi yang meliputi keterampilan mengamati; merumuskan pertanyaan dan memprediksi; merencanakan dan melakukan penyelidikan; memproses dan menganalisis data/informasi; mengevaluasi dan refleksi; serta mengomunikasikan hasil. Keterampilan proses tidak selalu merupakan urutan langkah, melainkan suatu siklus yang dinamis yang dapat disesuaikan berdasarkan perkembangan dan kemampuan murid.



Kompetensi dan/atau materi esensial apa yang terus menerus dipelajari dan dikembangkan murid dari fase ke fase?
Sejauh mana Anda sudah mengajarkan seluruh elemen–elemen mata pelajaran ini?

d. Capaian Pembelajaran Mata Pelajaran Biologi

Fase F (Umumnya untuk Kelas XI dan XII SMA/MA/Program Paket C)

Pada akhir Fase F, murid memiliki kemampuan sebagai berikut.

1. Pemahaman Biologi

Mengaitkan hubungan antara struktur dan fungsi organel di dalam sel; menerapkan prinsip–prinsip bioproses yang terjadi di dalam sel; menganalisis keterkaitan antar sistem organ dalam tubuh untuk merespons stimulus internal dan eksternal; menerapkan prinsip pewarisan sifat; mengaitkan mekanisme evolusi dengan proses terjadi

keanekaragaman dan kelangsungan hidup organisme; menerapkan prinsip pertumbuhan dan perkembangan; serta menganalisis proses bioteknologi modern.

2. Keterampilan Proses

Menerapkan keterampilan proses yang mencakup:

a. Mengamati

Mengamati fenomena ilmiah dalam kehidupan sehari-hari maupun di laboratorium dan mencatat hasil pengamatannya dengan memperhatikan detail dari objek yang diamati untuk memunculkan pertanyaan yang akan diselidiki.

b. Mempertanyakan dan Memprediksi

Merumuskan pertanyaan ilmiah tentang hubungan antar variabel dan hipotesis yang dapat diselidiki secara ilmiah.

c. Merencanakan dan Melakukan Penyelidikan

Merencanakan dan memilih metode yang sesuai serta mengendalikan variabel berdasarkan referensi untuk mengumpulkan data yang dapat dipercaya; memilih dan menggunakan alat dan bahan, termasuk penggunaan teknologi digital yang sesuai untuk mengumpulkan serta mencatat data secara sistematis dan akurat.

d. Memproses, Menganalisis Data dan Informasi

Menafsirkan informasi yang diperoleh dengan jujur dan bertanggung jawab; menggunakan berbagai metode untuk menganalisis pola dan kecenderungan pada data; mendeskripsikan hubungan antar variabel serta mengidentifikasi inkonsistensi yang terjadi; menggunakan data dan rujukan untuk menarik kesimpulan yang konsisten dengan hasil penyelidikan.

e. Mengevaluasi dan Refleksi

Mengidentifikasi sumber ketidakpastian dan kemungkinan penjelasan alternatif dalam rangka mengevaluasi kesimpulan serta menjelaskan cara spesifik untuk meningkatkan kualitas data; menganalisis validitas informasi dari sumber primer dan sekunder dan mengevaluasi pendekatan yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dalam penyelidikan.

f. Mengomunikasikan Hasil

Mengomunikasikan hasil penyelidikan secara sistematis dan utuh ditunjang dengan argumen ilmiah dan terbuka terhadap pendapat yang lebih relevan.



Penomoran pada elemen Capaian Pembelajaran bukan merupakan suatu urutan pembelajaran, melainkan hanya penomoran sesuai dengan kaidah penulisan regulasi. Oleh karena itu, penyusunan alur tujuan pembelajaran disesuaikan dengan karakteristik mata pelajaran dan tidak harus mengikuti urutan elemen.



Refleksi Pendidik

Menganalisis CP adalah langkah yang sangat penting dalam perencanaan dan pelaksanaan pembelajaran dan asesmen. Menganalisis CP juga dapat memantik ide-ide pengembangan rancangan pembelajaran. Berikut ini adalah beberapa pertanyaan yang dapat digunakan untuk memantik ide:

- Bagaimana capaian dalam fase ini akan dicapai murid?
- Proses atau kegiatan pembelajaran seperti apa yang akan ditempuh murid untuk mencapai CP?
- Alternatif cara belajar apa saja yang dapat dilakukan murid untuk mencapai CP?
- Materi apa saja yang akan dipelajari? Seberapa luas atau seberapa dalam?
- Bagaimana menilai ketercapaian CP setiap fase?

Sebagian pendidik dapat memahami CP dengan mudah, namun berdasarkan hasil umpan balik, bagi sebagian pendidik CP sulit dipahami. Oleh karena itu, ada dua hal yang perlu menjadi perhatian:

- 1) Pelajari CP bersama pendidik lain dalam suatu komunitas belajar. Melalui proses diskusi, bertukar pikiran, mengecek pemahaman, serta berbagai ide, pendidik dapat belajar dan mengembangkan kompetensinya lebih efektif, termasuk dalam upaya memahami CP.
- 2) Pendidik bisa membuat alur tujuan pembelajaran sendiri atau mengikuti contoh yang sudah disediakan oleh panduan. Pendidik dapat berangsur-angsur meningkatkan kapasitasnya untuk terus belajar memahami CP hingga kelak dapat merancang alur tujuan pembelajaran mereka sendiri.

Pemetaan Materi Esensial



Pemetaan Materi Esensial

Panduan ini menetapkan kompetensi dalam mata pelajaran Biologi berdasarkan Capaian Pembelajaran Biologi Fase F. Kompetensi yang dikembangkan mencakup materi esensial yang diperkaya menggunakan kata kerja operasional yang mengarah pada pembelajaran mendalam, serta disesuaikan dengan kondisi murid di masing-masing satuan pendidikan.

Dalam pembelajaran, pendidik melatih keterampilan proses yang meliputi: 1) mengamati, 2) merumuskan pertanyaan, 3) merencanakan serta melakukan penyelidikan, 4) memproses dan menganalisis data serta informasi, 5) mengevaluasi dan merefleksi, serta 6) mengomunikasikan hasil

Cakupan materi pada mata pelajaran Biologi di Fase F tertera dalam tabel berikut.

Materi Esensial	Sub Materi
Struktur dan fungsi organel sel	1. Keterkaitan antar fungsi organel-organel di dalam sel. Pembelahan sel mencakup mitosis dan meiosis
Bioproses pada sel	1. Pergerakan zat melalui membran sel secara aktif dan pasif 2. Metabolisme yang terjadi di dalam sel dan keterlibatan enzim.
Sistem organ	Keterkaitan antar sistem organ dengan fungsinya untuk merespon stimulus
Pewarisan Sifat	1. Sintesis protein dan kaitan antara DNA, RNA dan protein 2. Hukum Mendel 1 dan 2, penyimpangan semu Hukum Mendel 3. Pola-pola hereditas pada manusia
Evolusi	1. Teori evolusi dan bukti evolusi 2. Kaitan evolusi dengan proses terjadi keanekaragaman

Pertumbuhan dan perkembangan	1. Faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan 2. Proses pertumbuhan dan contoh perkembangan
Bioteknologi Modern	1. Karakteristik, contoh dan proses bioteknologi modern 2. Bioetika dalam aplikasinya

Catatan:

Materi Bioteknologi di fase E dipindah ke fase F karena materi dasar dalam mempelajari bioteknologi ada pada fase F. Materi bioteknologi berfokus pada bioteknologi modern karena di fase D dipelajari tentang bioteknologi konvensional. Dengan demikian pendidik yang mengajar di fase F perlu melakukan koordinasi dengan pendidik yang mengajar di fase E terkait materi yang telah diajarkan. Kemudian pendidik perlu melakukan asesmen awal untuk mengetahui tingkat pemahaman siswa tentang bioteknologi modern. Berdasarkan hasil asesmen awal, pendidik di fase F dapat melaksanakan pembelajaran dengan mengulas sebagian materi atau melakukan pembelajaran ulang dari awal materi.



Kurikulum lebih memprioritaskan kemajuan belajar murid dibandingkan cakupan dan ketuntasan muatan kurikulum yang diberikan. pendidik dapat mengatur keluasan dan kedalaman dari tiap lingkup materi yang disebutkan dalam CP.

Berikut adalah deskripsi lebih detail terkait materi-materi di fase F, kompetensi yang dikembangkan pada materi, lingkup materi dan cara kontekstualisasi materi berdasarkan pembelajaran mendalam.

1. Struktur dan fungsi organel di dalam sel.

Materi

1.1 Struktur dan organel sel

1 Materi dan Kompetensi

Materi struktur sel mengajarkan murid untuk memahami keterkaitan antara struktur dan fungsi organel, serta pentingnya kerjasama antarorganel agar sel berfungsi optimal. Sel

sebagai unit fungsional menunjukkan bahwa kehidupan dimulai dari organisasi terkecil yang saling bergantung. Untuk lebih memahami materi, murid harus mencermati model atau gambar sel yang menunjukkan kerja sama antarorganel. Materi ini penting dipelajari dalam konteks kehidupan sehari-hari, karena bahkan pada tingkat mikroskopis seperti sel, telah tercermin prinsip kerja sama yang harmonis.

2 Kontekstualisasi Materi Esensial dengan Pembelajaran Mendalam

Struktur sel sulit diamati secara langsung karena sangat kecil. Untuk membantu memahami, pendidik bisa menunjukkan contoh sel besar seperti kuning telur ayam. Murid juga bisa mengamati sel epitel mulut dan sel bawang merah dengan mikroskop, lalu membandingkan struktur sel hewan dan tumbuhan.

Materi ini juga terhubung dengan pelajaran fisika, misalnya tentang cahaya dan cara kerja mikroskop. Selain itu, pemahaman struktur sel penting dalam bioteknologi, kedokteran, dan farmasi. Ilmu tentang sel membantu dalam diagnosis penyakit, pengembangan obat, terapi sel, rekayasa genetika, dan pembuatan vaksin.

Profil lulusan yang diharapkan mencerminkan karakter peduli dan bertanggung jawab, yang ditumbuhkan melalui pemahaman tentang kerjasama antar organel dalam struktur sel. Hubungan yang serasi antarorganel ini menjadi cerminan pentingnya kolaborasi dalam kehidupan nyata. Untuk menumbuhkan nilai tersebut, pendidik dapat menggunakan metode pengamatan mikroskop, diskusi hasil pengamatan, tanya jawab, dan *project-based learning*.

Untuk memperkaya pengalaman belajar, pada tahap **memahami**, pendidik mengajak murid bertanya dan mencari informasi tentang kerjasama antar organel dalam sel. Murid kemudian dapat diberi tugas seperti membuat komik edukatif “Petualangan di Dalam Sel” yang menceritakan peran masing-masing organel. Tugas lainnya bisa berupa studi kasus tentang gangguan fungsi organel dan dampaknya terhadap kerja sel dan kesehatan tubuh.

Selanjutnya, pada tahap **mengaplikasi**, murid diminta menggunakan pemahamannya untuk menyelesaikan masalah nyata, misalnya menjelaskan bagaimana kerja sama organel diperlukan dalam proses sekresi zat pelindung sel atau tubuh pada kasus infeksi atau kerusakan jaringan. Pada tahap **merefleksi**, murid melakukan refleksi diri melalui isian checklist dan catatan pengalaman belajar, untuk menilai pemahaman serta mengevaluasi cara belajarnya. Proses ini bertujuan menumbuhkan kemandirian, kesadaran belajar, dan kesiapan untuk memperbaiki strategi belajar di pertemuan selanjutnya.

Untuk mengukur pencapaian belajar murid, pendidik menyusun asesmen secara berjenjang. Asesmen awal dilakukan melalui tanya jawab dan refleksi pengalaman murid terkait struktur sel. Asesmen formatif dilakukan selama pembelajaran melalui kuis singkat,

observasi terhadap tugas seperti komik atau studi kasus, serta umpan balik dari diskusi kelompok. Asesmen sumatif mencakup laporan praktikum, tugas proyek, dan ujian tertulis yang menilai pemahaman, analisis, dan penerapan konsep. Kombinasi ketiganya membantu memantau kemajuan murid, memberikan penguatan, dan memastikan kompetensi tercapai.

Materi

1.2 Pembelahan Sel

1 Materi dan Kompetensi

Kompetensi yang diharapkan dalam materi pembelahan sel adalah kemampuan murid menjelaskan peran kromosom, mikrotubulus, mikrofilamen (pada sel hewan), dan badan Golgi (pada sel tumbuhan) dalam setiap tahap mitosis dan meiosis, yaitu profase, metafase, anafase, telofase, dan sitokinesis. Pemahaman ini dimulai dari peran kromosom sebagai pembawa DNA yang dapat melakukan replikasi, sehingga sifat genetik dapat diwariskan secara konsisten. Hasil replikasi DNA akan dipisahkan saat pembelahan sel, sehingga sel-sel anak memiliki sifat yang mirip dengan induknya. Materi ini penting karena berhubungan dengan proses pertumbuhan, perkembangan, dan perbaikan jaringan makhluk hidup. Murid diarahkan untuk memahami bahwa satu sel induk dapat membelah menjadi dua atau lebih sel anak. Materi ini juga menjelaskan bahwa jumlah kromosom pada tiap makhluk hidup berbeda, yang menjadi dasar pewarisan sifat dan evolusi. Contoh pembelahan sel dalam kehidupan sehari-hari dapat ditemukan pada penutupan luka, regenerasi kulit, pertumbuhan kuku dan rambut, serta perkecambahan biji.

2 Kontekstualisasi Materi Esensial dengan Pembelajaran Mendalam

Untuk pendalaman konsep, pendidik mendorong murid mengaitkan materi pembelahan sel dengan isu kesehatan nyata. Misalnya, murid menganalisis kasus gangguan pembelahan sel, seperti kanker atau sindrom Down, untuk memahami pentingnya akurasi proses pembelahan. Murid menelusuri fase pembelahan sel yang mengalami gangguan sehingga menyebabkan kelainan jumlah kromosom. Pendidik juga dapat mengarahkan murid untuk menerapkan data nyata, misalnya dengan mengamati foto hasil mikroskop sel akar bawang atau embrio ikan, lalu menghitung jumlah sel pada setiap tahap mitosis dan menyimpulkan fase yang berlangsung paling lama.

Materi ini relevan dalam bidang kesehatan, bioteknologi, dan pertanian. Melalui proses *crossing-over*, murid memahami bahwa setiap individu bersifat unik, termasuk kembar identik. Murid juga diarahkan mengevaluasi dampak pembelahan sel yang tidak terkendali, seperti kanker, serta mengenal terapi sel punca untuk memperbaiki organ tubuh yang rusak. Dalam bidang pertanian,

murid dapat memahami peran pembelahan sel dalam hibridisasi tanaman unggul, seperti jagung dan padi hibrida, serta teknik perbanyakan melalui kultur jaringan.

Proses pembelajaran dirancang untuk memperkuat pemahaman murid melalui diskusi, tanya jawab, dan pembelajaran berbasis proyek (*project-based learning*) yang didukung oleh LKPD. Pada tahap **memahami**, murid menjawab pertanyaan kritis seputar akurasi pembelahan sel, risiko kegagalan pemisahan kromosom, serta proses *crossing-over*. Murid juga menganalisis fase mitosis yang paling banyak membutuhkan energi dan menyimpulkan fase terlama berdasarkan gambar atau foto.

Pada tahap **mengaplikasi**, LKPD membimbing murid dalam praktikum pengamatan mitosis pada akar bawang merah muda, mulai dari menanam hingga membuat preparat, serta mengamati sel epitel manusia. Murid mendiskusikan fase sel yang paling sering ditemukan dan mengaitkannya dengan risiko kanker. Murid juga memahami perbedaan jumlah kromosom pada berbagai makhluk hidup. Pada tahap **merefleksi**, murid mempresentasikan hasil proyek pengamatan sel tumbuhan dan hewan, menjelaskan kemungkinan kesalahan dalam proses pembelahan sel.

Profil lulusan yang diharapkan mencakup kesadaran untuk menjaga kesehatan dan kebugaran tubuh dengan mengonsumsi makanan sehat dan bergizi seimbang agar proses pertumbuhan dan perbaikan sistem tubuh berlangsung optimal. Lulusan juga diharapkan memiliki kemampuan bernalar kritis dalam memahami proses transformasi dan pemulihan materi genetik, serta mampu saling mengingatkan pentingnya menjaga tubuh tetap sehat.

Penguasaan materi dievaluasi melalui asesmen formatif di awal seperti tanya jawab saat murid mendiskusikan LKPD, pendidik menyusun rubrik observasi yang mengaitkan inisiatif bertanya dalam diskusi, kemampuan menjawab pertanyaan, dan menganalisis permasalahan yang relevan, serta asesmen sumatif yang mengukur kemampuan berpikir kritis, kolaborasi, dan komunikasi, juga dalam ujian tertulis yang mengukur pemahaman konseptual dan kemampuan bernalar murid.

2. Bioproses Pada Sel

Materi

2.1 Pergerakan Zat melalui Membran Sel

1 Materi dan Kompetensi

Kompetensi yang diharapkan adalah kemampuan murid memahami mekanisme perpindahan zat melalui membran sel sebagai upaya menjaga keseimbangan seluler. Contoh gejala yang dapat diamati dalam kehidupan sehari-hari adalah jari yang menjadi keriput saat direndam air atau daun yang meranggas pada musim kemarau. Murid didorong

untuk bertanya dan menyelidiki bagaimana proses transpor membran berlangsung, yang meliputi: (a) Transpor pasif, seperti difusi dan osmosis, yang tidak memerlukan energi karena zat bergerak mengikuti gradien konsentrasi; (b) Transpor aktif, yang memerlukan energi untuk memindahkan zat melawan gradien konsentrasi, agar keseimbangan dan fungsi sel tetap terjaga.

2 Kontekstualisasi Materi Esensial dengan Pembelajaran Mendalam

Pembelajaran kontekstual difokuskan pada percobaan difusi menggunakan gula atau sirup dalam air bersuhu berbeda, serta osmosis menggunakan umbi kentang dalam larutan dengan konsentrasi berbeda. Murid merancang percobaan, menyusun hipotesis, mengamati, mencatat data, dan menganalisis laju pergerakan zat. Contoh penerapan sehari-hari yaitu daun menguning atau rontok saat kemarau. Materi dapat dikaitkan dengan isu gizi dan kesehatan, serta teknologi seperti sistem penghantar obat (DDS), nanopartikel untuk terapi kanker, rekayasa jaringan organ, *aquaporin* untuk penyerapan air, dan nano fertilizer guna efisiensi nutrisi serta mengurangi pencemaran lingkungan.

Pengalaman pembelajaran murid dimulai pada tahap **memahami**, di mana murid dimotivasi untuk mengajukan pertanyaan berdasarkan suatu kasus. Selanjutnya, murid merancang percobaan, menyusun hipotesis, dan mengamati proses perpindahan zat. Pada tahap **mengaplikasi**, murid menganalisis data dan mengaitkannya dengan peristiwa sehari-hari, seperti daun yang menguning saat musim kemarau. Pada tahap **merefleksi**, murid mendiskusikan hasil percobaan untuk menemukan jawaban secara mandiri. Diskusi kemudian diarahkan agar terhubung dengan fenomena kehidupan nyata yang relevan serta mengevaluasi langkah percobaan yang telah dilakukan untuk diperbaiki sehingga data hasil praktikum yang diperoleh lebih akurat.

Setelah mempelajari materi ini, murid diharapkan memiliki kemampuan bernalar kritis dan berpikir logis dalam memahami proses penyerapan serta pergerakan zat. Selain itu, murid diharapkan mampu berkolaborasi dalam kegiatan eksperimen dan menumbuhkan kesadaran pentingnya menjaga kesehatan.

Untuk mengetahui pemahaman awal, pendidik dapat mengajukan pertanyaan sederhana yang dekat dengan pengalaman murid, seperti: *“Pernahkah kamu melihat jari tanganmu menjadi keriput setelah direndam dalam air?”*. Saat pembelajaran berlangsung, asesmen dapat dilakukan dengan mengaitkan percobaan, misalnya: *“Mengapa kentang menjadi lunak setelah direndam dalam larutan garam?”* atau *“Apa perbedaan antara difusi dan osmosis berdasarkan hasil percobaan?”*.

Untuk asesmen sumatif, pendidik dapat menggunakan tes tertulis, studi kasus seperti: *“Seseorang mengalami dehidrasi dan diberi infus. Mengapa larutan infus harus isotonik?”*, serta penugasan untuk menyusun perbandingan antara transpor pasif dan aktif, dilengkapi dengan contoh penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Materi**2.2 Metabolisme****1 Materi dan Kompetensi**

Proses metabolisme sel melibatkan kerja enzim untuk menjalankan dua jalur utama, yaitu katabolisme (perombakan) dan anabolisme (pembentukan senyawa). Materi ini mencakup pemahaman struktur dan komponen enzim, seperti apoenzim, koenzim, dan sisi aktif, serta cara kerja enzim menurut teori kunci-gembok dan induced fit. Murid juga mempelajari faktor-faktor yang memengaruhi aktivitas enzim, seperti suhu, pH, jenis substrat, dan kadar air.

