

**Buku Panduan Guru**  
**BIOLOGI**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI**

**2022**

**SMA/MA Kelas XI**

**Hak Cipta pada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia**  
Dilindungi Undang-Undang

**Penafian:** Buku ini disiapkan oleh Pemerintah dalam rangka pemenuhan kebutuhan buku pendidikan yang bermutu, murah, dan merata sesuai dengan amanat dalam UU No. 3 Tahun 2017. Buku ini disusun dan ditelaah oleh berbagai pihak di bawah koordinasi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Buku ini merupakan dokumen hidup yang senantiasa diperbaiki, diperbarui, dan dimutakhirkan sesuai dengan dinamika kebutuhan dan perubahan zaman. Masukan dari berbagai kalangan yang dialamatkan kepada penulis atau melalui alamat surel buku@kemdikbud.go.id diharapkan dapat meningkatkan kualitas buku ini.

**Buku Panduan Guru Biologi**  
untuk SMA/MA Kelas XI

**Penulis**

Rini Solihat  
Eris Rustandi  
Wandi Herpiandi  
Zamzam Nursani

**Penelaah**

Ana Ratna Wulan  
Ayda Trisnawaty Yusuf

**Penyelia/Penyelaras**

Supriyatno  
Lenny Puspita Ekawaty  
Eko Budiono  
Arifah Dinda

**Kontributor**

Dermin Repin Sihombing  
Hikmawati

**Ilustrator**

Aghni Gofarun Auliya

**Editor**

Muhammad Marsidi

**Desainer**

Geofanny Lius

**Penerbit**

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi

**Dikeluarkan oleh**

Pusat Perbukuan  
Kompleks Kemdikbudristek Jalan RS. Fatmawati, Cipete, Jakarta Selatan  
<https://buku.kemdikbud.go.id>

Cetakan pertama, 2022  
ISBN 978-602-427-894-6 (no.jil.lengkap)  
ISBN 978-602-427-895-3 (jil.1)

Isi buku ini menggunakan huruf Noto Serif 10/16 pt, Steve Matteson.  
xii, 324 hlm.: 17,6 x 25 cm.

# Kata Pengantar

---

Pusat Perbukuan; Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan; Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi memiliki tugas dan fungsi mengembangkan buku pendidikan pada satuan Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah, termasuk Pendidikan Khusus. Buku yang dikembangkan saat ini mengacu pada Kurikulum Merdeka. Kurikulum ini memberikan keleluasaan bagi satuan/program pendidikan dalam mengimplementasikan kurikulum dengan prinsip diversifikasi sesuai dengan kondisi satuan pendidikan, potensi daerah, dan peserta didik.

Pemerintah dalam hal ini Pusat Perbukuan mendukung implementasi Kurikulum Merdeka di satuan pendidikan dengan mengembangkan buku siswa dan buku panduan guru sebagai buku teks utama. Buku ini dapat menjadi salah satu referensi atau inspirasi sumber belajar yang dapat dimodifikasi, dijadikan contoh, atau rujukan dalam merancang dan mengembangkan pembelajaran sesuai karakteristik, potensi, dan kebutuhan peserta didik.

Adapun acuan penyusunan buku teks utama adalah Pedoman Penerapan Kurikulum dalam rangka Pemulihan Pembelajaran yang ditetapkan melalui Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi No. 262/M/2022 Tentang Perubahan atas Keputusan Mendikbudristek No. 56/M/2022 Tentang Pedoman Penerapan Kurikulum dalam rangka Pemulihan Pembelajaran, serta Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Nomor 033/H/KR/2022 tentang Perubahan Atas Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 008/H/KR/2022 tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka.

Sebagai dokumen hidup, buku ini tentu dapat diperbaiki dan disesuaikan dengan kebutuhan dan perkembangan keilmuan dan teknologi. Oleh karena itu, saran dan masukan dari para guru, peserta didik, orang tua, dan masyarakat sangat dibutuhkan untuk pengembangan buku ini di masa yang akan datang. Pada kesempatan ini, Pusat Perbukuan menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penyusunan buku ini, mulai dari penulis, penelaah, editor, ilustrator, desainer, dan kontributor terkait lainnya. Semoga buku ini dapat bermanfaat khususnya bagi peserta didik dan guru dalam meningkatkan mutu pembelajaran.