Respirasi sel sebagai bentuk katabolisme dipelajari melalui proses penguraian glukosa menjadi karbon dioksida dan air, yang berkaitan dengan sistem pernapasan, peredaran darah, dan ekskresi. Fotosintesis sebagai anabolisme dipelajari melalui proses pembentukan glukosa dari karbon dioksida dan air dengan bantuan cahaya matahari dan klorofil. Proses ini berhubungan erat dengan penyerapan nutrisi dari tanah dan atmosfer, serta hasil fotosintesis yang dimanfaatkan untuk pertumbuhan atau disimpan dalam bagian tanaman seperti umbi, biji, dan buah.

2 Kontekstualisasi Materi Esensial dengan Pembelajaran Mendalam

Pembelajaran metabolisme dilakukan secara kontekstual melalui berbagai praktikum menarik. Murid mengamati langsung bagaimana enzim bekerja pada kondisi berbeda, membandingkan proses respirasi aerob dan anaerob melalui uji pelepasan gas karbon dioksida, serta menguji fotosintesis menggunakan metode klasik atau simulasi digital. Dalam kegiatan ini, murid terlibat aktif dengan merancang hipotesis, menentukan variabel, mencatat data, dan menyampaikan hasil pengamatan.

Materi metabolisme juga dikaitkan dengan isu kesehatan, seperti diabetes, obesitas, Alzheimer, dan Parkinson. Melalui pemahaman proses metabolik, murid diajak menyadari pentingnya menjaga pola makan, berolahraga teratur, dan mencegah penyakit kronis sejak dini.

Selain itu, murid dikenalkan pada praktik fermentasi ramah lingkungan, seperti pembuatan *eco-enzyme* dari limbah buah. Aktivitas ini tidak hanya memperkuat pemahaman tentang fermentasi, tetapi juga menumbuhkan kesadaran terhadap pengelolaan sampah organik. Metabolisme dibahas lebih luas dalam konteks lingkungan, termasuk daur ulang materi dan pemanfaatan limbah menjadi kompos atau sumber energi alternatif. Murid juga diperkenalkan pada inovasi, seperti fotosintesis buatan, sebagai solusi hijau masa depan.

Dengan pendekatan ini, murid tidak hanya memahami konsep metabolisme secara ilmiah, tetapi juga diajak berpikir kritis dan bertindak nyata terhadap masalah kesehatan dan lingkungan di sekitarnya.

Proses pembelajaran memadukan observasi mandiri, diskusi, tanya jawab, dan percobaan sederhana untuk memperkuat pemahaman tentang kerja enzim, respirasi aerob dan anaerob, serta fotosintesis. Pada tahap **memahami**, murid menggambar skema reaksi respirasi sel dari glukosa dan oksigen hingga terbentuk karbon dioksida dan air, lalu mengaitkannya dengan sistem fisiologi seperti pernapasan, pencernaan, sirkulasi, dan ekskresi. Murid juga dapat melakukan praktik mengunyah roti atau nasi dalam waktu tertentu, kemudian mengecek kandungan setelah dikunyah di mulut.

Pada tahap **mengaplikasi**, murid merancang dan melaksanakan percobaan enzim katalase dari hati ayam dan air liur, serta memilih percobaan lain seperti uji respirasi aerob, fermentasi *eco-enzyme* (pengomposan), dan fotosintesis (metode Sachs dan Ingenhousz). Pendidik memandu diskusi agar percobaan sesuai tujuan. Pada tahap **merefleksi**, murid menyusun laporan, menganalisis data, dan menyajikan hasil dalam bentuk infografik yang dipresentasikan melalui metode *gallery walk* agar variasi percobaan hasilnya dapat dikomunikasikan. Selanjutnya murid mendiskusikan hambatan sepanjang proses pembelajaran dan cara mengatasinya sehingga menemukan strategi dalam memperbaiki cara belajar untuk mencapai tujuan pembelajaran yang diinginkan.

Pembelajaran diawali dengan asesmen awal berupa pertanyaan pemantik, seperti: *"Apa yang kamu ketahui tentang peran glukosa dan oksigen dalam tubuh?"* atau tugas menggambar alur respirasi sel. Selama pembelajaran, asesmen dilakukan melalui diskusi, pengamatan praktikum, serta tanya jawab saat murid menggambar skema atau melaksanakan percobaan enzim, respirasi, dan fotosintesis.

Asesmen sumatif dilakukan melalui tes tertulis dan presentasi dalam bentuk infografik yang menyajikan hasil eksperimen atau pemahaman konsep secara visual. Kegiatan dilanjutkan dengan *gallery walk* untuk mengomunikasikan ide ilmiah secara kreatif dan terstruktur. Penilaian menggunakan rubrik yang mencakup pemahaman konsep, keterampilan merancang dan melaksanakan percobaan, serta kemampuan mengaitkan metabolisme dengan sistem fisiologi dan isu kontekstual.

3. Sistem Organ

1 Materi dan Kompetensi

Materi sistem organ mencakup kaitan antarsistem organ dalam merespon suatu stimulus. Kompetensi yang ingin dicapai pada materi ini adalah murid dapat menganalisis kaitan antarsistem organ dalam merespon sebuah stimulus. Dalam mengaitkan struktur dan fungsi suatu organ yang berperan dalam suatu fenomena yang terjadi, perlu juga ditekankan terkait jaringan penyusunnya. Materi sistem organ penting diajarkan untuk memberikan pemahaman yang holistik bahwa setiap sistem organ tidak berdiri sendiri tetapi saling terkait membentuk suatu individu.

2 Kontekstualisasi Materi Esensial dengan Pembelajaran Mendalam

Materi ini berkaitan erat dengan isu-isu prioritas yakni pendidikan kesehatan dengan membahas penyakit/gangguan yang terjadi pada manusia seperti penyakit diabetes atau membahas pola hidup tidak sehat seperti kebiasaan minum manis, makanan tidak bergizi, gaya hidup rebahan tanpa olahraga. Materi ini dapat juga dikaitkan dengan mata pelajaran lainnya, seperti fisika ketika membahas tekanan darah dan juga dapat bekerjasama dengan masyarakat dalam proses pembelajaran, misal berdiskusi dan mencari data di rumah sakit/puskesmas.

Materi ini dapat disajikan dengan dua cara. Cara pertama, materi ini dapat dimulai dari masing-masing sistem organ dengan mengkaji kaitan struktur organ dan fungsinya kemudian proses yang dilakukan pada sistem tersebut. Kemudian dilanjutkan dengan mengaitkan sistem organ tersebut dengan sistem organ lainnya dalam merespon suatu stimulus. Cara kedua, materi ini disajikan dalam sebuah proyek berupa murid menganalisis suatu stimulus yang akan direspon oleh beberapa sistem organ sehingga murid dapat memahami bagaimana sistem organ bekerja sama. Dengan demikian, pendidik dapat menggunakan metode diskusi, tanya jawab, eksperimen, penugasan, melaksanakan pembelajaran kooperatif, inkuiri, berbasis proyek atau berbasis masalah.

Berikut adalah pengalaman belajar yang dapat dialami oleh murid pada materi ini. Pada strategi pertama, proses pembelajaran dapat dimulai dari mempelajari satu sistem organ kemudian mengaitkan dengan fungsi sistem organ lainnya. Pengalaman belajar **memahami** dapat berupa mengajak murid bertanya, mencari informasi dalam berbagai media, kemudian murid mengkaji jaringan dan satu sistem organ beserta fungsinya dan kelainan/gangguan yang terjadi. Setelah itu dapat dikaitkan dengan sistem organ lainnya dalam merespon salah satu gangguan seperti diabetes melitus. Pengalaman belajar **mengaplikasi**

dapat berupa menerapkan pemahamannya dalam pencegahan penyakit dilihat dari sudut pandang masing-masing sistem organ.

Pada strategi kedua, alternatif lain yang dapat dilakukan oleh pendidik adalah dengan melaksanakan pembelajaran berbasis proyek dimana murid dapat diajak untuk menganalisis suatu masalah yang kemudian dikaitkan dengan sistem organ yang terlibat di dalamnya, contohnya adalah menganalisis terkait kanker payudara tentang penyebab, proses terbentuknya. Selain itu, pendidik dapat mengajak murid melakukan inkuiri melalui kasus yang terjadi disekitar, misalnya terkait penyakit diabetes pada anak-anak. Berdasarkan kasus ini murid dapat menyusun pertanyaan, mengajukan hipotesis dan melakukan riset sederhana dengan melakukan wawancara dan observasi pola hidup dan pola makan pada anak yang sehat dan anak penderita diabetes untuk menjawab pertanyaan yang telah disusun sehingga diakhir kegiatan murid dapat menyimpulkan apakah hipotesisnya dapat diterima atau tidak. Kegiatan tersebut memberikan pengalaman belajar memahami, sedangkan kegiatan belajar mengaplikasi pada alternatif kegiatan ini adalah mencari cara pengobatan yang dapat dikaitkan dengan beberapa sistem organ seperti sistem peredaran darah, sistem pencernaan, sistem imun dan sistem koordinasi. Selanjutnya murid menyusun laporan dalam berbagai media dan mempresentasikannya. Pengalaman belajar merefeksi, pendidik dapat mengajak murid untuk melakukan refleksi dengan cara memberikan umpan balik terhadap laporan yang dilanjutkan dengan melakukan tindak lanjut atau dapat juga secara mandiri dengan menjawab pertanyaan yang diberikan atau dengan refleksi bersama terkait proses pembelajaran. Melalui pengalaman belajar tersebut profil lulusan berupa penalaran kritis, mandiri, kesehatan dan kolaborasi dapat terwujud.

Merujuk pada pengalaman belajar tersebut, inspirasi asesmen yang dapat dilakukan pendidik yaitu asesmen awal dengan tanya jawab atau kuis di kelas. Contoh asesmen formatif yang dapat digunakan oleh pendidik seperti rubrik diskusi, kuis dan rubrik LKPD, sedangkan contoh asesmen formatif adalah tes dan rubrik proses dan produk proyek.

Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran dapat dilakukan dengan memanfaatkan berbagai aplikasi dalam melakukan menyusun laporan, asesmen ataupun mencari informasi. Selain itu teknologi juga dapat digunakan untuk mensimulasikan proses-proses pada sistem organ. Oleh karena itu, lingkungan belajar yang dapat dikembangkan selama proses pembelajaran adalah budaya belajar yang interaktif, dan memotivasi murid bereksplorasi, berekspresi, dan kolaborasi sehingga dapat menimbulkan proses yang menyenangkan, bermakna dan berkesadaran.

4. Pewarisan Sifat

Materi

4.1 Sintesis Protein

1 Materi dan Kompetensi

Kompetensi yang dapat dikembangkan melalui materi ini adalah menerapkan konsep proses sintesis protein dalam penentuan asam amino pada suatu urutan basa nitrogen dan dapat diperdalam dengan kompetensi menganalisis urutan asam amino yang sesuai berdasarkan urutan basa nitrogen pada DNA. Materi sintesis protein yang perlu diajarkan pada fase ini meliputi perbedaan DNA dan RNA, hubungan antara DNA, RNA dan protein, dan proses sintesis protein. Materi ini penting diajarkan sebagai dasar (prasyarat) dari materi pewarisan sifat dan mutasi serta sebagai fondasi pengetahuan molekuler selanjutnya, memahami bagaimana mekanisme aktualisasi informasi genetik, memahami potensi mutase dan penyakit genetik.

2 Kontekstualisasi Materi Esensial dengan Pembelajaran Mendalam

Materi ini dapat dikaitkan dengan kondisi perubahan fisik remaja akibat adanya hormon yang dihasilkan melalui proses sintesis protein atau keinginan remaja untuk memiliki fisik yang bagus (berotot) melalui pembentukan protein otot. Materi sintesis protein juga berkaitan dengan permasalahan kesehatan yang ada dalam kehidupan sehari-hari seperti anemia sel bulan sabit. Materi ini juga dapat dikaitkan dengan isu-isu prioritas yakni pendidikan kesehatan dengan mengajak murid untuk melakukan analisis radiasi pada tubuh seperti nuklir/sinar ultraviolet/sinar X yang dapat menyebabkan mutasi akibat kesalahan pada protein yang disintesis sehingga murid dapat menjaga kesehatan dan mencegah paparan radiasi. Selain itu, materi sintesis protein dapat dikaitkan mata pelajaran kimia pada materi senyawa organik.

Pada materi ini, pendidik dapat melakukan metode diskusi, penugasan dan tanya jawab serta melaksanakan pembelajaran kooperatif, inkuiri, project based learning ataupun *problem based learning*. Pengalaman belajar yang dapat dilakukan pada materi ini adalah sebagai berikut: Pada pengalaman belajar **memahami**, pendidik dapat mengajak murid bertanya, mencari dan memahami informasi terkait struktur DNA dan RNA baik berupa artikel maupun simulasi, menganalisis informasi yang didapat kemudian menampilkan pemahamannya dengan membuat struktur 3 dimensi DNA dan RNA dari barang bekas, menyusun diagram venn persamaan dan perbedaan DNA dan RNA serta mempresentasikan hasilnya pada murid lainnya. Selain itu, pendidik juga dapat mengajak murid menganalisa hubungan DNA, RNA dan protein dalam proses sintesis protein dengan menyusun

diagram proses sintesis protein untuk menunjukkan pemahamannya terhadap materi. Strategi inkuiri juga dapat dilakukan pendidik yang diawali dengan fenomena menarik untuk melibatkan murid di awal pembelajaran, lalu diskusi untuk mengeksplorasi fenomena tersebut, atau dengan studi kasus. Pada pengalaman belajar **mengaplikasi**, pendidik dapat mengajak murid untuk mengaplikasikan pemahamannya dengan mengidentifikasi urutan asam amino berdasarkan urutan basa nitrogen pada DNA atau sebaliknya dan menganalisis kelainan yang muncul (mutasi) akibat kesalahan proses sintesis protein melalui pengerjaan LKPD atau permainan dengan berbagai aplikasi. Pada pengalaman belajar **merefleksi**, pendidik dapat mengajak murid untuk melakukan refleksi dengan menjawab pertanyaan terkait keterampilan apa yang berkembang selama melaksanakan proyek, hambatan dan strategi perbaikan sepanjang pengerjaan proyek serta tindakan baru kecil yang dapat dilakukan untuk menjaga kesehatan sistem organ. Melalui pengalaman belajar tersebut profil lulusan berupa penalaran kritis, kreativitas, kesehatan dan kolaborasi dapat terwujud.

Merujuk pada kompetensi dan pengalaman belajar tersebut, contoh asesmen awal dapat berupa tanya jawab secara langsung atau dengan tes. Inspirasi contoh asesmen formatif yang dapat digunakan seperti rubrik penilaian diagram venn, rubrik presentasi, rubrik diskusi, rubrik tiga dimensi DNA atau diagram proses sintesis protein dan rubrik LKPD sedangkan inspirasi contoh asesmen sumatif dapat berupa tes ataupun analisis studi kasus.

Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran berupa simulasi proses sintesis protein dapat dilakukan mengingat materi ini bersifat abstrak. Oleh karena itu, lingkungan belajar yang dapat dikembangkan selama proses pembelajaran adalah budaya belajar yang interaktif, dan memotivasi murid bereksplorasi, bereksprei, dan kolaborasi sehingga dapat menimbulkan proses yang menyenangkan, bermakna dan berkesadaran.

Materi

4.2 Hukum Mendel

1 Materi dan Kompetensi

Pada materi Hukum Mendel kompetensi yang ingin dicapai adalah menerapkan hukum Mendel dalam sebuah persilangan dan dapat diperdalam dengan kompetensi memprediksi peluang keturunan yang dihasilkan pada suatu persilangan. Materi ini perlu diajarkan karena materi ini terkait dalam kehidupan sehari-hari yakni tentang proses pewarisan sifat pada keturunan, seperti penurunan sifat bisu tuli, pemahaman tentang penyakit genetik dalam keluarga, pentingnya menghargai keunikan atau keragaman manusia (fisik/penampilan) yang memang terjadi karena hasil pewarisan genetik bukan hal aneh. Selain itu materi ini merupakan materi prasyarat sebelum mempelajari materi pola hereditas. Pada materi hukum mendel yang perlu diajarkan terkait proses pembentukan gamet, persilangan

monohibrid dan dihibrid sebagai bukti hukum mendel I dan II, memahami penyimpangan semu hukum Mendel serta menghitung peluang keturunan yang dihasilkan.

2 Kontekstualisasi Materi Esensial dengan Pembelajaran Mendalam

Materi ini dapat dikaitkan dengan permasalahan pewarisan sifat sehari-hari, contohnya dengan mengetahui peluang penurunan sifat tertentu pada induk maka kita dapat memilih sifat induknya pada proses penciptaan spesies unggul melalui persilangan (padi unggul). Materi ini juga dapat dikaitkan dengan isu-isu prioritas yakni pendidikan kesehatan dengan mengajak murid untuk menganalisis dampak tanaman unggul akibat hibridisasi ataupun tanaman unggul akibat modifikasi DNA (*Genetically Modified Organism*), sehingga murid dapat menjaga kesehatan melalui makanan yang dikonsumsi. Selain itu, materi hukum Mendel dapat dikaitkan mata pelajaran matematika pada materi peluang dan operasi bilangan biasa.

Pada proses pembelajaran, pendidik dapat menggunakan metode diskusi, tanya jawab, penugasan dan eksperimen serta melakukan pembelajaran kooperatif maupun inkuiri. Pengalaman belajar yang dapat dilakukan pada materi ini adalah sebagai berikut. Pada pengalaman belajar **memahami**, pendidik dapat mengajak murid mengajukan pertanyaan, merancang percobaan dengan kancing genetika (dapat diganti dengan media kertas jika tidak memiliki kancing genetika), menganalisis data hasil percobaan dengan informasi yang didapat melalui berbagai sumber, menyusun laporan dengan berbagai media dan mengkomunikasikan hasil percobaan. Selanjutnya pendidik juga dapat mengajak murid melakukan diskusi terkait penyimpangan semu hukum mendel. Strategi inkuiri juga dapat dilakukan pendidik yang diawali dengan fenomena menarik untuk melibatkan murid di awal pembelajaran seperti kasus albino yang lahir dari orang tua normal, lalu diskusi untuk mengeksplorasi fenomena tersebut, atau dengan studi kasus yang terjadi di lingkungan sekitar. Pada pengalaman belajar **mengaplikasi**, pendidik dapat mengajak murid mengaplikasi konsep hukum mendel dengan mencoba melakukan persilangan monohibrid dan dihibrid serta menghitung peluang keturunan yang muncul. pendidik juga dapat mengajak murid untuk memprediksi induk untuk mendapatkan tanaman unggul. Kegiatan ini dapat dibantu dengan menggunakan LKPD ataupun melalui permainan dengan menggunakan berbagai aplikasi. Pada pengalaman belajar **merefleksi**, pendidik dapat mengajak murid untuk mendiskusikan hal penting yang dipelajari dalam materi yang dikaitkan dengan penyakit keturunan serta mengidentifikasi tindakan yang dapat dilakukan kedepannya untuk mencegah munculnya penyakit keturunan tersebut. Pendidik juga dapat mengajak murid untuk mengevaluasi strategi belajarnya, menilai keberhasilan atau hambatan dalam mencapai tujuan pembelajaran yang ingin dicapai sehingga dapat memperbaiki strategi belajarnya. Melalui pengalaman belajar tersebut profil lulusan berupa penalaran kritis, mandiri, kesehatan dan kolaborasi dapat terwujud.

Merujuk pada pengalaman belajar tersebut, beberapa asesmen awal yang dapat dilakukan oleh pendidik yaitu tanya jawab, kuis ataupun isian singkat. Contoh asesmen formatif yang dapat digunakan seperti rubrik LKPD, kuis dan laporan kancing genetika, sedangkan contoh asesmen sumatif dapat berupa tes atau analisis suatu kasus.

Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran dapat dilakukan dengan memanfaatkan berbagai aplikasi dalam menampilkan hasil percobaan kancing genetika. Oleh karena itu, lingkungan belajar yang dapat dikembangkan selama proses pembelajaran adalah budaya belajar yang interaktif, dan memotivasi murid bereksplorasi, berekspresi, dan kolaborasi sehingga dapat menimbulkan proses yang menyenangkan, bermakna dan berkesadaran

Materi

4.3 Pola Hereditas

1 Materi dan Kompetensi

Pada materi pola hereditas kompetensi yang ingin dicapai adalah menerapkan prinsip-prinsip pola hereditas pada manusia pada suatu persilangan dan dapat diperdalam dengan kompetensi memprediksi peluang keturunan yang dihasilkan pada suatu persilangan yang menurunkan penyakit genetis (gen autosom ataupun terpaut kromosom seks). Materi ini penting dipelajari karena materi ini berkaitan dengan penyakit keturunan yang disebabkan oleh gen dan pola penurunan sifat tertentu pada manusia. Selain itu materi ini penting diajarkan agar murid memahami, menghargai, menumbuhkan rasa percaya diri terhadap penampilan fisik dan kondisi kesehatannya, memiliki sikap preventif dan bertanggungjawab terhadap kesehatan diri dan keluarganya di masa depan, berempati dan toleran terhadap teman lainnya. Pada materi ini perlu diajarkan terkait pautan, penyakit keturunan pada gen seperti albino, alel ganda seperti pada pewarisan golongan darah, penurunan jenis kelamin pada manusia dan juga yang terpaut kromosom seks seperti hemofilia, buta warna dan holandrik.

2 Kontekstualisasi Materi Esensial dengan Pembelajaran Mendalam

Materi ini dapat dikaitkan dengan penyakit keturunan yang disebabkan oleh gen, seperti hemofilia dan buta warna. Materi ini juga dapat dikaitkan dengan isu-isu prioritas yakni pendidikan kesehatan dengan mengajak murid untuk menganalisis penurunan penyakit akibat gen dari orang tua, sehingga dapat memilih pasangan yang tepat dari sisi biologis untuk menghasilkan keturunan yang terhindar dari penyakit keturunan. Selain itu, materi pola hereditas dapat dikaitkan dengan mata pelajaran matematika pada materi peluang dan operasi bilangan biasa.

Dalam proses pembelajaran, pendidik dapat menggunakan metode diskusi, tanya jawab dan penugasan serta melakukan pembelajaran kooperatif. Pengalaman belajar yang dapat dilakukan pada materi ini adalah sebagai berikut. Pada pengalaman belajar **memahami**, pendidik dapat mengajak murid mengajukan pertanyaan, mencari dan menganalisis informasi dari berbagai sumber terkait pola hereditas. Selanjutnya pendidik juga dapat mengajak murid melakukan diskusi terkait dan tanya jawab ataupun kuis dengan berbagai aplikasi. Strategi inkuiri juga dapat dilakukan pendidik yang diawali dengan fenomena menarik untuk melibatkan murid di awal pembelajaran seperti kasus anak buta warna yang lahir dari orang tua normal, lalu melakukan survei atau wawancara dan diskusi untuk mengeksplorasi fenomena tersebut, atau dengan studi kasus yang terjadi di lingkungan sekitar. Pada pengalaman belajar **mengaplikasi**, pendidik dapat mengajak murid mengaplikasikan konsep hukum mendel dengan mencoba melakukan persilangan terpaut kromosom seks serta menghitung peluang keturunan yang muncul. pendidik juga dapat mengajak murid untuk memprediksi genotif pada sebuah peta silsilah. Kegiatan ini dapat dibantu dengan menggunakan LKPD ataupun melalui permainan dengan menggunakan berbagai aplikasi. Selain itu, pendidik dapat mengajak murid membuat peta silsilah dari suatu keluarga yang ada di lingkungan yang menunjukkan adanya pola hereditas. Pada pengalaman belajar **merefleksi**, pendidik dapat mengajak murid untuk menggeneralisasi prinsip-prinsip pola hereditas yang dapat diterapkan pada konteks selain manusia, misalnya hewan atau tumbuhan, mengidentifikasi hal penting yang diperoleh sepanjang belajar materi pola hereditas sehingga dapat mengidentifikasi tindakan yang dapat dilakukan untuk mencegah kemunculan kelainan dari pola hereditas yang ditunjukkan. Melalui pengalaman belajar tersebut profil lulusan berupa penalaran kritis, mandiri, kesehatan dan kolaborasi dapat terwujud.

Berdasarkan pengalaman belajar tersebut, beberapa asesmen awal yang dapat dilakukan oleh pendidik yaitu tanya jawab, kuis ataupun isian singkat. Contoh asesmen formatif yang dapat digunakan seperti rubrik LKPD, rubrik peta silsilah, dan kuis, sedangkan contoh asesmen sumatif dapat berupa tes atau analisis studi kasus.

Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran dapat dilakukan dengan memanfaatkan berbagai aplikasi dalam melakukan asesmen ataupun mencari informasi. Oleh karena itu, lingkungan belajar yang dapat dikembangkan selama proses pembelajaran adalah budaya belajar yang interaktif, dan memotivasi murid bereksplorasi, berekspresi, kesehatan dan kolaborasi sehingga dapat menimbulkan proses yang menyenangkan, bermakna dan berkesadaran.

5. Evolusi

1 Materi dan Kompetensi

Kompetensi yang ingin dicapai dalam materi ini adalah murid mampu menganalisis proses evolusi dapat menghasilkan spesies baru dan proses terjadi keanekaragaman yang kemudian dikaitkan dengan perbedaan biodiversitas di masa kini maupun pada masa lampau. Selain itu murid diharapkan mampu menganalisis bukti ilmiah dan berpikir kritis terkait teori evolusi. Dengan demikian materi yang perlu diajarkan adalah bukti-bukti evolusi, mekanisme evolusi, proses spesiasi dan kaitan antara evolusi dengan biodiversitas serta kelangsungan hidup organisme. Materi ini penting dipelajari mengingat banyak faktor yang mendukung terjadinya evolusi pada suatu spesies salah satunya dapat dikaitkan dengan isu prioritas perubahan iklim sehingga murid akan peka terhadap isu perubahan iklim.

2 Kontekstualisasi Materi Esensial dengan Pembelajaran Mendalam

Materi evolusi dapat dikaitkan dengan contoh-contoh evolusi yang dihadapi seperti ngengat *Biston betularia* atau proses resistensi bakteri pada antibiotik. Materi ini juga dapat dikaitkan dengan perbedaan keanekaragaman hayati yang ada sekarang dan sebelumnya di lingkungannya. Selain itu, materi evolusi dapat dikaitkan dengan mata pelajaran geografi pada materi penyebaran makhluk hidup di seluruh benua.

Dalam proses pembelajaran, pendidik dapat menggunakan metode diskusi, tanya jawab, penugasan, dan melakukan pembelajaran kooperatif, inkuiri atau pembelajaran berbasis proyek. Berikut adalah contoh pengalaman belajar yang dapat diberikan pada murid pada materi ini. Pada pengalaman belajar **memahami**, pendidik dapat mengajak murid melakukan kegiatan bertanya terkait masalah/fenomena evolusi, mengkaji proses evolusi dari satu spesies kemudian menganalisis prinsip dan mekanisme evolusi yang terjadi. Contohnya dengan membandingkan biodiversitas pada zaman es dengan zaman selanjutnya. Melalui kegiatan ini murid dapat diajak untuk berpikir lebih lanjut dan menyampaikan ide-ide atau gagasan-gagasan baru terkait evolusi yang dikaitkan dengan kenaikan suhu permukaan bumi. Selain dengan cara tersebut, kegiatan pembelajaran yang dapat dilakukan pada materi ini adalah dengan mengajak murid untuk berdiskusi terlebih dahulu terkait pengertian evolusi dari contoh-contoh spesies yang ada saat ini dan yang tidak ada saat ini, kemudian mengajak murid untuk mencermati bukti-bukti evolusi dan mekanisme evolusi. Kegiatan ini dapat dipandu dengan LKPD. Strategi inkuiri juga dapat dilakukan pendidik yang diawali dengan fenomena menarik untuk melibatkan murid di awal pembelajaran seperti kasus perubahan keanekaragaman hayati di lingkungan sekitar pada suatu masa, lalu melakukan survei atau wawancara dan diskusi untuk mengeksplorasi fenomena tersebut. Pada pengalaman belajar **mengaplikasi**, murid diajak untuk

melakukan proyek terkait perubahan biodiversitas dari zaman ke zaman yang dikaitkan dengan perubahan suhu permukaan bumi dan menyusun dan mempresentasikan laporan proyek dalam berbagai bentuk pilihan. Pada pengalaman belajar **merefleksi**, pendidik dapat mengajak murid untuk melakukan refleksi dengan cara memberikan umpan balik terhadap laporan yang dilanjutkan dengan melakukan tindak lanjut atau dapat juga secara mandiri dengan menjawab pertanyaan yang diberikan atau dengan refleksi bersama terkait proses pembelajaran. Melalui pengalaman belajar tersebut profil lulusan berupa penalaran kritis, mandiri, komunikasi dan kolaborasi dapat terwujud.

Merujuk pada pengalaman belajar tersebut, pendidik dapat melakukan asesmen awal dengan tanya jawab atau diskusi di kelas. Contoh asesmen formatif yang dapat digunakan oleh pendidik seperti rubrik diskusi dan rubrik LKPD, sedangkan contoh asesmen formatif adalah tes dan analisis kasus.

Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran dapat dilakukan dengan memanfaatkan berbagai aplikasi dalam melakukan menyusun laporan, asesmen ataupun mencari informasi. Selain itu dapat menggunakan materi berupa video animasi atau memanfaatkan AI, virtual lab misal PhET, AR dan VR untuk simulasi proses seleksi alam. Oleh karena itu, lingkungan belajar yang dapat dikembangkan selama proses pembelajaran adalah budaya belajar yang interaktif, dan memotivasi murid bereksplorasi, berekspresi, dan kolaborasi sehingga dapat menimbulkan proses yang menyenangkan, bermakna dan berkesadaran.

6. Pertumbuhan dan Perkembangan

1 Materi dan Kompetensi

Pada materi pertumbuhan dan perkembangan kompetensi yang ingin dicapai adalah menganalisis dan mengaplikasikan pengetahuannya terkait faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan baik pada tumbuhan maupun hewan. Materi yang perlu diajarkan adalah faktor intrinsik dan ekstrinsik yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada hewan dan tumbuhan, proses pertumbuhan dan contoh perkembangan. Materi ini penting karena sangat berkaitan dengan nutrisi yang harus dipenuhi untuk kesehatan tubuh manusia, tanaman budidaya ataupun hewan peliharaan.

2 Kontekstualisasi Materi Esensial dengan Pembelajaran Mendalam

Materi ini dapat dikaitkan dengan isu prioritas yakni pendidikan kesehatan dengan mengajak murid untuk melakukan analisis pola pertumbuhan beberapa anak berdasarkan data pada Kartu Menuju Sehat (KMS) yang dikaitkan dengan makanan yang dikonsumsi. Pada kegiatan ini murid dapat diajak berlatih menampilkan data dalam bentuk tabel maupun grafik, menganalisis data yang didapatkan dan kemudian mempresentasikannya.

Kegiatan ini juga memberikan kesadaran pada murid terkait pemilihan menu makanan untuk menjaga kesehatan. Selain itu, materi pertumbuhan dan perkembangan dapat dikaitkan mata pelajaran matematika yakni materi menyusun dan grafik dan menganalisis grafik serta juga dapat dilakukan kerjasama dengan masyarakat (posyandu/puskesmas/petani) selama proses pembelajaran.

Dalam proses pembelajaran, metode yang dapat digunakan oleh pendidik adalah diskusi, tanya jawab, penugasan, praktikum dan melaksanakan pembelajaran kooperatif, pembelajaran berbasis masalah, pembelajaran berbasis proyek maupun inkuiri. Adapun pengalaman belajar yang dapat diberikan pada materi ini adalah sebagai berikut. Pada pengalaman belajar **memahami**, dapat dimulai dengan memberikan permasalahan kontekstual yang terjadi di lingkungan terkait dengan pertumbuhan dan perkembangan sehingga murid dapat mengajukan pertanyaan. Berdasarkan permasalahan yang diangkat, materi dikaitkan dengan proses metabolisme seperti kerja enzim dalam memecahkan dorman biji, fotosintesis pada tanaman dan proses respirasi pada hewan. Langkah selanjutnya mengajak murid mencari dan menganalisis informasi yang diperoleh, merancang praktikum, melakukan praktikum terkait faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan ataupun hewan, menyusun laporan dengan berbagai media dan mempresentasikan hasil percobaan. Strategi inkuiri juga dapat dilakukan pendidik yang diawali dengan fenomena menarik untuk melibatkan murid di awal pembelajaran seperti kasus stunting pada anak, lalu melakukan survei atau wawancara dan diskusi untuk mengeksplorasi fenomena tersebut. Pada pengalaman belajar **mengaplikasi**, pendidik dapat mengajak murid dapat mengaplikasikan pemahamannya dalam kehidupan sehari-hari, seperti penerapan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tumbuhan untuk meningkatkan produktivitas tanaman pangan atau memberikan solusi untuk menghindari stunting pada anak balita. Pada pengalaman belajar **merefleksi**, pendidik dapat mengajak murid untuk mengevaluasi langkah-langkah percobaan untuk memperbaiki pelaksanaan percobaan sehingga memperoleh data yang lebih akurat, menganalisis variabel yang mempengaruhi hasil percobaan sehingga dapat mengeliminasi dalam percobaan selanjutnya, merefleksikan pembelajaran yang diperoleh dalam mempelajari materi yang dikaitkan dengan tindakan yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan pertumbuhan dan perkembangan baik pada manusia, hewan dan tumbuhan. Melalui pengalaman belajar tersebut profil lulusan berupa penalaran kritis, mandiri, kesehatan dan kolaborasi dapat terwujud.

Berdasarkan pengalaman belajar tersebut, asesmen awal yang dapat digunakan oleh pendidik dapat berupa kuis, tanya jawab ataupun wawancara. Asesmen formatif yang dapat digunakan seperti unjuk kerja, rubrik diskusi, rubrik presentasi dan rubrik laporan, sedangkan asesmen sumatif dapat berupa tes atau rubrik proses dan produk proyek.

Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran dapat dilakukan dengan memanfaatkan berbagai aplikasi dalam melakukan menyusun laporan, asesmen ataupun mencari informasi. Oleh karena itu, lingkungan belajar yang dapat dikembangkan selama proses

pembelajaran adalah budaya belajar yang interaktif, dan memotivasi murid bereksplorasi, berekspres, dan kolaborasi sehingga dapat menimbulkan proses yang menyenangkan, bermakna dan berkesadaran.

7. Bioteknologi Modern

1 Materi dan Kompetensi

Kompetensi yang ingin dicapai pada materi ini adalah menelaah prinsip dan proses bioteknologi modern. Pada materi bioteknologi, materi difokuskan pada karakteristik, contoh, dan proses bioteknologi modern serta bioetika yang muncul pada saat bioteknologi modern tersebut diaplikasikan, seperti pemberian label tanaman GMO pada produk pertanian. Materi ini penting karena bioteknologi banyak membantu kehidupan manusia dalam memproduksi barang dan jasa, seperti produksi insulin bagi penderita diabetes atau produksi tanaman unggul dengan mengkombinasi genetiknya (tanaman transgenik) sehingga bisa menjadi peluang wirausaha serta mampu bersikap dan berperilaku terhadap dampak penggunaan produk bioteknologi modern.

2 Kontekstualisasi Materi Esensial dengan Pembelajaran Mendalam

Materi ini sangat erat kaitannya dalam kehidupan sehari-hari, seperti mengonsumsi makanan dari tanaman transgenik atau produksi insulin bagi penderita diabetes. Materi ini dapat dikaitkan dengan isu prioritas pendidikan kesehatan dengan membahas berbagai produk barang/jasa hasil bioteknologi untuk mengatasi permasalahan manusia sehingga murid dapat berperilaku hidup sehat. Sebagai contoh perilaku memilih asal makanan yang bukan produk dari *Genetically Modified Organism* (GMO). Selain itu materi ini dapat dipelajari dengan melakukan kerjasama dengan dunia industri seperti penyedia tanaman transgenik untuk pertanian atau bekerjasama dengan universitas yang memiliki jurusan bioteknologi.

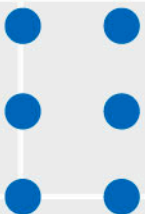
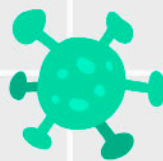
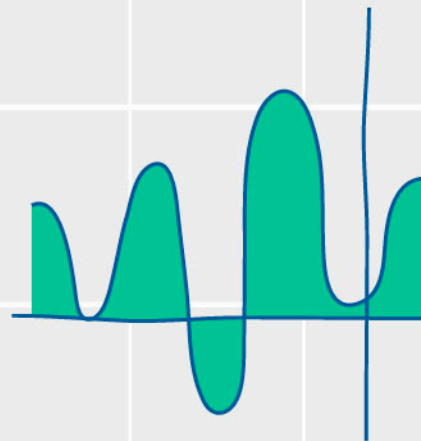
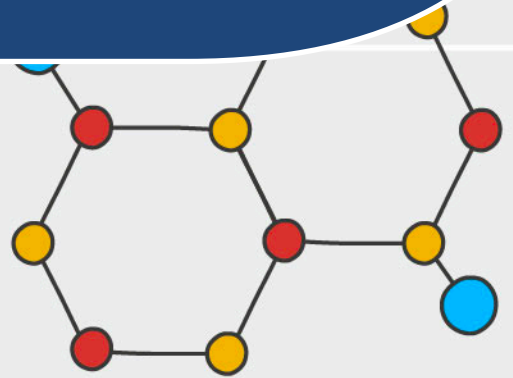
Dalam proses pembelajaran, metode yang dapat digunakan oleh pendidik adalah tanya jawab, diskusi, debat penugasan atau melaksanakan pembelajaran kooperatif atau pembelajaran berbasis masalah. Adapun pengalaman belajar yang dapat diberikan kepada murid adalah sebagai berikut. Pada pengalaman belajar **memahami**, murid dapat diberikan sebuah masalah kemudian diajak mengajukan pertanyaan, selanjutnya murid mencari informasi dalam berbagai bentuk, melakukan diskusi dan menyusun sebuah infografis proses bioteknologi modern. murid kemudian mempresentasikan hasilnya. Strategi inkuiri juga dapat dilakukan pendidik yang diawali dengan fenomena menarik untuk melibatkan murid di awal pembelajaran seperti kasus kesulitan memiliki keturunan pada pasutri, lalu melakukan survei atau wawancara dan diskusi untuk mengeksplorasi fenomena tersebut. Pada pengalaman belajar **mengaplikasi**, murid diajak untuk menerapkan pemahamannya tentang bioteknologi modern dalam memecahkan masalah yang diberikan, misal permasalahan spesies langka. Hasil pemecahan masalah ini juga dapat dijadikan pedoman dalam melaksanakan bioetika terkait dampak negatif penerapan bioteknologi modern. Pengalaman belajar

merefleksi, pendidik dapat mengajak murid untuk merefleksikan keterampilan baru yang diperoleh selama melaksanakan proyek, keterampilan yang perlu ditingkatkan dan strategi dalam mencapainya, strategi perbaikan proyek dan merencanakan tindakan sederhana lainnya yang dapat dilakukan dengan menggunakan prinsip bioteknologi berdasarkan kebutuhan masyarakat disekitarnya. Selain itu pendidik dapat mengajak murid secara mandiri menjawab pertanyaan yang diberikan atau dengan refleksi bersama terkait proses pembelajaran. Melalui pengalaman belajar tersebut profil lulusan berupa penalaran kritis, kreatifitas, komunikasi dan kolaborasi dapat terwujud.

Merujuk pada pengalaman belajar tersebut, pendidik dapat melakukan asesmen awal dengan tanya jawab atau diskusi di kelas. Contoh asesmen formatif yang dapat digunakan oleh pendidik seperti rubrik diskusi, rubrik presentasi, rubrik infografis dan kuis, sedangkan contoh asesmen formatif adalah tes, rubrik proses dan produk proyek serta analisis kasus.

Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran dapat dilakukan dengan memanfaatkan berbagai aplikasi dalam melakukan menyusun infografis, asesmen ataupun saat mencari informasi. Selain itu, penggunaan teknologi dapat dilakukan untuk mensimulasikan proses bioteknologi modern. Oleh karena itu, lingkungan belajar yang dapat dikembangkan selama proses pembelajaran adalah budaya belajar yang interaktif, dan memotivasi murid bereksplorasi, berekspresi, dan kolaborasi sehingga dapat menimbulkan proses yang menyenangkan, bermakna dan berkesadaran.