Jakarta, Desember 2022  
Kepala Pusat,

**Supriyatno**  
NIP 196804051988121001

## Prakata

---

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas izin dan karunia-Nya Buku Panduan Guru Biologi untuk SMA Kelas XI ini dapat selesai. Buku ini adalah buku panduan yang diharapkan dapat memberikan arahan kepada guru saat mendampingi peserta didik kelas XI jenjang SMA dalam melaksanakan pembelajaran dengan menggunakan buku siswa sebagai bahan ajarnya.

Buku panduan guru ini terdiri dari panduan umum dan panduan khusus. Panduan umum menjabarkan pendahuluan, capaian pembelajaran, penjelasan buku siswa, dan strategi umum pembelajaran. Pada bagian pendahuluan diuraikan latar belakang dan tujuan penyusunan buku guru dalam kaitannya dengan buku siswa, penerapan Profil Pelajar Pancasila dalam buku, serta karakteristik spesifik mata pelajaran Biologi SMA. Pada bagian capaian pembelajaran dijelaskan arahan Kurikulum Merdeka dalam batasan materi pembelajaran Biologi di fase F yang ada di kelas XI SMA serta penerapannya. Penjelasan buku siswa disajikan dalam peta pikiran materi dan fitur-fitur didalamnya. Strategi umum pembelajaran dijelaskan dalam konteks rekomendasi alternatif pilihan pendekatan, model, dan metode pembelajaran dalam penerapan penggunaan buku ini sebagai bahan ajar. Pada panduan khusus di setiap bab berisikan cakupan eksplorasi materi yang disarankan, skema pembelajaran, prosedur kegiatan pembelajaran, bentuk interaksi dengan orang tua yang dianjurkan, refleksi guru, ragam bentuk asesmen/penilaian yang dapat digunakan, bentuk pengayaan, rekomendasi bahan bacaan guru serta peserta didik untuk menunjang penguasaan materi dan aktivitas pembelajaran Biologi yang dilakukan.

Panduan dalam buku guru ini diharapkan dapat mendukung peran efektif guru dalam mengembangkan pembelajarannya sesuai tujuan penerapan Kurikulum Merdeka. Ragam aktivitas belajar materi Biologi di kelas XI yang termuat dalam buku ini secara utuh disusun guna dapat menstimulasi dan memperkuat pencapaian Profil Pelajar Pancasila dalam diri setiap peserta didik dengan didukung oleh penerapan profesionalisme guru dalam pelaksanaan pembelajaran. Semoga buku ini dapat memberikan kontribusi nyata bagi setiap guru dalam upayanya untuk terus mengembangkan profil dan potensi dirinya hingga berdampak jauh pada pengembangan profil dan potensi peserta didiknya.

Bandung, Desember 2022

**Tim Penulis**

# Daftar Isi

---

<b>Kata Pengantar</b> .....	<b>iii</b>
<b>Prakata</b> .....	<b>iv</b>
<b>Daftar Isi</b> .....	<b>v</b>
<b>Daftar Gambar</b> .....	<b>ix</b>
<b>Daftar Tabel</b> .....	<b>x</b>
<b>Peta Pemikiran Buku</b> .....	<b>xii</b>
<b>Panduan Umum</b> .....	<b>1</b>
A. Pendahuluan .....	2
B. Capaian Pembelajaran .....	5
C. Penjelasan Buku Siswa .....	9
D. Strategi Umum Pembelajaran .....	12
<b>Panduan Khusus</b>	
<b>Bab 1 Menjelajah Sel</b> .....	<b>17</b>
A. Pendahuluan .....	18
B. Skema Pembelajaran.....	21
C. Prosedur Kegiatan Pembelajaran.....	26
D. Interaksi dengan Orang tua .....	30
E. Refleksi Guru.....	31
F. Asesmen/Penilaian .....	31
G. Pengayaan.....	36
H. Bahan Bacaan Peserta didik.....	37
I. Bahan Bacaan Peserta didik.....	37
<b>Bab 2 Pergerakan Zat melalui Membran Sel</b> .....	<b>39</b>
A. Pendahuluan .....	40
B. Skema Pembelajaran.....	43
C. Prosedur Kegiatan Pembelajaran.....	47
D. Interaksi dengan Orang Tua .....	58
E. Refleksi Guru.....	58
F. Asesmen/Penilaian .....	58