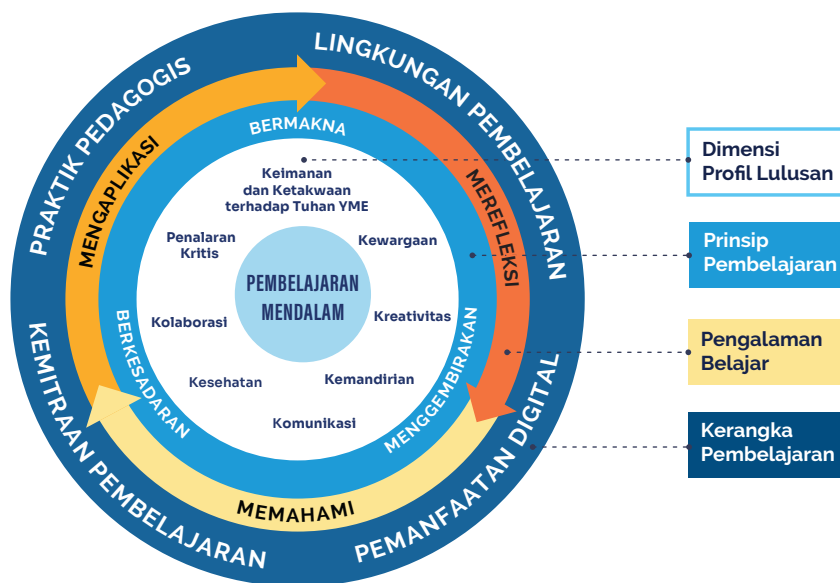
Perencanaan Pembelajaran Mendalam



Perencanaan Pembelajaran Mendalam

1. Kerangka Kerja Pembelajaran Mendalam

Kerangka kerja pembelajaran mendalam terdiri atas empat komponen, yaitu (1) dimensi profil lulusan, (2) prinsip pembelajaran, (3) pengalaman belajar, dan (4) kerangka pembelajaran. Kerangka pembelajaran mendalam dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2. Kerangka Kerja Pembelajaran Mendalam

Pembelajaran mendalam difokuskan pada pencapaian delapan dimensi profil lulusan yang merupakan kompetensi dan karakter yang harus dimiliki oleh setiap murid setelah menyelesaikan proses pembelajaran dan pendidikan.

Delapan dimensi tersebut adalah:

1	Keimanan dan Ketakwaan terhadap Tuhan YME	Dimensi Keimanan dan Ketakwaan terhadap Tuhan YME menunjukkan individu yang memiliki keyakinan teguh akan keberadaan Tuhan serta menghayati nilai-nilai spiritual dalam kehidupan sehari-hari. Nilai keimanan ini tercermin dalam perilaku yang berakhlak mulia, penuh kasih, serta bertanggung jawab dalam menjalankan tugas dan kewajibannya.
2	Kewargaan	Dimensi kewargaan menunjukkan individu yang memiliki rasa cinta tanah air, menaati aturan dan norma sosial dalam kehidupan bermasyarakat, memiliki kepedulian, tanggung jawab sosial, serta berkomitmen untuk menyelesaikan masalah nyata yang terkait keberlanjutan manusia dan lingkungan. Fokus kewargaan yaitu kesadaran murid untuk berkontribusi terhadap kebaikan bersama sebagai warga negara dan warga dunia.
3	Penalaran Kritis	Dimensi penalaran kritis menunjukkan individu yang mampu berpikir secara logis, analitis, dan reflektif dalam memahami, mengevaluasi, serta memproses informasi. Murid memiliki keterampilan untuk menganalisis masalah, mengevaluasi argumen, menghubungkan gagasan yang relevan, dan merefleksikan proses berpikir dalam pengambilan keputusan.
4	Kreativitas	Dimensi kreativitas adalah individu yang mampu berpikir secara inovatif, fleksibel, dan orisinal dalam mengolah ide atau informasi untuk menciptakan solusi yang unik dan bermanfaat. Mereka dapat melihat masalah dari berbagai sudut pandang, menghasilkan banyak gagasan, serta menemukan dan mengembangkan alternatif solusi yang efektif.
5	Kolaborasi	Dimensi kolaborasi adalah individu yang mampu bekerja sama secara efektif dengan orang lain secara gotong royong untuk mencapai tujuan bersama melalui pembagian peran dan tanggung jawab. Mereka menjalin hubungan yang kuat, menghargai kontribusi setiap anggota tim, serta menunjukkan sikap saling menghormati meskipun terdapat perbedaan pendapat atau latar belakang.

6	Kemandirian	Dimensi kemandirian artinya murid mampu bertanggung jawab atas proses dan hasil belajarnya sendiri dengan menunjukkan kemampuan untuk mengambil inisiatif, mengatasi hambatan, dan menyelesaikan tugas secara tepat tanpa bergantung pada orang lain. Mereka memiliki kebebasan dalam menentukan pilihan, menguasai dirinya, serta gigih dalam berusaha untuk mencapai tujuan.
7	Kesehatan	Dimensi kesehatan menggambarkan murid yang sehat jasmani, menjalankan kebiasaan hidup sehat, memiliki fisik yang bugar, sehat, dan mampu menjaga keseimbangan kesehatan mental dan fisik untuk mewujudkan kesejahteraan lahir dan batin (<i>well-being</i>).
8	Komunikasi	Murid memiliki kemampuan komunikasi yang baik untuk menyampaikan ide, gagasan, dan informasi dengan jelas serta berinteraksi secara efektif dalam berbagai situasi. Dimensi ini memungkinkan murid untuk berinteraksi dengan orang lain, berbagi serta mempertahankan pendapat, menyampaikan sudut pandang yang beragam, dan aktif terlibat dalam kegiatan yang membutuhkan interaksi dua arah.

Dalam mencapai dimensi tersebut, pembelajaran mendalam berlandaskan tiga prinsip pembelajaran, yaitu **berkesadaran**, **bermakna**, dan **menggembirakan**. Ketiga prinsip ini saling melengkapi dalam menciptakan pengalaman belajar yang mendalam dan berkelanjutan bagi murid.

1 Berkesadaran

Berkesadaran merupakan pengalaman belajar murid yang diperoleh ketika mereka memiliki kesadaran untuk menjadi pelajar yang aktif dan mampu meregulasi diri. Murid memahami tujuan pembelajaran, termotivasi secara intrinsik untuk belajar, serta aktif mengembangkan strategi belajar untuk mencapai tujuan. Ketika murid memiliki kesadaran belajar, mereka akan memperoleh pengetahuan dan keterampilan sebagai pembelajar sepanjang hayat.

2 Bermakna

Pembelajaran bermakna terjadi ketika murid dapat menerapkan pengetahuannya secara kontekstual. Proses belajar murid tidak hanya sebatas memahami informasi/penguasaan

konten, namun berorientasi pada kemampuan mengaplikasi pengetahuan. Kemampuan ini mendukung retensi jangka panjang. Pembelajaran terkoneksi dengan lingkungan murid membuat mereka memahami siapa dirinya, bagaimana menempatkan diri, dan bagaimana mereka dapat berkontribusi kembali. Konsep pembelajaran yang bermakna melibatkan murid dengan isu nyata dalam konteks personal/lokal/nasional/global. Pembelajaran dapat melibatkan orang tua, masyarakat, atau komunitas sebagai sumber pengetahuan praktis, serta menumbuhkan rasa tanggung jawab dan kepedulian sosial.

3 Menggembirakan

Pembelajaran yang menggembirakan merupakan suasana belajar yang positif, menantang, menyenangkan, dan memotivasi. Rasa senang dalam belajar membantu murid terhubung secara emosional, sehingga lebih mudah memahami, mengingat, dan menerapkan pengetahuan. Ketika murid menikmati proses belajar, motivasi intrinsik mereka akan tumbuh, mendorong rasa ingin tahu, kreativitas, dan keterlibatan aktif. Dengan demikian, pembelajaran membangun pengalaman belajar yang berkesan. Bergembira dalam belajar juga diwujudkan ketika setiap murid merasa nyaman, murid terpenuhi kebutuhannya seperti pemenuhan kebutuhan fisiologis, kebutuhan rasa aman, kebutuhan kasih sayang dan rasa memiliki, kebutuhan penghargaan, serta kebutuhan aktualisasi diri.

Ketiga prinsip pembelajaran tersebut di atas dilaksanakan melalui olah pikir, olah hati, olah rasa dan olah raga. Keempat upaya tersebut adalah bagian integral dari pendidikan yang membentuk manusia seutuhnya.

Olah pikir (intelektual)

Olah pikir adalah proses pendidikan yang berfokus pada pengasahan akal budi dan kemampuan kognitif, seperti kemampuan untuk memahami, menganalisa, dan memecahkan masalah.

Olah hati (etika)

Olah hati adalah proses pendidikan untuk mengasah kepekaan batin, membentuk budi pekerti, serta menanamkan nilai-nilai moral dan spiritual. Olah hati berfokus pada pengembangan aspek emosional, etika, dan spiritual murid, sehingga mereka mampu memahami perasaan, memiliki empati, dan menjalankan kehidupan dengan berlandaskan kebenaran, kejujuran, dan kebajikan.

Olah rasa (estetika)	Olah rasa adalah proses pendidikan yang bertujuan untuk mengembangkan kepekaan estetika, empati, dan kemampuan menghargai keindahan serta hubungan antar manusia.
Olah raga (kinestetik)	Olah raga adalah bagian dari pendidikan yang bertujuan untuk menjaga dan meningkatkan kesehatan fisik, kekuatan tubuh, serta membentuk karakter melalui kegiatan jasmani. Olah raga tidak hanya berfokus pada kebugaran fisik, tetapi juga pada pengembangan disiplin, ketangguhan, dan kerja sama, yang diperlukan untuk mendukung pendidikan holistik.

Pembelajaran mendalam memberikan pengalaman belajar yang memungkinkan murid untuk memahami, mengaplikasikan, dan merefleksikan materi pembelajaran secara bermakna. Pengalaman belajar ini mencakup berbagai lingkungan dan situasi, serta melibatkan interaksi dengan materi pembelajaran, pendidik, sesama murid, dan lingkungan sekitarnya.

Pengalaman pembelajaran mendalam diciptakan melalui proses memahami, mengaplikasi, dan merefleksi yang digambarkan dan diuraikan sebagai berikut.

1 Memahami

Memahami dalam pendekatan pembelajaran mendalam adalah fase awal pembelajaran yang bertujuan membangun kesadaran murid terhadap tujuan pembelajaran, mendorong murid untuk aktif mengkonstruksi pengetahuan agar murid dapat memahami secara mendalam konsep atau materi dari berbagai sumber dan konteks. Jenis pengetahuan pada fase ini terdiri dari pengetahuan esensial, pengetahuan aplikatif, dan pengetahuan nilai dan karakter.

Pengetahuan Esensial	Pengetahuan Aplikatif	Pengetahuan Nilai dan Karakter
Pengetahuan dasar yang fundamental dalam suatu bidang atau disiplin ilmu, yang harus dipahami dan dikuasai untuk membangun pemahaman yang lebih kompleks dan dapat diterapkan dalam berbagai konteks.	Pengetahuan yang berfokus pada penerapan konsep, teori, atau keterampilan dalam situasi nyata. Pengetahuan ini digunakan untuk menyelesaikan masalah, membuat keputusan, atau menciptakan sesuatu yang berdampak.	Pengetahuan yang berkaitan dengan pemahaman tentang nilai-nilai moral, etika, budaya, dan kemanusiaan yang berperan penting dalam membentuk kepribadian, sikap, dan perilaku seseorang
Contoh: Hukum Mendel (proses pembentukan gamet, proses persilangan dan hasil persilangan)	Contoh: Pengetahuan terkait pemilihan karakteristik parental untuk mendapatkan keturunan unggul	Contoh: Memahami proses persilangan yang menghasilkan keturunan dengan kelainan genetik untuk menunjukkan empati dan kepedulian serta pencegahan penurunan penyakit genetik.

Pada pengalaman belajar memahami, pendidik memantik rasa ingin tahu murid untuk memperoleh pengetahuan yang esensial dan diaplikasikan dalam berbagai konteks, dengan mengintegrasikan dengan nilai dan karakter. Setelah memperoleh pengetahuan, tahap ini mendorong murid untuk memahami informasi yang diperolehnya. Dengan pendekatan aktif dan konstruktif, murid tidak hanya menerima pengetahuan secara pasif, sehingga membentuk fondasi pemahaman yang menjadi dasar untuk mengaplikasi pengetahuan dalam situasi kontekstual atau tahapan selanjutnya.

Karakteristik pengalaman belajar memahami:

- Menghubungkan pengetahuan baru dengan pengetahuan sebelumnya
- Menstimulasi proses berpikir murid
- Menghubungkan dengan konteks nyata dan/atau kehidupan sehari-hari
- Memberikan kebebasan eksploratif dan kolaboratif

- e. Menanamkan nilai-nilai moral dan etika dan nilai positif lainnya
- f. Mengaitkan pembelajaran dengan pembentukan karakter murid

2 Mengaplikasi

Mengaplikasi merupakan pengalaman belajar yang menunjukkan aktivitas murid mengaplikasikan pengetahuan secara kontekstual. Pengetahuan yang diperoleh murid pada tahapan memahami diaplikasikan sebagai proses perluasan pengetahuan. Tahapan ini memberikan kesempatan kepada murid untuk menerapkan pengetahuan baik secara individu maupun kolaboratif. Pendalaman pengetahuan ini dilakukan dalam bentuk pengalaman belajar pemecahan masalah, pengambilan keputusan, dan lain-lain. Pengaplikasian pengetahuan ini mengimplementasikan kebiasaan pikiran dalam mengaplikasi pengetahuan yang melibatkan penerapan pola pikir yang mendukung proses belajar, pemecahan masalah, dan pengambilan keputusan secara efektif. Murid melakukan praktik pemecahan masalah/isu yang kontekstual dan memberikan pengalaman nyata murid. Pendidik menghadirkan isu/masalah dalam konteks lokal/nasional/global atau di dalam dunia profesional. Pendekatan multidisiplin dan interdisiplin antar materi pelajaran berperan penting pada tahapan ini. Pada tahap ini, murid membangun solusi kreatif dan inovatif dalam pemecahan masalah konkret, yang hasilnya dapat berupa produk/kinerja murid. Keterlibatan murid ini dapat memberikan manfaat tidak hanya keterampilan akademik namun juga keterampilan hidup sehingga menumbuhkan kepedulian atas perannya sebagai bagian dari lingkungan sosial.



Pada tahap ini berikan kesempatan pada murid untuk menerapkan keterampilan atau pengetahuan tertentu dalam berbagai konteks. *Sebagai pendidik, kita sebaiknya tidak berasumsi bahwa jika murid sudah belajar suatu pengetahuan atau keterampilan, murid secara otomatis dengan sendirinya mengetahui kapan dan di mana menggunakannya. Penting untuk secara jelas pembelajaran memfasilitasi konteks di mana pengetahuan dan keterampilan tersebut dapat atau tidak dapat diterapkan oleh murid.*

Karakteristik pengalaman belajar mengaplikasi:

- a. Menghubungkan konsep baru dengan pengetahuan sebelumnya.
- b. Menerapkan pengetahuan ke dalam situasi nyata atau bidang lain.
- c. Mengembangkan pemahaman dengan eksplorasi lebih lanjut.
- d. Berpikir Kritis dan mencari solusi inovatif berdasarkan pengetahuan yang ada.

3 Merefleksi

Merefleksi merupakan proses saat murid mengevaluasi dan memaknai proses serta hasil dari tindakan atau praktik nyata yang telah mereka lakukan. Refleksi ini bertujuan untuk memahami sejauh mana tujuan pembelajaran tercapai, serta mengeksplorasi kekuatan, tantangan, dan area yang perlu diperbaiki. Tahap refleksi melibatkan regulasi diri sebagai kemampuan individu untuk mengelola proses belajarnya secara mandiri, meliputi perencanaan, pelaksanaan, pengawasan, dan evaluasi terhadap cara belajar mereka.

Regulasi diri memungkinkan murid untuk mengambil tanggung jawab atas pembelajaran mereka sendiri, meningkatkan motivasi intrinsik, dan mencapai tujuan belajar secara efektif. Dalam proses ini, murid menerima umpan balik yang spesifik dan relevan dari pendidik, teman sebaya, komunitas, atau pihak terkait untuk membantu mereka meningkatkan kompetensi. Refleksi dilakukan secara personal untuk pengembangan diri dan secara kontekstual untuk memahami kontribusi dan peran mereka dalam lingkungan sosial. Dengan refleksi yang efektif, murid tidak hanya menyadari keberhasilan dan kekurangannya, tetapi juga mampu merumuskan langkah-langkah konkret untuk perbaikan di masa depan, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan berkelanjutan.

Dalam pengalaman belajar merefleksi, murid tidak hanya diminta untuk mengulang atau mengingat kembali materi yang telah dipelajari, tetapi diarahkan untuk mengonstruksi kembali pemahamannya secara kritis, menghubungkannya dengan konteks yang lebih luas, serta mengidentifikasi implikasi atau kemungkinan penerapan dalam situasi berbeda. Proses ini melibatkan keterampilan metakognitif, seperti menyadari cara berpikir mereka sendiri, mengevaluasi strategi yang digunakan saat belajar, serta menilai keberhasilan atau hambatan dalam pencapaian tujuan belajar. Dengan demikian, refleksi berfungsi sebagai jembatan antara pengalaman belajar dan transfer pengetahuan, memungkinkan murid untuk menggeneralisasi prinsip-prinsip inti, memformulasikan pertanyaan baru, serta mengembangkan alternatif ide atau solusi yang dapat diterapkan di luar konteks awal pembelajaran.

Pendekatan ini memperkuat pembelajaran mendalam karena mendorong murid menjadi pelajar aktif, reflektif, dan adaptif. Hal inilah yang menjadi pembeda antara pengalaman belajar merefleksi dengan refleksi sebagai bagian dari proses pembelajaran.

Karakteristik pengalaman belajar merefleksi:

- a. Memotivasi diri sendiri untuk terus belajar bagaimana cara belajar.
- b. Refleksi terhadap pencapaian tujuan pembelajaran (evaluasi diri).
- c. Menerapkan strategi berpikir.
- d. Memiliki kemampuan metakognisi (meregulasi diri dalam pembelajaran).
- e. Meregulasi emosi dalam pembelajaran.

Pertanyaan pada tahap refleksi dapat mendorong murid untuk berpikir kritis terhadap dirinya dan proses belajarnya, sehingga murid dapat mengevaluasi kebermanfaatan dari ide yang telah diberikan, menganalisis keberhasilan/tantangan dari proyek/produknya yang sudah dihasilkan, merancang strategi yang akan dilakukan untuk lebih berperan atau mengembangkan diri selanjutnya.

Penerapan pembelajaran mendalam juga melibatkan empat komponen penting yang saling mendukung dan membentuk pengalaman belajar yang holistik bagi murid. Keempat komponen ini adalah praktik pedagogis, lingkungan pembelajaran, pemanfaatan teknologi digital, dan kemitraan pembelajaran.

1 Praktik Pedagogis

Praktik pedagogis merujuk pada strategi mengajar yang dipilih pendidik untuk mencapai tujuan belajar dalam mencapai dimensi profil lulusan. Untuk mewujudkan pembelajaran mendalam pendidik berfokus pada pengalaman belajar murid yang autentik, mengutamakan praktik nyata, mendorong keterampilan berpikir tingkat tinggi dan kolaborasi. Pembelajaran mendalam dapat dilaksanakan menggunakan berbagai praktik pedagogis dengan menerapkan tiga prinsip yaitu **berkesadaran, bermakna, menggembirakan**, contohnya: pembelajaran berbasis inkuiri, pembelajaran berbasis proyek, pembelajaran berbasis masalah, pembelajaran kolaboratif, pembelajaran stem (*science, technology, engineering, mathematic*), pembelajaran berdiferensiasi, diskusi, peta konsep, *advance organizer*, kerja kelompok, dan sebagainya.

2 Lingkungan Pembelajaran

Lingkungan pembelajaran menekankan integrasi antara ruang fisik, ruang virtual, dan budaya belajar untuk mendukung pembelajaran mendalam.

- a. Budaya belajar yang dikembangkan agar tercipta iklim belajar yang aman, nyaman, dan saling memuliakan untuk pembelajaran yang kondusif, interaktif, dan memotivasi murid bereksplorasi, berekspresi, dan kolaborasi.
- b. Optimalisasi ruang fisik sebagai proses interaksi langsung dalam menciptakan suasana belajar yang kondusif, meningkatkan kenyamanan, serta mendukung pembelajaran mendalam seperti ruang kelas, ruang konseling, laboratorium, lingkungan satuan pendidikan, perpustakaan, lingkungan/alam sekitar, ruang seni, ruang praktik keterampilan, ruang ibadah, aula/auditorium, museum, dan lainnya.
- c. Pemanfaatan ruang virtual untuk interaksi, transfer ilmu, penilaian pembelajaran tanpa keterbatasan ruang fisik, seperti desain pembelajaran daring, platform pembelajaran daring/hybrid, dan penilaian daring, dan lainnya.

Dengan integrasi ketiga aspek tersebut, proses pembelajaran tidak hanya mendukung perkembangan pengetahuan, tetapi juga membentuk murid yang adaptif dan menjadi pembelajaran mandiri. Misalnya dengan menerapkan Model *"Flipped Classroom"*, murid dapat mempelajari materi dasar di rumah (melalui video atau bacaan), kemudian menggunakan waktu di kelas untuk berdiskusi dan mengerjakan proyek.

3 Pemanfaatan Teknologi Digital

Pemanfaatan teknologi digital juga memegang peran penting sebagai katalisator untuk menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif, kolaboratif, dan kontekstual. Tersedianya beragam sumber belajar menjadi peluang menciptakan pengetahuan bermakna pada murid. Peran teknologi digital tidak terbatas hanya sebagai alat presentasi dan penyedia informasi namun teknologi digital dapat dimanfaatkan dalam perencanaan, pelaksanaan, dan asesmen pembelajaran. Murid mendapatkan pengalaman belajar yang lebih interaktif, fleksibel, dan kolaboratif.

Sebagai contoh, dalam perencanaan pembelajaran, teknologi digital dapat digunakan untuk merancang perencanaan pembelajaran, menyusun perencanaan pembelajaran berbasis proyek, mendesain bahan ajar visual dan infografis, serta membuat konten interaktif seperti kuis dan simulasi. Pada tahap pelaksanaan, teknologi digital memfasilitasi pemanfaatan website sebagai sumber belajar, perpustakaan digital, video edukasi, multimedia interaktif, simulasi, animasi, dan gamifikasi. Sementara itu, dalam asesmen pembelajaran, teknologi digital dapat dimanfaatkan untuk pembuatan tes formatif interaktif, serta pengelolaan portofolio digital. Dengan demikian, teknologi digital menjadi alat yang integral dalam mendukung proses pembelajaran yang lebih efektif dan inovatif.

4 Kemitraan pembelajaran

Kemitraan pembelajaran akan membentuk hubungan yang kolaboratif untuk memberikan pengalaman belajar, kebaruan informasi, umpan balik kepada murid melalui pengetahuan yang kontekstual dan nyata. Pendekatan ini memindahkan kontrol pembelajaran dari pendidik menjadi kolaborasi bersama. Pendidik membangun peran murid sebagai rekan belajar yang aktif mendesain dan mengarahkan strategi belajarnya. Pendidik dapat melibatkan keluarga, masyarakat, atau komunitas sebagai mitra yang memberikan dukungan pembelajaran dalam konteks autentik. Pendidik juga memfasilitasi koneksi dengan ahli atau mitra profesional untuk memberikan umpan balik dan meningkatkan relevansi pembelajaran.

Kemitraan pembelajaran dapat dibangun dalam berbagai lingkup, seperti lingkungan sekolah (melibatkan kepala sekolah, pengawas sekolah, pendidik, dan murid), lingkungan luar sekolah (melibatkan komite sekolah, mitra profesional, dunia usaha, industri, institusi pendidikan, dan media), dan masyarakat (melibatkan orang tua, komunitas, tokoh masyarakat, dan organisasi keagamaan atau budaya). Dengan melibatkan berbagai pihak, kemitraan ini tidak hanya memperkaya pengalaman belajar murid tetapi juga memperluas jaringan dan sumber daya yang mendukung terciptanya pembelajaran yang holistik dan berkelanjutan.

Integrasi (1) praktik pedagogis, (2) kemitraan pembelajaran, (3) lingkungan pembelajaran, dan (4) pemanfaatan teknologi mewujudkan pembelajaran mendalam yang efektif dan mendukung terwujudnya prinsip pembelajaran bermakna, berkesadaran, dan menggembirakan.

2. Penyusunan Alur Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaran dikembangkan dari capaian pembelajaran. Tujuan pembelajaran yang dikembangkan ini perlu dicapai murid hingga akhir fase. Tujuan pembelajaran mencakup kompetensi dan konten pada lingkup materi. Selanjutnya, pendidik menyusun tujuan-tujuan tersebut menjadi satu alur tujuan pembelajaran. Dalam merumuskan tujuan pembelajaran, hendaknya pendidik mempertimbangkan ketersediaan waktu dan kedalaman dari tujuan pembelajaran tersebut.

Pendidik memiliki tiga alternatif untuk merumuskan tujuan pembelajaran, yakni.

1. merumuskan tujuan pembelajaran secara langsung berdasarkan CP;
2. merumuskan tujuan pembelajaran dengan menganalisis 'kompetensi' dan 'konten' pada ruang lingkup materi pada CP;
3. merumuskan tujuan pembelajaran Lintas Elemen CP.

Tujuan-tujuan pembelajaran yang telah dirumuskan diurutkan sehingga menjadi alur tujuan pembelajaran yang dapat dicapai oleh murid hingga akhir fase, oleh karena itu dalam alur tujuan pembelajaran berisi tujuan-tujuan pembelajaran yang telah dirumuskan sebelumnya, bukan turunan atau rincian dari tujuan pembelajaran. Alur tujuan pembelajaran disusun dengan mengacu pada beberapa pertimbangan, a) pengurutan dari beberapa materi dari yang konkret ke abstrak, b) pengurutan deduktif, c) pengurutan dari mudah ke yang lebih sulit, d) pengurutan hierarki, e) pengurutan prosedural, atau f) *scaffolding*. Dalam panduan mata pelajaran Biologi ini, strategi yang digunakan dalam menyusun alur tujuan pembelajaran mempertimbangkan pengurutan dari materi yang konkret ke abstrak, pengurutan dari mudah ke yang lebih sulit, dan *scaffolding*.

Contoh perumusan tujuan pembelajaran dalam panduan ini dilakukan secara langsung dari Capaian Pembelajaran. Meskipun kompetensi keterampilan prosesnya tidak dicantumkan secara eksplisit dalam tujuan pembelajaran, namun di dalam proses pembelajarannya perlu mengintegrasikan elemen pemahaman dan elemen keterampilan proses. Selanjutnya, tujuan pembelajaran disusun menjadi alur tujuan pembelajaran. Di dalam alur tujuan pembelajaran berisi tujuan-tujuan pembelajaran yang telah dibuat, yang kemudian diurutkan sesuai dengan pertimbangan-pertimbangan yang disebutkan di atas.

Berikut adalah contoh inspirasi penyusunan TP dan ATP dari CP mata pelajaran Biologi dapat dilihat pada tabel berikut.

Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran	Alur Tujuan Pembelajaran
Pada akhir Fase F, murid memiliki kemampuan sebagai berikut. Pemahaman Proses Mengaitkan hubungan antara struktur dan fungsi organel di dalam sel, menerapkan prinsip-prinsip bioproses yang terjadi di dalam sel; menganalisis keterkaitan antar sistem organ dalam tubuh untuk merespons stimulus internal dan eksternal; menerapkan prinsip pewarisan sifat; mengaitkan mekanisme evolusi dengan proses terjadi keanekaragaman dan kelangsungan hidup organisme, menerapkan prinsip pertumbuhan dan perkembangan; serta menganalisis proses bioteknologi modern Ketrampilan Proses Menerapkan keterampilan proses yang mencakup: Mengamati Mengamati fenomena ilmiah dalam kehidupan sehari-hari maupun di laboratorium dan mencatat hasil pengamatannya dengan memperhatikan detail dari objek yang diamati untuk memunculkan pertanyaan yang akan diselidiki.	- Mengaitkan hubungan antara struktur dan fungsi organel di dalam sel - Menerapkan prinsip-prinsip tahapan pembelahan sel sebagai dasar pertumbuhan makhluk hidup - Menerapkan prinsip-prinsip proses transpor pada membran sel dalam kehidupan sehari-hari - Menerapkan karakteristik enzim dalam meningkatkan aktivitas reaksi metabolisme - Menerapkan proses metabolisme sel sebagai reaksi enzimatik yang saling berkaitan dengan proses fisiologis - Menganalisis keterkaitan struktur dan fungsi organ pada sistem organ serta kaitannya dengan sistem organ lainnya dalam merespon suatu stimulus	Kelas XI - Mengaitkan hubungan antara struktur dan fungsi organel di dalam sel - Menerapkan prinsip-prinsip tahapan pembelahan sel sebagai dasar pertumbuhan makhluk hidup - Menerapkan prinsip-prinsip proses transpor pada membran sel dalam kehidupan sehari-hari - Menerapkan karakteristik enzim dalam meningkatkan aktivitas reaksi metabolisme - Menerapkan proses metabolisme sel sebagai reaksi enzimatik yang saling berkaitan dengan proses fisiologis - Menganalisis keterkaitan struktur dan fungsi organ pada sistem organ serta kaitannya dengan sistem organ lainnya dalam merespon suatu stimulus - Menerapkan prinsip-prinsip proses sintesis protein dan karakter yang diekspresikan

Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran	Alur Tujuan Pembelajaran
Mempertanyakan dan Memprediksi - Merumuskan pertanyaan ilmiah tentang hubungan antar variabel dan hipotesis yang dapat diselidiki secara ilmiah. Merencanakan dan Melakukan Penyelidikan - Merencanakan dan memilih metode yang sesuai serta mengendalikan variabel berdasarkan referensi untuk mengumpulkan data yang dapat dipercaya; memilih dan menggunakan alat dan bahan, termasuk penggunaan teknologi digital yang sesuai untuk mengumpulkan serta mencatat data secara sistematis dan akurat. Memproses, Menganalisis Data dan Informasi - Menafsirkan informasi yang diperoleh dengan jujur dan bertanggung jawab; menggunakan berbagai metode untuk menganalisis pola dan kecenderungan pada data; mendeskripsikan hubungan antar variabel serta mengidentifikasi inkonsistensi yang terjadi; menggunakan data dan rujukan untuk menarik kesimpulan yang konsisten dengan hasil penyelidikan	- Menerapkan prinsip-prinsip proses sintesis protein dan karakter yang diekspresikan - Menerapkan hukum mendel dalam persilangan makhluk hidup - Menerapkan pola-pola hereditas untuk menghindari kelainan genetis pada keturunan - Mengaitkan mekanisme evolusi dengan proses terjadinya keanekaragaman dan kelangsungan hidup organisme - Mengaitkan dampak perubahan iklim terhadap proses evolusi dan penyebaran makhluk hidup - Menerapkan prinsip pertumbuhan dan perkembangan gangguan pertumbuhan makhluk hidup - Menganalisis proses bioteknologi modern	Kelas XII - Menerapkan hukum mendel dalam persilangan makhluk hidup - Menerapkan pola-pola hereditas untuk menghindari kelainan genetis pada keturunan - Mengaitkan mekanisme evolusi dengan proses terjadinya keanekaragaman dan kelangsungan hidup organisme - Mengaitkan dampak perubahan iklim terhadap proses evolusi dan penyebaran makhluk hidup - Menerapkan prinsip pertumbuhan dan perkembangan gangguan pertumbuhan makhluk hidup - Menganalisis proses bioteknologi modern

Mengevaluasi dan Refleksi

- Mengidentifikasi sumber ketidakpastian dan kemungkinan penjelasan alternatif dalam rangka mengevaluasi kesimpulan serta menjelaskan cara spesifik untuk meningkatkan kualitas data; menganalisis validitas informasi dari sumber primer dan sekunder dan mengevaluasi pendekatan yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dalam penyelidikan.

Mengomunikasikan Hasil

- Mengomunikasikan hasil penyelidikan secara sistematis dan utuh ditunjang dengan argumen ilmiah dan terbuka terhadap pendapat yang lebih relevan.

3. Penerapan Perencanaan Pembelajaran Mendalam

Dalam menyusun perencanaan pembelajaran, pendidik diharapkan merancang pembelajaran secara mendalam seperti pada gambar berikut.



Gambar 3. Perencanaan Pembelajaran dengan Pembelajaran Mendalam

4. Contoh Perencanaan Pembelajaran Mendalam

Berikut adalah contoh perencanaan pembelajaran mendalam:

Fase F Kelas XI

“Diabetes Melitus: Si Pembunuh Senyap yang Perlu Diwaspadai”

Mata Pelajaran : BIOLOGI

Materi : Sistem Organ Pada Manusia

Jumlah Pertemuan : 3 Pertemuan (@5 JP x 45 menit)

IDENTIFIKASI

Dimensi Profil Lulusan :

1. Penalaran kritis
2. Kolaborasi
3. Kreativitas
4. Komunikasi

DESAIN PEMBELAJARAN

Tujuan Pembelajaran :

Murid mampu menganalisis keterkaitan struktur dan fungsi organ pada sistem organ dan kaitan antara sistem organ satu dengan lainnya dalam merespon suatu stimulus.

(**Catatan** : Pada TP ini stimulus yang dimaksud adalah **penyakit diabetes melitus** dan sistem organ yang berkaitan dengan penyakit tersebut diantaranya **sistem peredaran darah, ekskresi dan koordinasi**. Namun sebelum memulai pembelajaran ini, murid diharapkan sudah mendapatkan serta memahami materi **sistem pencernaan**)

Praktis Pedagogis :

Diskusi kelompok, Pembelajaran berbasis masalah dan Presentasi (*gallery walk*)

Kemitraan Pembelajaran :

Masyarakat dan tenaga kesehatan di lingkungan sekitar.

Lingkungan Pembelajaran :

Budaya belajar yang akan dikembangkan adalah meningkatnya rasa ingin tahu, mampu bernalar kritis, berpartisipasi aktif, kreatif dan berkomunikasi pada murid didalam ruang kelas dan dilingkungan sekitar.

Pemanfaatan Digital :

1. Aplikasi kuis interaktif untuk asesmen awal.
2. Mencari informasi di internet seputar materi.

3. Aplikasi pembuat video singkat dan aplikasi media sosial.
4. Form digital untuk mengisi jurnal evaluasi diri.

Catatan : Langkah pembelajaran di bawah ini di tujuan untuk 3 kali pertemuan, namun dalam pelaksanaannya disesuaikan dengan kondisi murid di kelas.

LANGKAH – LANGKAH PEMBELAJARAN



Tahapan : MEMAHAMI (Berkesadaran, Bermakna Dan Menggembirakan)

1. Murid mengerjakan asesmen formatif awal dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan yang terkait materi sel, jaringan dan organ pada **sistem organ peredaran darah, sistem ekskresi dan sistem koordinasi** melalui pertanyaan berbentuk pilihan ganda.
Contoh soal : <https://s.id/tXoUx>
2. Murid membentuk kelompok diskusi secara heterogen berdasarkan hasil asesmen awal murid. Setiap kelompok terdiri dari beragam kemampuan dari yang sangat memahami materi dasar hingga yang belum memahami.
3. Murid bermain **Make A Match** yaitu mencocokkan kartu-kartu bergambar organ dengan sistem organ (**sistem peredaran darah, ekskresi dan koordinasi**) serta mengidentifikasi fungsi organ tersebut pada masing-masing sistem organ



Contoh Kartu Bergambar Organ

Sumber : <https://s.id/CKIFT>

-
4. Murid berdiskusi di dalam kelompok untuk menganalisis proses yang terjadi pada masing-masing sistem organ. Kegiatan ini dapat dibantu dengan Lembar Kerja. Contoh Lembar Kerja terlampir pada (*Lampiran 1*).
 5. Murid mengkomunikasikan hasil pekerjaannya mengerjakan Lembar Kerja dan Guru memastikan pekerjaan murid sudah benar dan sesuai dengan materi **sistem peredaran darah, ekskresi dan koordinasi**.
 6. Setelah murid mereviu dan memahami tentang materi **sistem peredaran darah, ekskresi dan koordinasi** guru mengajak murid mencermati sebuah fenomena yang sedang berkembang di Indonesia yaitu "**Indonesia Ranking ke-5 Diabetes Dunia, Apa Penyebabnya? | Hidup Sehat tvOne**" <https://s.id/mzasz> murid diminta menganggapi sebuah fenomena tersebut.
 7. Selanjutnya murid diberikan sebuah permasalahan yang masih berkaitan dengan fenomena diatas berupa sebuah kasus tentang **penyakit diabetes melitus** yang dijelaskan dalam video singkat. Contoh video singkat tentang kasus **penyakit diabetes melitus** bisa mengakses halaman :
 - a. <https://s.id/e1EAn> (Cerita diabetes pada anak)
 - b. <https://s.id/3jsy1> (Cerita diabetes di usia muda)
 8. Berdasarkan permasalahan diatas murid secara berkelompok diarahkan mencari informasi di internet dan sumber yang disediakan oleh guru tentang keterkaitan **penyakit diabetes melitus** dengan sistem organ yaitu **peredaran darah, ekskresi, sistem koordinasi dengan menjawab pertanyaan dibawah ini**.
 9. Jelaskan sistem organ manakah yang berperan dalam menyebabkan penyakit diabetes melitus pada seseorang? (Jawaban dapat lebih dari 1 sistem organ).
 10. Jelaskan bagaimana peranan hormon insulin dalam sistem koordinasi sehingga dapat mempengaruhi seseorang menderita diabetes melitus atau tidak?
 11. Jelaskan bagaimana dampak bagi sistem ekskresi khususnya ginjal pada penderita diabetes melitus?
 12. Jelaskan hubungan antara diabetes melitus dengan meningkatnya risiko penyakit jantung dan stroke pada sistem peredaran darah?
 13. Jelaskan hubungan antara diabetes melitus dengan meningkatnya risiko neuro diabeatik pada sistem koordinasi/syaraf?
 14. Selanjutnya murid diberikan sebuah permasalahan yang masih berkaitan dengan fenomena diatas berupa sebuah kasus tentang **penyakit diabetes melitus** yang dijelaskan dalam video singkat. Contoh video singkat tentang kasus **penyakit diabetes melitus** bisa mengakses halaman :

- a. <https://s.id/eIEAn> (Cerita diabetes pada anak)
- b. <https://s.id/3jsy1> (Cerita diabetes di usia muda)

15. Berdasarkan permasalahan diatas murid secara berkelompok diarahkan mencari informasi di internet dan sumber yang disediakan oleh guru tentang keterkaitan **penyakit diabetes melitus** dengan sistem organ yaitu **peredaran darah, ekskresi, sistem koordinasi dengan menjawab pertanyaan dibawah ini.**
 - a. Jelaskan sistem organ manakah yang berperan dalam menyebabkan penyakit diabetes melitus pada seseorang? (Jawaban dapat lebih dari 1 sistem organ).
 - b. Jelaskan bagaimana peranan hormon insulin dalam sistem koordinasi sehingga dapat mempengaruhi seseorang menderita diabetes melitus atau tidak?
 - c. Jelaskan bagaimana dampak bagi sistem ekskresi khususnya ginjal pada penderita diabetes melitus?
 - d. Jelaskan hubungan antara diabetes melitus dengan meningkatnya risiko penyakit jantung dan stroke pada sistem peredaran darah?
 - e. Jelaskan hubungan antara diabetes melitus dengan meningkatnya risiko neuro diabeatik pada sistem koordinasi/syaraf?
16. Berdasarkan hasil kegiatan diskusi murid diatas selanjutnya murid secara berkelompok diarahkan mengaitkan **penyakit diabetes melitus** dengan sistem organ yaitu **peredaran darah, ekskresi, sistem koordinasi** dalam sebuah *mind map*. Contoh *mind map* terlampir pada (*Lampiran 2*)..
17. Murid memajang poster *mind map* pada dinding kelas dan melakukan *gallery walk* dan memberikan umpan balik.
18. Murid melakukan refleksi terkait proses pembelajaran yang telah dilakukan dalam pembelajaran hari ini.
 - a. Apa yang kalian dapat dari pembelajaran hari ini ?
 - b. Pemahaman apa yang paling berkesan dari pembelajaran hari ini ?



Tahapan : MENGAPLIKASI (Berkesadaran, Bermakna Dan Menggembirakan)

19. Setelah murid memahami tentang keterkaitan penyakit diabetes melitus dengan materi sistem peredaran darah, ekskresi dan koordinasi selanjutnya murid diminta untuk memperluas pemahamannya tentang penyakit diabetes melitus. Murid diarahkan melakukan observasi dan wawancara secara berkelompok kepada pasien diabetes atau masyarakat yang menderita atau tenaga kesehatan yang ada dilingkungan sekitar (sekolah / tempat tinggal / keluarga) untuk mencari tahu seputar penyakit diabetes melitus penyebab, dampak dan pencegahannya.

20. Namun sebelum melakukan observasi di lingkungan sekitar, Guru membimbing murid membuat pedoman wawancara (Lampiran 3).
21. Pada saat melakukan observasi, murid mencatat seluruh hasil wawancara dengan rapih.
22. Setelah melakukan observasi, murid berdiskusi melihat kembali hasil jawabannya dan mind mapnya yang sudah diselesaikan pada langkah 8. Murid dapat merubah dan menambahkan hasil jawabannya dan mind mapnya tentang keterkaitan hubungan antara sistem peredaran darah, ekskresi dan koordinasi pada kasus penyakit diabetes melitus.
23. Berdasarkan hasil observasi, murid berdiskusi di dalam kelompok untuk menemukan solusi pencegahan penyakit diabetes melitus dan mengidentifikasi perilaku hidup sehat yang harus dilakukan berdasarkan hasil analisis keterkaitan hubungan antara sistem peredaran darah, ekskresi dan koordinasi pada kasus penyakit diabetes melitus dituangkan dalam bentuk video singkat berdurasi (1 – 2 menit). Contoh dapat dilihat pada (Lampiran 4).
24. Murid menunjukkan hasil video singkat nya lalu kelompok lain memberikan umpan balik. Setelah diberikan umpan balik dan dirasa sudah baik maka video tersebut di share melalui sosial media.



Tahapan : MEREFLEKSI (*Berkesadaran dan Bermakna*)

25. Satu atau dua kelompok melakukan presentasi dan guru memberikan penguatan terkait hubungan antara **sistem organ peredaran darah, ekskresi dan koordinasi** dalam kasus **penyakit diabetes melitus**.
26. Murid melakukan refleksi terkait proses pembelajaran yang telah dilakukan dalam topik ini. Guru dapat bertanya langsung ataupun tes tertulis. Murid merefleksikan pembelajaran dengan menjawab pertanyaan berikut :
- a. Apa keterkaitan antara sistem peredaran darah, ekskresi, dan koordinasi yang kamu temukan dalam kasus diabetes melitus? Jelaskan dengan contoh nyata.
 - b. Bagaimana pemahamanmu tentang mekanisme gangguan sistem organ dapat membantumu memahami penyakit lain yang bersifat sistemik (misalnya hipertensi, gagal ginjal)?
 - c. Bagaimana kamu dapat menggunakan pemahaman ini untuk membantu diri sendiri atau orang lain dalam menjaga kesehatan sistem tubuh secara holistik?
 - d. Setelah memahami materi ini, perubahan perilaku apa yang ingin kamu terapkan dalam kehidupan sehari-hari? Berikan rencana konkret (misalnya: perubahan pola makan, olahraga, atau istirahat).

- e. Jika kamu diminta merancang kampanye kesehatan di sekolah terkait pencegahan diabetes, informasi penting apa yang akan kamu sampaikan dan bagaimana strategi kampanyenya?
- f. Kesimpulan apa yang bisa kamu tarik dari seluruh pembelajaran ini, dan bagaimana hal itu berdampak terhadap cara pandangmu terhadap kesehatan?

Rencana Asesmen

Asesmen Formatif Awal

Tes soal (pilihan ganda) terkait materi prasyarat dan materi yang akan dipelajari.

Asesmen Formatif Proses

1. Lembar Kerja Murid **sistem organ peredaran darah, ekskresi dan koordinasi.**
2. Poster *mind map* keterkaitan **penyakit diabetes melitus** dengan sistem organ yaitu **peredaran darah, ekskresi, sistem koordinasi**

Asesmen Sumatif

Video singkat solusi pencegahan **penyakit diabetes melitus** dan mengidentifikasi perilaku hidup sehat yang harus dilakukan dalam pencegahan **penyakit diabetes melitus.**

Asesmen Formatif Awal

Tes soal (pilihan ganda) terkait materi prasyarat dan materi yang akan dipelajari.

Contoh soal :

3 Multiple choice 2 menit · 5 Poin

Sistem peredaran darah yang mengalirkan darah dari jantung ke seluruh tubuh disebut dengan....

- ☒ Peredaran darah besar
- ☐ Peredaran darah tertutup
- ☐ Peredaran terbuka
- ☐ Peredaran darah kecil

1 Multiple choice 30 detik · 1 Titik

Sistem ekskresi terdiri dari beberapa organ yaitu ginjal, kulit, paru-paru dan hati. Pada gambar berikut merupakan organ ginjal. Ginjal termasuk salah satu organ sistem ekskresi yang penting bagi tubuh. Peran ginjal sebagai organ sistem ekskresi adalah



- ☒ menyaring sisa metabolisme dalam darah
- ☐ mengeluarkan karbondioksida dalam tubuh
- ☐ mengeluarkan keringat dalam tubuh
- ☐ merombak protein dalam tubuh

2 Multiple choice 1 min · 1 Titik

Berdasarkan gambar tersebut urutan peredaran darah besar yang tepat adalah



- ☒ Bilik kiri-arteri-tubuh-vena-serambi kanan
- ☐ Bilik kanan-arteri pulmonalis-paru-paru-vena pulmonalis-serambi kiri
- ☐ Bilik kanan - arteri-tubuh - vena-serambi kanan
- ☐ Bilik kiri- arteri pulmonalis-paru-paru-vena pulmonalis-serambi kiri

4 Multiple choice 1 min - 5 Poin

Fungsinya organ diatas adalah ...



- ☒ Memompa darah ke seluruh tubuh
- ☐ Menghasilkan eritrosit
- ☐ Menyaring sisa metabolisme dari darah
- ☐ Menyerap O2 dari atmosfer

5 Multiple choice 30 detik - 1 Titik

Suatu kondisi kekurangan hormon insulin mengakibatkan seseorang menderita penyakit

- ☐ diabetes isipidus
- ☐ batu saluran empedu
- ☐ pancreatitis
- ☒ diabetes mellitus

6 Multiple choice 30 detik - 1 Titik

Penyakit ini umumnya diderita oleh orang yang mengalami kecelakaan dan terjadi gangguan pada bagian otak. ketidakmampuan seseorang mengenali kejadian-kejadian dalam suatu periode di mas lampau disebabkan guncangan batin atau cidera otak sehingga lupa akan identitas dirinya atau orang lain atau kejadian-kejadian yang mula-mula dikenalnya dengan baik adalah ...

- ☐ Alzheimer
- ☐ Meningitis
- ☒ Amnesia
- ☐ Insomnia

7 Multiple choice 5 menit - 1 Titik

Jika seseorang mengalami kecelakaan kemudian mengalami gangguan penglihatan maka kemungkinan bagian otak yang rusak adalah nomor...



- ☐ 1
- ☐ 2
- ☒ 3
- ☐ 4

8 Multiple choice 45 detik - 5 Poin

Perhatikan pernyataan berikut:
 1) Menyaring sisa metabolisme dari darah
 2) Mengeluarkan zat sisa metabolisme
 3) Menghasilkan leukosit dan eritrosit
 4) Memompa darah ke seluruh jaringan tubuh
 Pernyataan berikut yang merupakan fungsi jantung adalah ...

- ☐ 2 dan 4
- ☐ 1 dan 3
- ☐ 4
- ☒ Semua jawaban benar

9 Multiple choice 30 detik - 1 Titik

Berikut adalah organ penyusun sistem peredaran darah manusia, kecuali....

- ☐ Paru-paru
- ☐ Pembuluh arteri
- ☐ Pembuluh vena
- ☐ Jantung
- ☒ Hati

10 Multiple choice 30 detik - 1 Titik

Berturut-turut mulai nomor 1 pada gambar disamping adalah ...



- ☒ Korteks - medula - pelvis
- ☐ Pelvis - medula - korteks
- ☐ Medula - korteks - pelvis
- ☐ Korteks - pelvis - medula

Rencana Tindak Lanjut:

Jika benar 9 – 10 soal : Sangat Memahami Materi Prasyarat

Jika benar 6 – 8 soal : Memahami Materi Prasyarat

Jika benar 1 – 6 soal : Kurang Memahami

Hasil asesmen awal ini digunakan untuk melihat apakah murid memahami materi prasyarat (materi fase D). Informasi ini dapat digunakan oleh guru untuk membagi murid dalam kelompok yang heterogen, sehingga murid yang memiliki pemahaman lebih baik dapat membantu murid lainnya. Selain itu, guru dapat melakukan strategi dengan memberikan kelas tambahan atau penugasan membaca materi bagi peserta yang belum menguasai materi prasyarat.

Asesmen Formatif Proses

Rubrik Penilaian LKPD Sistem Ekskresi, Sistem Peredaran Darah dan Sistem Koordinasi.

No	Kriteria	Keterangan	Skor
1	Penyelesain LKPD	100% terjawab	4
		75%–99% terjawab	3
		50%–74% terjawab	2
		kurang dari 50% terjawab	1
2	Kebenaran Jawaban	100% benar	16
		75%–99% benar	12
		50%–74% benar	8
		kurang dari 50% benar	4

Nilai: $\frac{\text{Total skor}}{20} \times 100$

20

Rencana Tindak Lanjut:

1. Jika sudah mencapai nilai 75 maka murid tersebut dianggap sudah menguasai materi
2. Jika belum mencapai nilai 75 maka murid tersebut akan diberikan kesempatan memperbaiki tugas-tugasnya dengan pendampingan guru.

Rubrik Penilaian LKPD Pembelajaran Berbasis Masalah.

No	Kriteria	Keterangan	Skor
1	Penyelesain LKPD	100% terjawab	4
		75%–99% terjawab	3
		50%–74% terjawab	2
		kurang dari 50% terjawab	1

2	Kebenaran Jawaban	100% benar	16
		75%–99% benar	12
		50%–74% benar	8
		kurang dari 50% benar	4

Nilai: $\frac{\text{Total skor}}{20} \times 100$

20

Rencana Tindak Lanjut:

1. Jika sudah mencapai nilai 75 maka murid tersebut dianggap sudah menguasai materi
2. Jika belum mencapai nilai 75 maka murid tersebut akan diberikan kesempatan memperbaiki tugas-tugasnya dengan pendampingan guru.

Rubrik Penilaian Media Poster Mind Mapping.

No	Kriteria	Skor
1	Kata kunci:	
	1. penggunaan kata kunci yg efektif	16 jika muncul 4 kriteria
	2. memuat konsep yang benar	12 jika muncul 3 kriteria
	3. kata kunci disusun dengan baik dan jelas	8 jika muncul 2 kriteria
	4. memuat hubungan antar kata kunci dengan benar	4 jika muncul 1 kriteria
2	Penyajian	4 jika muncul 4 kriteria
	1. mudah dipahami	3 jika muncul 3 kriteria
	2. tulisan/suara jelas	2 jika muncul 2 kriteria
	3. menarik/berwarna	1 jika muncul 1 kriteria
	4. menampilkan gambar	

Nilai: $\frac{\text{Total skor}}{20} \times 100$

20

Rencana Tindak Lanjut:

1. Jika sudah mencapai nilai 75 maka murid tersebut dianggap sudah menguasai materi
2. Jika belum mencapai nilai 75 maka murid tersebut akan diberikan kesempatan memperbaiki tugas-tugasnya dengan pendampingan guru.

Asesmen Sumatif

Rubrik Penilaian Media Video Singkat durasi 1 – 2 menit.

No	Kriteria	Skor
1	Konten:	
	1. analisis antar sistem organ benar	16 jika muncul 4 kriteria
	2. memuat konsep yang benar	12 jika muncul 3 kriteria
	3. memuat gambar yang sesuai dan benar	8 jika muncul 2 kriteria
	4. memuat perilaku hidup sehat untuk mencegah diabetes melitus	4 jika muncul 1 kriteria
2	Penyajian	4 jika muncul 4 kriteria
	1. mudah dipahami	3 jika muncul 3 kriteria
	2. tulisan/suara jelas	2 jika muncul 2 kriteria
	3. menarik/berwarna	1 jika muncul 1 kriteria
	4. menampilkan gambar	

Nilai: $\frac{\text{Total skor}}{20} \times 100$

20

Rencana Tindak Lanjut:

1. Jika sudah mencapai nilai 75 maka murid tersebut dianggap sudah menguasai materi
2. Jika belum mencapai nilai 75 maka murid tersebut akan diberikan kesempatan memperbaiki tugas-tugasnya dengan pendampingan guru.

Media Pembelajaran

Lampiran 1. Contoh Lembar Kerja

Lembar Kerja

Konsep : Sistem Organ tubuh manusia

Sub konsep :

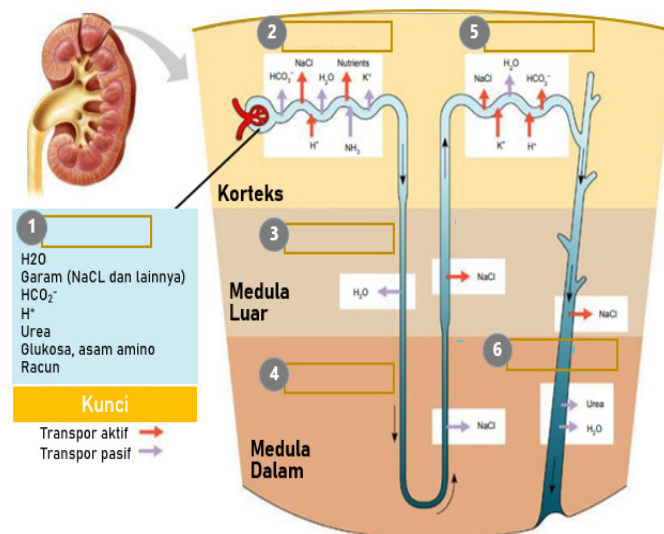
1. Sistem ekskresi
2. Sistem peredaran darah
3. Sistem koordinasi

A. Tujuan

Memahami struktur dan fungsi organ pada sistem organ dan kaitan antara sistem organ satu dengan lainnya dalam merespon suatu stimulus.

1. Sub Konsep : Sistem Ekskresi

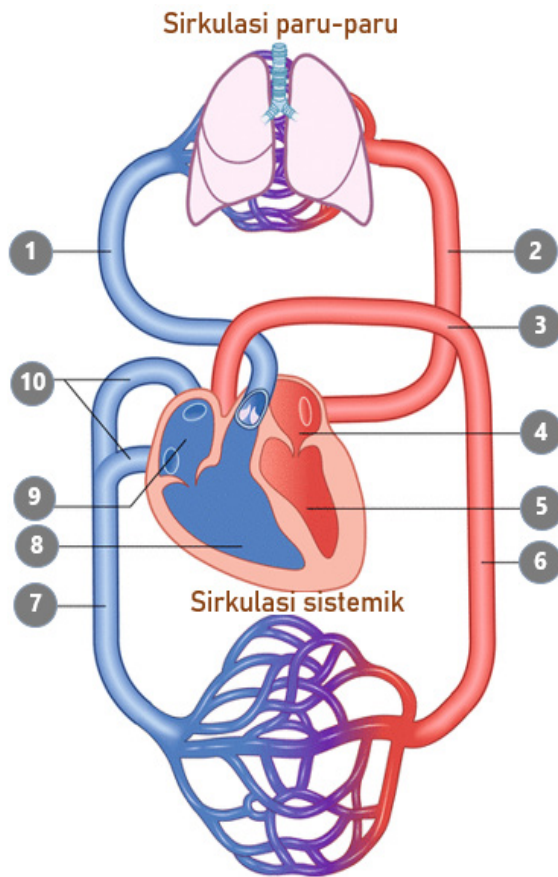
1. Lengkapi bagian-bagian yang bernomor!



Sumber : <https://s.id/WwgYb>

Proses pembentukan urine

2. Sub Konsep : Sistem Sirkulasi



Sebutkan nama-nama bagian pada sistem sirkulasi.

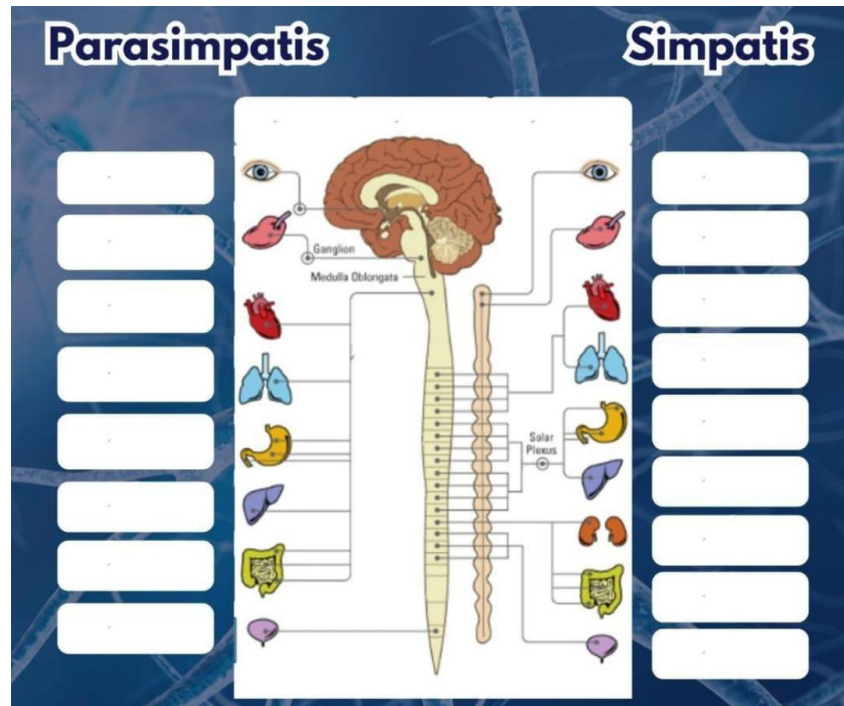
1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____

Sumber : <https://s.id/5FSy7>

Proses sirkulasi (sistem peredaran darah besar (sistemik) dan kecil (paru-paru))

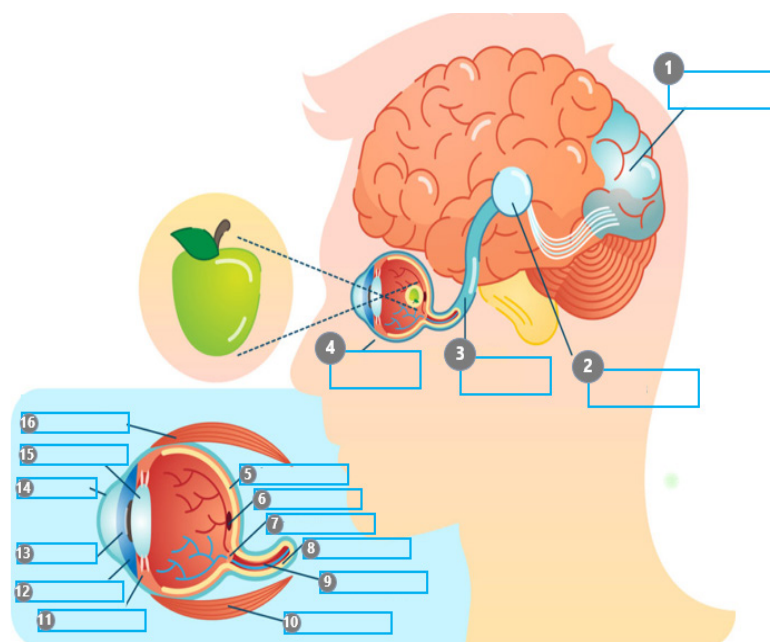
3. Sub Konsep : Sistem Koordinasi – Sistem Saraf dan Indera Penglihatan

Lengkapi perbedaan sistem saraf parasimpatis dan simpatik



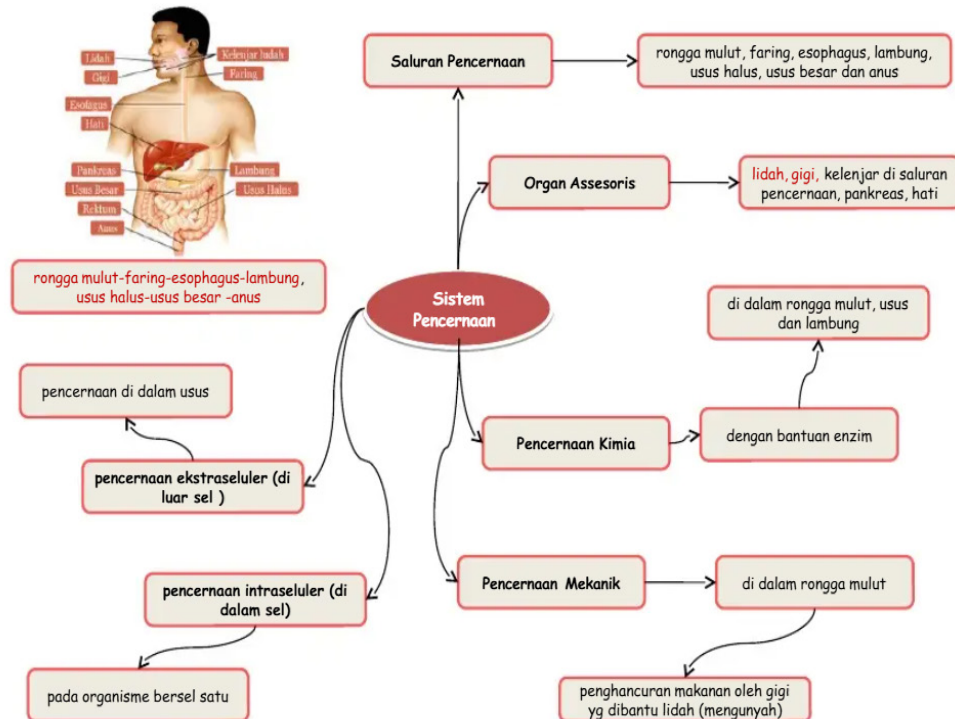
Sumber : <https://s.id/HUtkZ>

Lengkapi nama-nama bagian yang bernomor!



Sumber : <https://s.id/j76tc>

Lampiran 2. Contoh Mind mapping Sistem Pencernaan



Sumber : <https://s.id/tygrl>

Bagaimana menyusun Mind mapping ? Perhatikan petunjuk berikut:



Sumber : <https://s.id/xxR1P>

Lampiran 3. Contoh Panduan Wawancara Kepada Pasien Diabetes

Catatan : Pedoman wawancara dibawah ini ditujukan kepada penderita diabetes melitus, namun jika anda mengalami kesulitan bertemu penderita diabetes melitus. Anda dapat mencari informasi kepada masyarakat yang memiliki pengetahuan tentang penyakit ini seperti tenaga kesehatan (Dokter atau Perawat).

1 Identitas Responden

Nama	:	Jenis Kelamin	:
Usia	:	Pekerjaan	:

2 Penyebab Diabetes Melitus

-
1. Sejak kapan Anda didiagnosis menderita diabetes melitus?
 2. Apakah Anda mengetahui apa penyebab Anda terkena diabetes?
 3. Apakah Anda memiliki riwayat keluarga dengan diabetes?
 4. Bagaimana pola makan Anda sebelum didiagnosis diabetes?
 5. Apakah Anda rutin berolahraga sebelum terkena diabetes?
 6. Apakah Anda pernah mengalami stres berat sebelum terdiagnosis?

3 Dampak Diabetes Melitus

-
7. Apa dampak fisik yang Anda rasakan setelah terkena diabetes?
 8. Apakah diabetes mempengaruhi aktivitas harian Anda?
 9. Apakah Anda mengalami dampak psikologis (seperti stres, kecemasan)?
 10. Apakah diabetes berdampak terhadap pekerjaan atau kehidupan sosial Anda?
 11. Adakah komplikasi yang Anda alami akibat diabetes?

4 Pencegahan Diabetes Melitus

-
12. Menurut Anda, apa saja hal yang bisa dilakukan untuk mencegah diabetes?
 13. Apakah ada perubahan gaya hidup yang Anda sadari penting untuk mencegah penyakit ini?
 14. Apa pesan Anda kepada orang lain agar tidak terkena diabetes?

5 Cara Mengatasi atau Mengelola Diabetes

15. Bagaimana cara Anda mengelola diabetes sehari-hari?
16. Apakah Anda mengonsumsi obat secara rutin? Jika ya, obat apa?
17. Apakah Anda mengikuti program diet khusus? Jika ya, seperti apa?
18. Seberapa penting olahraga dalam pengelolaan diabetes menurut Anda?
19. Apakah Anda rutin memeriksakan kadar gula darah? Seberapa sering?
20. Apakah Anda mengikuti edukasi atau konseling terkait diabetes?

Lampiran 4. Contoh Video Pendek



Sumber : <https://s.id/vyRnb>

Fase F Kelas XII

Rekayasa Genetik pada Makhluk Hidup, Ya atau Tidak?

Waktu: 5–6 pertemuan

Penyusun: ANISA

SMA NEGERI 2 PURWAKARTA

A. Pembelajaran

Identifikasi	Dimensi Profil Lulusan	Penalaran kritis Komunikasi
Desain Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran	Menganalisis proses bioteknologi modern
	Praktik Pedagogis	Pembelajaran Argumentatif
	Kemitraan Pembelajaran	Kemitraan dengan Pengajar Informatika untuk melatih <i>Coding</i> penggunaan AI, khususnya penggunaan ChatGPT untuk membantu murid dalam membangun argumentasi mengenai bioetika produk rekayasa genetika.
	Lingkungan Pembelajaran	Murid akan berdiskusi kritis di kelas tentang <i>Genetic Modified Organism</i> (GMO) melalui debat, analisis studi kasus, dan diskusi kritis dengan aman nyaman memuliakan satu sama lain. Kegiatan belajar dapat berlangsung di ruang virtual maupun non virtual. Pengajar akan mendorong kebebasan berpendapat agar murid dapat menyusun argumen berbasis data dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis.
	Pemanfaatan Digital	Penggunaan kecerdasan buatan (ChatGPT, Gemini, atau lainnya) untuk melatih berdiskusi argumentatif di kegiatan <i>self-argumentation</i> , <i>Google search engine</i> untuk mencari artikel pendukung, <i>Google form</i> untuk refleksi dan <i>Googledrive</i> untuk menyimpan <i>file</i> hasil pencarian.

LANGKAH PEMBELAJARAN

1 PERTEMUAN I



MEMAHAMI (Berkesadaran dan bermakna)

1. Sebelum memulai pertemuan pertama, Pengajar mempersiapkan dua hal:
 - a. Murid telah memiliki rangkuman materi mengenai Materi genetika (DNA, RNA, kromosom dan sintesis protein) yang telah dibahas pada pembelajaran sebelumnya;
 - b. Pengajar Biologi berdiskusi dengan Pengajar Informatika untuk membahas kemampuan murid dalam membuat *prompt* di AI. Jika kemampuan murid masih perlu penguatan, maka Pengajar Biologi bersama-sama Pengajar informatika merancang secara sinergis, melatih murid agar kemampuan membuat *prompt* memadai.
2. Kegiatan awal: Pembelajaran dimulai dengan Pengajar menyapa dan memeriksa kehadiran murid, lalu memberikan tes awal berupa soal pilihan ganda mengenai DNA, RNA, kromosom, dan sintesis protein.
3. Pengajar menyampaikan tujuan pembelajaran di pertemuan ke-1 yaitu menganalisis proses bioteknologi modern serta penerapannya di berbagai bidang kehidupan.
4. Pengajar mempersilahkan murid untuk menyampaikan refleksi dari materi sebelumnya mengenai genetika (DNA, RNA, Kromosom, dan sintesis protein)
5. Setelah pemaparan refleksi, Murid berdiskusi secara dinamis mengenai prinsip dan proses bioteknologi modern berdasarkan *What, Why, Where, When, Who, dan How*. Pemilihan murid yang membuka diskusi, dilakukan secara acak menggunakan undian nomor absen atau menggunakan cara lain sesuai kondisi kelas.
6. Pengajar membimbing dan mengarahkan diskusi pada aspek bahasan yang teridentifikasi belum dikuasai murid.
7. Setelah diskusi, Pengajar menyampaikan materi teknik utama rekayasa genetika, yaitu memodifikasi DNA dengan melakukan prinsip dari teknik rekayasa, yaitu: cloning gen, sequencing DNA, Amplification gen secara in-vitro, Konstruksi gen, dan Transfer gen ke dalam sel. Hal tersebut dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan sifat baru yang diinginkan.
8. Contohnya: Proses memasukkan gen tahan hama milik bakteri ke DNA tanaman jagung agar kelak, jagung tidak mudah diserang oleh hama serangga.

9. Murid dipersilahkan untuk menanggapi dengan pertanyaan maupun pernyataan mengenai materi tersebut.
10. Murid bersama-sama dengan Pengajar membuat kesimpulan mengenai konsep dasar Bioteknologi modern, terutama pada proses rekayasa genetiknya.
11. Murid melakukan refleksi dengan cara tanya jawab secara langsung, mengenai hal-hal baru yang sudah dipahami, hal-hal yang belum dipahami dan tindak lanjutnya. Murid secara acak atau (boleh) secara sengaja diminta untuk merefleksikan pembelajaran pertemuan ke-1.
12. Di akhir pembelajaran, Pengajar menayangkan video tentang bagaimana proses GMO dilakukan dan diterapkan, sebagai awal bahan diskusi pada pertemuan ke-2 nanti. Contoh [Video ada di tautan berikut](#). (penggunaan video lain yang sejenis silahkan dipergunakan sesuai kondisi kelas).
13. Video ini ditugaskan untuk ditonton kembali di rumah, agar murid lebih paham, mengenai pesan dan konten materi yang disampaikan.

2 PERTEMUAN II



MEMAHAMI (Berkesadaran dan Bermakna)

14. Sebelum pertemuan ke-2 dimulai, Pengajar Biologi dan Pengajar Informatika sudah berdiskusi mengenai perkembangan kemampuan murid dalam pembuatan *prompt* yang akan digunakan murid untuk berdiskusi dengan ChatGPT.
15. Kegiatan awal:
16. Pengajar menyapa murid, memeriksa kehadiran murid, memberikan apersepsi dan motivasi di awal pembelajaran, dan menyampaikan tujuan pembelajaran yaitu menganalisis dampak dan manfaat *Genetics Modified Organism* (GMO) sebagai produk bioteknologi modern
17. Terkait video yang telah ditayangkan di pertemuan sebelumnya, Pengajar Kemudian mendedahkan murid pada permasalahan terkait bioteknologi modern yaitu GMO.
18. "Contoh Aplikasi GMO dalam Pertanian adalah Tanaman tahan hama (misalnya jagung Bt), Tanaman tahan herbisida, Peningkatan nilai gizi seperti beras emas yang diperkaya vitamin A. Bidang Kesehatan: Produksi insulin manusia menggunakan bakteri hasil rekayasa genetika, Vaksin berbasis DNA. Bidang Industri: Mikroorganisme untuk produksi enzim industri atau *biofuel*."
19. Adanya varians hasil rekayasa genetik tersebut, memunculkan dua pandangan pro dan kontra terkait penggunaan GMO sebagai berikut.

Klaim 1 (kontra):

GMO berisiko menimbulkan dampak Keamanan konsumsi jangka panjang bagi manusia. Selain itu, ada dampak ekologis seperti resistensi hama baru atau hilangnya keanekaragaman hayati. Terutama isu etika terkait manipulasi genetik makhluk hidup.

Klaim 2 (pro):

GMO menawarkan berbagai keunggulan, seperti Meningkatkan hasil panen dan efisiensi pertanian; Mengurangi penggunaan pestisida kimia; Memperbaiki kualitas nutrisi makanan; dan Membantu ketahanan pangan global terutama di daerah rawan kelaparan.

1. Berdasarkan dua pendapat tersebut, Murid diminta untuk memilih standpoint sesuai dengan yang diyakininya dan mencatat alasan memilih standpoint tersebut.
2. Murid dikelompokkan berdasarkan standpoint klaim pro dan klaim kontra.
3. Murid diminta melakukan *self-argumentation* dengan mengemukakan pertanyaan dan atau pernyataan yang meragukan pemilihan klaim yang dipilihnya tersebut, kemudian memprediksi sendiri jawaban-jawaban yang mungkin muncul dari pertanyaan tersebut.
Hasil prediksi tertulis ini dinilai menggunakan lampiran ke-1 sebagai asesmen proses.

Contoh: “Benarkah GMO menawarkan berbagai keunggulan, seperti Meningkatkan hasil panen dan efisiensi pertanian; Mengurangi penggunaan pestisida kimia sehingga lebih ramah lingkungan; serta Memperbaiki kualitas nutrisi makanan?”

di bagian ini, murid diperkenankan untuk berdiskusi dengan kecerdasan buatan seperti *ChatGPT*, *gemini*, *Claude AI*, *Perplexity AI*, *Microsoft Copilot*, atau aplikasi serupa lainnya untuk membangun klaim dan prediksi yang lebih beralasan dan logis (bertanya, membantah jawaban, meragukan jawaban, meminta bukti kebenaran dari jawaban AI).

Ctt. Murid di pertemuan kedua ini sudah harus memiliki keterampilan literasi digital yaitu mencari file artikel, mengutip (sitasi) sumber bacaan, dan membuat prompt dalam menggunakan AI.

Di kegiatan penutup pertemuan kedua, murid melakukan refleksi mengenai hal baru apa yang diperoleh, hal apa yang masih belum dipahami, dan apa rencana yang akan dilakukan untuk memahami hal tersebut. Refleksi dapat dilakukan dengan cara tanya jawab secara langsung atau bisa juga menggunakan *Gform*, atau cara lain yang relevan dengan keadaan kelas.

3 PERTEMUAN III



MENGAPLIKASI (Bermakna dan Menggembirakan)

1. Kegiatan Awal menyapa murid, memeriksa kehadiran murid, melakukan apersepsi, dan pemberian motivasi belajar. Pengajar melakukan ulasan kegiatan pembelajaran di pertemuan sebelumnya dengan menanyakan progres pembuatan prediksi untuk penguatan pemilihan *standpoint*.
2. Untuk membuktikan ketepatan/kebenaran prediksi, murid diberikan kesempatan untuk menggali bukti melalui studi literatur.
 - a. Murid dipersilahkan melakukan studi literatur dengan berselancar di internet menggunakan *google search engine* dengan menuliskan kata kunci yang akan memunculkan *file* yang diinginkan.
 - b. *File* hasil pencarian tersebut dirangkum menggunakan LK pada lampiran ke-2; lalu *file*-nya disimpan dalam bentuk pdf dan diunggah ke *google drive* untuk diperiksa oleh Pengajar apakah sumber tersebut relevan atau tidak.
 - c. Pengajar menayangkan hasil pengumpulan *file*, untuk menjelaskan mana yang bisa dijadikan sumber utama (artikel penelitian), dan mana yang hanya bisa dijadikan sumber penunjang saja (blog dan pdf lepas). Contoh artikel, blog, dan pdf lepas ada di lampiran 3.
3. Murid menyeleksi ulang *files* yang telah diperiksa oleh Pengajar, kemudian dipersilahkan untuk memilih *file* mana yang akan dijadikan rujukan utama.
4. Persiapan debat dengan melakukan metode "*What if*" dalam kelompok masing-masing (*In-Group argument*).
 - a. Murid dipandu Pengajar untuk melakukan debat kecil dalam kelompoknya masing-masing. Apapun kelompoknya (pro atau kontra), di dalam kelompok tersebut sebagian memposisikan sebagai pihak pro dan sebagian sebagai pihak kontra.
 - b. Pengajar mengarahkan agar hasil dari *in-group argument* berupa ide mengenai apa yang bisa dilakukan untuk menghadapi dampak positif atau negatif dari keberadaan GMO.
 - c. Murid mencatat dengan baik hasil *in-group argument* ini, karena akan digunakan dalam debat kelas.
5. Di kegiatan akhir (penutup),
 - a. Murid dipersilahkan untuk berpindah kelompok besar klaim, jika setelah debat kecil mereka berubah pendapat.

Murid merefleksikan apa hal baru dan hal baik yang diperolehnya dalam pembelajaran hari ini, hal apa yang masih perlu diperbaiki serta cara memperbaikinya. Refleksi bisa dilakukan dengan tanya jawab langsung kepada perwakilan dari setiap grup.

4 PERTEMUAN IV



MENGAPLIKASI (Bermakna dan Menggembirakan)

1. Kegiatan awal, Pengajar menyapa murid, memeriksa kehadiran dan persiapan murid untuk melakukan debat terbuka, memeriksa apakah semua data yang dibutuhkan telah dipersiapkan dengan baik.
2. Pengajar memandu kegiatan debat terbuka (menggunakan asesmen proses poin 3).
 - a. Tim Pro dan kontra berhadapan dalam debat terbuka, menggunakan semua data yang diperolehnya sebagai dasar argumentasi.
 - b. Debat berfokus pada ide mengenai bioetika apa saja yang dapat dilakukan untuk menghadapi dampak negatif maupun positif penggunaan GMO.
3. Generalisasi
Murid menarik kesimpulan mengenai pemanfaatan dan dampak GMO dalam berbagai bidang kehidupan.
4. Umpan Balik
Murid memberikan refleksi kegiatan debat berupa masukan pada kelompok pribadi dan lawan mengenai:
 - a. Kejelasan pesan yang disampaikan dari klaim dan data yang sudah diajukan.
 - b. Aktivitas anggota kelompok yang mendukung dinamika tumbuhnya klaim yang disertai data yang relevan.

Pengajar memberikan pandangan secara umum mengenai jalannya debat terbuka dari aspek sumber data yang digunakan, cara mengekspresikan pandangan yang berbeda, etika menyampaikan pendapat, dan ketepatan logika berpikir dalam mengajukan persetujuan maupun bantahan

5 PERTEMUAN V (atau bisa dilakukan secara daring menggunakan *Google Form*)



MEREFLEKSI (Berkesadaran dan Bermakna)

1. Refleksi dan evaluasi

a. Murid merefleksikan pembelajaran dengan menjawab pertanyaan berikut:

1. Hal baru apa yang diperoleh setelah pembelajaran argumentatif ini selesai?
2. Hal apa yang masih ingin perdalam atau ingin Anda ketahui?
3. Apa rencana Anda untuk memperdalam hal tersebut?

b. Evaluasi Diri

1. Menurut Anda, apakah bukti argumen kelompok Anda sudah kuat?
2. Apakah Anda terbujuk untuk mengakui kebenaran klaim lawan?
3. Apakah Anda pikir argumen yang Anda sampaikan sudah cukup?
4. Apakah pada akhirnya klaim Anda tetap atau berubah?

Apa yang akan Anda lakukan apabila menghadapi produk pangan yang diketahui direkayasa secara genetik?

6 PERTEMUAN VI (atau V jika pertemuan sebelumnya Luring)

Murid menuangkan pemahamannya mengenai pemanfaatan Bioteknologi modern dengan menjawab asesmen formatif bertipe uraian (tipe C5)

A. Asesmen Awal Pembelajaran (Tes Tertulis)

Menggunakan asesmen formatif mengenai DNA, RNA, Kromosom, dan Sintesis Protein.

Butir soal dan kunci jawaban.

No.	Tipe Soal	Soal	Kunci Jawaban
1	C2	Seorang siswa diberi diagram siklus sel yang menunjukkan berbagai fase pembelahan sel, termasuk interfase dan mitosis. Pada tahap tertentu, terlihat bahwa DNA sudah menggandakan diri dan membentuk dua struktur identik yang terhubung di sentromer. Berdasarkan informasi ini, analisis manakah yang paling tepat mengenai struktur tersebut? 1. Struktur tersebut adalah DNA dalam bentuk kromatin longgar, yang siap untuk replikasi. 2. Struktur tersebut adalah kromosom yang memadat selama interfase untuk transkripsi genetik. 3. Struktur tersebut adalah kromatid saudara, hasil dari replikasi DNA sebelum pembelahan sel. 4. Struktur tersebut adalah kromatin yang berubah menjadi kromosom saat sintesis protein. 5. Struktur tersebut adalah molekul DNA tunggal tanpa hubungan dengan protein histon.	C

No.	Tipe Soal	Soal	Kunci Jawaban
2	C2	Seorang peneliti sedang mengamati proses transkripsi di dalam sel. Ia mencatat bahwa molekul yang digunakan sebagai cetakan untuk menghasilkan salinan informasi genetik adalah heliks ganda, sedangkan molekul yang disintesis hanya berupa satu rantai. Berdasarkan informasi ini, manakah yang paling tepat mengenai perbedaan antara DNA dan RNA? 1. DNA adalah molekul yang membawa informasi genetik, sementara RNA hanya menyimpan informasi genetik. 2. DNA memiliki dua rantai heliks ganda, sedangkan RNA hanya terdiri dari satu rantai. 3. DNA terbentuk dari ribosa, sedangkan RNA terbuat dari deoksiribosa. 4. RNA memiliki dua rantai heliks ganda, sementara DNA hanya satu rantai. 5. DNA digunakan untuk sintesis protein, sementara RNA untuk replikasi genetik.	B

No.	Tipe Soal	Soal	Kunci Jawaban
3	C4	Perhatikan bacaan mengenai CRISPR berikut: <i>CRISPR (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats) adalah teknologi revolusioner dalam bidang bioteknologi yang memungkinkan ilmuwan untuk mengedit gen dengan cara yang cepat, akurat, dan efisien. CRISPR pertama kali ditemukan sebagai sistem pertahanan bakteri terhadap virus, tetapi kini telah dimodifikasi untuk menjadi alat pengeditan genetik yang dapat digunakan dalam berbagai organisme, termasuk manusia.</i> Seorang ilmuwan ingin menggunakan teknologi CRISPR untuk mengedit genetik pada sel manusia. Ia harus memilih antara bekerja dengan DNA atau RNA untuk memastikan perubahan genetik yang stabil dan dapat diwariskan. Berdasarkan pengetahuan tentang perbedaan DNA dan RNA, manakah pilihan terbaik yang harus diambil ilmuwan tersebut? 1. Menggunakan RNA karena RNA lebih stabil dan mudah digunakan dalam pembelahan sel. 2. Menggunakan RNA karena RNA hanya berfungsi untuk sintesis protein dan tidak berperan dalam pewarisan genetik. 3. Menggunakan DNA karena DNA menyimpan informasi genetik yang stabil dan dapat diwariskan ke keturunan. 4. Menggunakan DNA karena DNA lebih cepat terurai dibandingkan RNA, sehingga lebih efektif untuk modifikasi jangka panjang. 5. Menggunakan RNA karena RNA memiliki struktur yang lebih sederhana dan mudah dimanipulasi untuk terapi gen.	C

Kriteria ketercapaian pembelajaran.

Kriteria keberhasilan pembelajaran adalah 60.

- a. Jika mencapai di atas 60, maka murid bisa melanjutkan untuk berdiskusi mengenai dampak etis, sosial, dan lingkungan dari bioteknologi modern, seperti kontroversi tanaman transgenik menggunakan debat ilmiah.
- b. Jika belum mencapai 60, maka murid diberikan pembelajaran ulang dengan metode yang lebih sesuai, seperti diskusi kelompok dan video interaktif.

A. Asesmen pada Proses Pembelajaran (Observasi pada saat Debat Kelas)

1. Kriteria Menganalisis (Bloom Anderson, 2001)

- a. Membedakan. Artinya murid mampu memilah informasi yang relevan dari yang tidak relevan, atau informasi yang penting dari yang tidak penting, pada konteks bioteknologi modern penggunaan GMO.
- b. Mengorganisasikan. Artinya murid dapat membangun hubungan yang sistematis dan koheren di antara potongan-potongan informasi yang disajikan pada konteks bioteknologi modern penggunaan GMO
- c. Mengatribusikan. Artinya murid melibatkan perluasan di luar pemahaman dasar berupa sudut pandang untuk menyimpulkan maksud yang mendasari materi yang disajikan. (misalnya, konsep atau prinsip bioteknologi penggunaan GMO di masyarakat).

2. Rubrik Penilaian (Lisan dan tulisan)

Score	Kriteria
3	Jika Murid dapat memunculkan 3 kategori menganalisis
2	Jika Murid dapat memunculkan 2 kategori menganalisis
1	Jika Murid dapat memunculkan 1 kategori menganalisis

3. Tabel cek Lembar Penilaian Observasi

Berikan tanda cek (✓) pada kotak yang sesuai dengan hasil identifikasi (bernilai 1 untuk setiap tanda cek)

No.	Nama murid	Indikator memahami			Total Score
		Membedakan	Mengorganisasikan	Mengatribusikan	
1					
2					
...					

Kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran

- Jika murid mampu mencapai *score* 3, maka murid sudah mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan dan Pengajar memberikan penguatan dengan contoh-contoh kasus yang berbeda.
- Jika murid mampu mencapai *score* 1, maka Pengajar membantu mengarahkan (*Scaffolding*) bagaimana menafsirkan/memberi contoh kasus/mengklasifikasikan/merangkum/menyimpulkan.

B. Asesmen pada Akhir Pembelajaran (Pertemuan V) berupa Tes Tertulis – Uraian.

1. Butir Soal

Bioteknologi modern dan konvensional memiliki kelebihan dan kekurangan dalam penerapannya di berbagai bidang, seperti pangan, kesehatan, dan lingkungan. Berdasarkan pemahaman Anda, setujukah jika bioteknologi modern sebaiknya dibatasi pengembangannya di bidang pangan? Jelaskan alasan Anda secara logis dan berikan contoh yang mendukung argumen Anda!

2. Kunci Jawaban dan Rubrik

a. Kunci Jawaban

Setuju

Alasan Utama

- Keamanan pangan belum sepenuhnya terjamin, misalnya potensi risiko kesehatan seperti alergi akibat konsumsi GMO (*Genetically Modified Organisms*).
- Dampak lingkungan, seperti kemungkinan terganggunya keseimbangan ekosistem akibat tanaman transgenik yang lebih unggul dibanding tanaman alami.
- Ketergantungan pada korporasi besar yang mengendalikan produksi benih transgenik, yang dapat merugikan petani kecil.

Contoh Pendukung

- Kasus tanaman GMO yang berpotensi menyebabkan hilangnya biodiversitas karena sifat gennya yang dominan.
- Kasus munculnya alergi setelah mengonsumsi produk-produk makanan dari organisme GMO.

Tidak Setuju

Alasan Utama

- Bioteknologi modern dapat meningkatkan produktivitas pangan untuk mengatasi masalah kelaparan global.
- Tanaman transgenik lebih tahan terhadap hama dan cuaca ekstrem, mengurangi penggunaan pestisida dan meningkatkan ketahanan pangan.
- Rekayasa genetika dapat meningkatkan kandungan gizi dalam makanan, seperti *Golden Rice* yang mengandung vitamin A untuk mencegah kekurangan gizi.

Contoh pendukung

- Penggunaan tanaman transgenik di berbagai negara yang terbukti meningkatkan hasil panen.
- Keberhasilan teknologi rekayasa genetika dalam menciptakan tanaman yang lebih bergizi dan tahan penyakit.

b. Rubrik Penilaian

Aspek Penilaian	Kriteria	Skor
Kejelasan posisi (setuju/tidak setuju)	Jawaban jelas mendukung atau menolak pembatasan dengan dasar yang kuat.	20
	Jawaban kurang tegas dalam menyatakan posisi.	10
	Tidak menunjukkan posisi dengan jelas.	0
Kualitas Argumentasi	Argumen logis, relevan, dan didukung contoh konkret.	40
	Argumen cukup kuat tetapi kurang didukung contoh konkret.	30
	Argumen lemah atau kurang relevan.	20
	Tidak ada argumen yang jelas atau hanya mengulang pertanyaan.	10
Pemberian contoh pendukung	Contoh yang diberikan relevan dan mendukung argumen secara jelas.	40
	Contoh diberikan tetapi kurang relevan atau kurang mendukung argumen utama.	30
	Contoh kurang tepat atau tidak secara langsung mendukung argumen.	20
	Tidak memberikan contoh pendukung.	10

Kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran

1. Murid dengan nilai di bawah 70 (Perlu remedial dan pendampingan tambahan) diberikan pembelajaran berbasis diskusi, yaitu mengajak murid berdiskusi dalam kelompok kecil agar lebih memahami berbagai sudut pandang terkait bioteknologi.
2. Murid dengan nilai di atas 70 (Pengayaan dan peningkatan keterampilan berpikir kritis) diberikan tantangan argumen Berbeda: murid yang sudah memiliki argumen kuat bisa diminta membuat kontra-argumen terhadap posisi mereka sendiri untuk melatih berpikir dari berbagai perspektif.

C. Media Pembelajaran (contoh media di Lampiran 3, 4, dan 5)

- Artikel penelitian mengenai penggunaan *Genetic modified organism*.
- Blog yang berisi pembahasan mengenai penggunaan *Genetic modified organism*.
- Artikel lengkap/pdf lepas mengenai penggunaan *Genetic modified organism*

D. Lampiran

- Evaluasi diri (Bisa dibuat dalam bentuk *Gform*) digunakan saat refleksi di pertemuan V secara daring (menggunakan *Gform*) atau secara luring.

Lembar Evaluasi Diri

Nama :

Kelas :

Klaim awal :

Petunjuk pengisian:

Silahkan Anda beri tanda ceklis pada bagian yang sesuai;

untuk pertanyaan 1–3, Anda harus memberikan alasan;

untuk pertanyaan no. 4, silahkan terakan alasan di setiap pilihan.

No.	Pertanyaan	Sudah	Belum	Alasan
1.	Menurut Anda, apakah bukti argumen kelompok Anda sudah kuat?;			
2.	Menurut Anda, apakah argumen yang Anda sampaikan sudah cukup?			
		Ya	Tidak	Alasan
3.	Apakah anda terbujuk untuk mengakui kebenaran klaim lawan?			

4.	Apakah pada akhirnya Klaim Anda tetap atau berubah? (lingkari pilihan Ya, atau Tidak, atau Impartial di kolom sebelah kanan yang telah disediakan)	Ya	Tidak	<i>Impartial/tidak keduanya (ada hal yang merugikan dan menguntungkan)*</i> *Mohon sertakan alasan jika Anda memilih Impartial.
----	--	----	-------	---

2. Lembar Kerja Murid (LK) untuk langkah ke-7b di Pertemuan III .

Lembar Kerja Murid

Penggunaan Organisme Transgenik dalam Kehidupan Sehari-Hari

Nama :	
Kelas :	
Tujuan	Memahami pemanfaatan bioteknologi dalam berbagai bidang kehidupan Klaim yang diyakini: _____ - Tuliskan pertanyaan untuk 'meragukan' klaim yang diyakini tersebut, kemudian tuliskan prediksi jawaban dari pertanyaan Anda tersebut! - Pertanyaan untuk 'meragukan klaim sendiri': _____ - Prediksi jawaban dari pertanyaan tersebut: _____ - Tuliskan pada Tabel yang disediakan (Anda boleh membuat tabel pada lembaran lain agar lebih leluasa menulis), ringkasan dan sumber setiap literatur yang Anda dapatkan dan gunakan untuk mendukung klaim yang diyakini.

Contoh

- **Judul Artikel:** "Pemanfaatan Tanaman Hasil Rekayasa Genetik: Status, Regulasi, dan Metode Deteksi di Indonesia."
- **Penulis:** Bahagiawat Amirhusin (2018)
- **Website:** https://www.researchgate.net/publication/329413104_Pemanfaatan_Tanaman_Hasil_Rekayasa_Genetik_Status_Regulasi_dan_Metode_Deteksi_di_Indonesia
- **Ringkasan:** Salah satu alternatif teknologi yang dapat digunakan dalam program pemuliaan tanaman untuk meningkatkan produksi pertanian adalah teknologi rekayasa genetika. Teknologi ini telah terbukti.....(dst.)
- Tabel Ringkasan dari *file* yang diperoleh.

File ke-	Judul	Penulis	Website	Ringkasan
1.				
2.				
3.				
...dst.				

3. Contoh Artikel penelitian mengenai pemanfaatan *Genetic Modified Organism* (GMO).

Contoh website silahkan [klik di sini](#)

Kriteria

berasal dari Jurnal terakreditasi, penulis/peneliti merupakan ahli di bidangnya, isi publikasi merupakan hasil penelitiannya, jurnal konsisten mengusung tema yang spesifik mengenai bidang yang relevan.



Naskah Review

**TANAMAN GENETICALLY MODIFIED ORGANISM (GMO)
DAN PERSPEKTIF HUKUMNYA DI INDONESIA**
**THE GENETICALLY MODIFIED ORGANISM (GMO) OF PLANT
AND THEIR LEGAL PERSPECTIVE IN INDONESIA**

Yuwono Prianto¹, Swara Yudhasmita^{2*}

¹Fakultas Hukum, Universitas Tarumanagara, Jakarta

²Bioteknologi, Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung

Corresponding author: swarayudha@mail.ugm.ac.id

Naskah Diterima: 14 April 2017; Direvisi: 15 Juni 2017; Disetujui: 05 Juli 2017

Abstrak

Genetically modified organism (GMO) merupakan organisme yang gen-gennya telah diubah dengan menggunakan teknik rekayasa genetika. Produk rekayasa genetika diklasifikasikan menjadi 4 macam, yaitu generasi pertama: satu sifat; generasi kedua: kumpulan sifat; generasi ketiga dan keempat: *near-intragenic*, *intragenic*, dan *cisgenic*. Adapun produk rekayasa genetika pada tanaman di Indonesia di antaranya adalah padi, tomat, tebu, singkong, dan kentang. Regulasi tanaman hasil rekayasa genetika diatur oleh beberapa lembaga, di antaranya Kementerian Lingkungan Hidup, Kementerian Pertanian, Komisi Keamanan Hayati, Tim Teknis Keamanan Hayati, dan *Biosafety Clearing House*, berdasarkan peraturan pemerintah No. 21 tahun 2005. Pengujian yang dilakukan pada produk rekayasa genetika meliputi analisis sumber gen penyebab alergi, sekuens homolog asam amino, resistensi pepsin, skrining serum, serta penggunaan hewan uji. Berbagai produk GMO di Indonesia sejauh ini merupakan produk yang dibutuhkan dalam memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari, yang perlu diawasi secara ketat dari segi dampaknya terhadap lingkungan melalui ketentuan hukum yang berlaku, yang diwakili oleh instansi-instansi terkait tersebut.

Kata kunci: GMO; Hukum Indonesia; Regulasi; Tanaman

Abstract

Genetically modified organism (GMO) is an organism whose genes that have been altered by using genetic engineering techniques. Genetic engineering products are classified into 4 types, which are the first generation: one trait; the second generation: a collection of properties; the third and fourth generation: *near-intragenic*, *intragenic*, and *cisgenic*. The genetic engineering products in plants in Indonesia include rice, tomatoes, sugar cane, cassava, and potatoes. The application of the genetically engineered crops is regulated by several institutions, including the Ministry of Environment, the Ministry of Agriculture, the Biosafety Commission, the Biosafety Technical Team and the Biosafety Clearing House, under government regulation No. 21 of the year 2005. Assessment for GMO product can be conducted by analyzing the source of an allergic gene, sequence homology of amino acid, resistance to pepsin, serum screening and use of an animal model. The GMO products in Indonesia are required so far to meet the needs of daily use, which need to be closely monitored in terms of their impact on the environment through the legal provisions, represented by the respective agencies.

Keywords: GMO; Indonesian Law; Plant; Regulation

Permalink/DOI: <http://dx.doi.org/10.15408/kauniyah.v10i2.5264>

1. Blog yang berisi pembahasan mengenai pemanfaatan *Genetic Modified Organism*.

Contoh website silahkan [klik di sini](#)

Kriteria: Bukan dari jurnal penelitian, identitas profesi penulis belum pasti ahli di bidangnya, Blog tidak khusus mengusung tema sejenis.

nusantics Beranda Tentang Kami Produk & Solusi Karir Knowledge Hub Kontak Kami ID

Beranda > Blog > Apa itu GMO dan Berbahayakah?

Blog

Apa itu GMO dan Berbahayakah?

February 05, 2022 by Agnes Octaviani

Share





Mungkin kamu pernah mendengar atau melihat tentang makanan yang berlabel "non-GMO" di supermarket? Sudahkah kamu mengetahui tentang makanan GMO? Mengapa beberapa produsen makanan merasa perlu menaruh label non-GMO pada produknya?

Yuk, kita coba pelan-pelan memahami mengapa GMO mendapatkan kesan yang buruk di dunia pangan!

Apa Itu GMO?



GMO adalah singkatan dari *genetically modified organism*, yaitu makhluk hidup yang DNA-nya dimodifikasi dengan teknologi rekayasa genetika. Penerapan GMO yang paling umum diketahui adalah untuk memenuhi kebutuhan pangan.

Di industri pangan, bibit GMO digunakan karena beberapa alasan, misalnya meningkatkan pertumbuhan (lebih cepat, lebih besar, atau lebih banyak), menambah nutrisi yang terkandung, menjaga keberlanjutan, ketahanan terhadap hama, dan mempermudah panen.

2. Artikel lengkap/pdf lepas mengenai pemanfaatan *Genetic Modified Organism*.

Contoh website silahkan [klik di sini](#).

Kriteria: Bukan berasal dari jurnal penelitian, Identitas penulis tidak jelas, website tidak khusus membahas mengenai topik tanaman transgenik.

Tiga kalimat: Dokumen tersebut membahas dampak tanaman transgenik terhadap lingkungan, termasuk potensi erosi plasma nutfah, pergeseran gen, pergeseran ekologi, terbentuknya barrier species,... **Full description**

Uploaded by [Anonymous GWPdocU](#) on Mar 09, 2016 AI-enhanced description



Download now

Download as docx, pdf, or txt

1 / 16

Find in document

DAMPAK TANAMAN TRANSGENIK TERHADAP LINGKUNGAN

Perkembangan teknologi tanaman transgenik mengalami peningkatan cukup pesat. Pada awal tahun 1988, baru ada sekitar 23 jenis tanaman transgenik yang diproduksi. Namun pada tahun 1989, terjadi peningkatan menjadi 30 tanaman dan tahun 1990 terdapat 40 tanaman. Akan tetapi meskipun perkembangannya cukup pesat, terdapat berbagai kekhawatiran masyarakat terhadap tanaman transgenik. Seperti kita ketahui bahwa, "tidak ada teknologi tanpa resiko", dan memang masih banyak kelemahan yang harus diperbaiki dan dikontrol dalam pengembangan tanaman transgenik ini.

Adapun beberapa pengaruh negatif dari produk tanaman transgenik yang dapat

Glosarium

<i>Aquaporin</i>	Protein transmembran berbentuk saluran (<i>channel protein</i>) yang terletak di membran sel dan berfungsi memfasilitasi transportasi air secara selektif dan cepat melewati membran sel secara osmosis.
Bioproses Pada Sel	Aktivitas biologis kompleks dalam sel, seperti metabolisme (anabolisme dan katabolisme), transportasi membran, sintesis protein, respirasi seluler, fotosintesis, dan pembelahan sel, yang menjaga fungsi dan kelangsungan hidup sel.
Bioteknologi konvensional	Penggunaan teknik dan prinsip biologi seluler untuk menghasilkan produk, misalnya berupa makanan (tempe, tape, yoghurt, dll)
Enzim	Biokatalisator protein yang mempercepat laju reaksi kimia dalam sel tanpa ikut bereaksi secara permanen. Enzim bersifat spesifik terhadap substrat dan bekerja pada kondisi tertentu (pH, suhu).
Evolusi	Perubahan sifat-sifat terwariskan pada suatu populasi organisme dari satu generasi ke generasi berikutnya
Fotosintesis	Proses anabolik yang terjadi pada organisme berklorofil membuat makanan sendiri dengan bantuan cahaya matahari, air, dan karbon dioksida, menghasilkan glukosa untuk kebutuhan tubuh dan oksigen (O ₂) sebagai hasil samping.
<i>Gallery Walk</i>	Metode pembelajaran di mana murid bergerak dari satu titik ke titik lain di kelas untuk melihat, mengamati, dan memberi tanggapan terhadap hasil kerja kelompok lain yang dipajang seperti di galeri.
<i>Genetically Modified Organism</i>	Organisme yang materi genetiknya telah diubah melalui rekayasa genetika di laboratorium

Hukum Mendel	Seperangkat prinsip yang ditemukan oleh Gregor Mendel yang menjelaskan pola pewarisan sifat dalam organisme melalui proses reproduksi
Kromosom	Struktur berbentuk benang yang tersusun atas DNA dan protein histon, terdapat di dalam inti sel, dan berfungsi membawa informasi genetik untuk pewarisan sifat. Kromosom hanya terlihat jelas saat pembelahan sel.
Metabolisme	Serangkaian reaksi kimia yang terjadi di dalam tubuh makhluk hidup untuk mengubah makanan menjadi energi dan bahan penyusun tubuh, serta untuk membuang limbah
Nanopartikel	Partikel berukuran antara 1–100 nanometer , yang memiliki sifat fisik dan kimia berbeda dari zat aslinya dalam ukuran besar.
Organel Sel	Komponen subseluler yang terletak di dalam sitoplasma dan memiliki fungsi spesifik yang bekerja secara terkoordinasi agar sel dapat bertahan, tumbuh, dan berkembang. Contoh: mitokondria, badan golgi, mikrofilamen, lisosom.
Pendidikan kesehatan	Upaya untuk meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan perilaku yang berkontribusi pada kesehatan individu dan masyarakat, termasuk pemahaman tentang gaya hidup sehat, kebiasaan makan, kebersihan pribadi, dan pencegahan penyakit.
Pembelahan Sel	Proses biologis di mana satu sel induk membagi dirinya menjadi dua atau lebih sel anak. Proses ini penting dalam pertumbuhan, regenerasi, dan reproduksi sel, dan dapat terjadi melalui mitosis atau meiosis.
Pergerakan Zat melalui Membran Sel	Proses transportasi zat melewati membran plasma, baik secara pasif (difusi, osmosis) maupun aktif (dengan bantuan energi dan protein transpor), guna mempertahankan keseimbangan internal (homeostasis) sel.
Persilangan dihibrid	Percobaan persilangan yang melibatkan dua pasang alel pada dua lokus genetik yang berbeda, yang digunakan untuk mempelajari pola pewarisan sifat ganda dalam populasi organisme.

Persilangan monohibrid	Percobaan persilangan yang melibatkan satu pasangan alel pada satu lokus genetik tunggal, yang digunakan untuk mempelajari pola pewarisan sifat tunggal dalam populasi organisme
Pola Hereditas	Pola yang terjadi pada proses atau mekanisme di mana karakteristik atau sifat genetik diturunkan dari satu generasi ke generasi berikutnya melalui materi genetik.
Replikasi DNA	Proses semikonservatif di mana rantai DNA induk menjadi cetakan untuk membentuk dua untai DNA baru yang identik. Proses ini terjadi sebelum pembelahan sel (mitosis/meiosis) dan melibatkan enzim seperti DNA polimerase, helikase, dan ligase.
Respirasi Sel	Proses biokimia di dalam sel yang mengubah glukosa menjadi energi (ATP) melalui serangkaian reaksi enzimatik, baik secara aerob (dengan oksigen) maupun anaerob (tanpa oksigen). Produk akhirnya tergantung jenis respirasi yang terjadi.

Daftar Pustaka

- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., et al. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- Anggraena, Y., Ginanto, D.E., Kesuma, A. E., & Setiyowati, D. (2025). *Panduan Pembelajaran dan Asesmen Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar dan Jenjang Pendidikan Menengah Edisi Revisi Tahun 2025*. Jakarta: Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan (BSKAP).
- Gilford, G. P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw-Hill. Lin, T.C., Liang, J.C., & Tsai, C.C., (2015). Conceptions of Memorizing and Understanding in Learning, and Self-Efficacy Held by University Biology Majors. *International Journal of Science Education*. 37(3), 446–468.
- Wahyudi & Treagust, D. F (2004). *An Investigation of Science Teaching Practices in Indonesian Rural Secondary Schools*. *Research in Science Education*, 34(4), 455–474.



**KEMENTRIAN PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
BADAN STANDAR, KURIKULUM, DAN ASESMEN PENDIDIKAN**