G. Pengayaan.....	68
H. Bahan Bacaan Peserta Didik.....	68
I. Bahan Bacaan Guru.....	68
<b>Bab 3 Proses Pengaturan pada Tumbuhan.....</b>	<b>69</b>
A. Pendahuluan.....	70
B. Skema Pembelajaran.....	73
C. Prosedur Kegiatan Pembelajaran.....	79
D. Interaksi dengan Orang Tua.....	93
E. Refleksi Guru.....	93
F. Asesmen/Penilaian.....	94
G. Pengayaan.....	113
H. Bahan Bacaan Peserta Didik.....	114
I. Bahan Bacaan Guru.....	114
<b>Bab 4 Proses Transpor dan Pertukaran Zat pada Manusia.....</b>	<b>115</b>
A. Pendahuluan.....	116
B. Skema Pembelajaran.....	120
C. Prosedur Kegiatan Pembelajaran.....	125
D. Interaksi dengan Orang Tua.....	146
E. Refleksi Guru.....	146
F. Asesmen/Penilaian.....	147
G. Pengayaan.....	157
H. Lembar Kegiatan Peserta Didik.....	158
I. Bahan Bacaan Guru.....	161
J. Bahan Bacaan Guru.....	161
<b>Bab 5 Sistem Pertahanan Tubuh terhadap Penyakit.....</b>	<b>163</b>
A. Pendahuluan.....	164
B. Skema Pembelajaran.....	168
C. Prosedur Kegiatan Pembelajaran.....	173
D. Interaksi dengan Orang Tua.....	189
E. Refleksi Guru.....	190

F. Asesmen/Penilaian .....	190
G. Pengayaan.....	200
H. Lembar Kegiatan Peserta Didik .....	201
I. Bahan Bacaan Peserta Didik .....	204
J. Bahan Bacaan Guru.....	205
<b>Bab 6 Mobilitas pada Manusia .....</b>	<b>207</b>
A. Pendahuluan .....	208
B. Skema Pembelajaran.....	211
C. Prosedur Kegiatan Pembelajaran.....	219
D. Interaksi dengan Orang Tua .....	233
E. Refleksi Guru.....	233
F. Asesmen/Penilaian .....	234
G. Pengayaan.....	240
H. Lembar Kegiatan Peserta Didik.....	240
I. Bahan Bacaan Peserta Didik .....	242
j. Bahan Bacaan Guru.....	242
<b>Bab 7 Hormon dalam Reproduksi Manusia.....</b>	<b>243</b>
A. Pendahuluan .....	244
B. Skema Pembelajaran.....	247
C. Prosedur Kegiatan Pembelajaran.....	254
D. Interaksi dengan Orang Tua .....	266
E. Refleksi Guru.....	267
F. Asesmen/Penilaian .....	268
G. Pengayaan.....	272
H. Bahan Bacaan Peserta Didik .....	272
I. Bahan Bacaan Guru.....	272
<b>Bab 8 Tumbuh Kembang Makhluk Hidup .....</b>	<b>273</b>
A. Pendahuluan .....	274
B. Skema Pembelajaran .....	277
C. Prosedur Kegiatan Pembelajaran .....	281

D. Interaksi dengan Orang Tua .....	290
E. Refleksi Guru.....	290
F. Asesmen/Penilaian .....	290
G. Pengayaan.....	294
H. Lembar Kegiatan Peserta Didik .....	295
I. Bahan Bacaan Peserta Didik.....	298
J. Bahan Bacaan Guru.....	298
<b>Glosarium .....</b>	<b>300</b>
<b>Daftar Pustaka.....</b>	<b>309</b>
<b>Indeks .....</b>	<b>312</b>
<b>Profil Pelaku Perbukuan.....</b>	<b>315</b>

# Daftar Gambar

---

<b>Gambar 1.1</b>	Diagram sel hewan .....	36
<b>Gambar 2.1</b>	Jari yang mengeriput akibat adanya perpindahan air dari dalam sel ke luar sel.....	52
<b>Gambar 3.2</b>	Siklus Hidup Tumbuhan .....	106
<b>Gambar 3.3</b>	Proses Fertilisasi Ganda .....	108
<b>Gambar 3.4</b>	Bagian-bagian tumbuhan (a) biji dandelion dan (b) buah beri .....	108
<b>Gambar 5.1</b>	Struktur membran sel .....	175
<b>Gambar 5.2</b>	Infografis profil golongan darah di Indonesia.....	178
<b>Gambar 5.3</b>	Jenis-jenis sel darah .....	180
<b>Gambar 5.4</b>	Sistem Limfa .....	182
<b>Gambar 5.5</b>	Teknik swab untuk sampel tes antigen .....	184
<b>Gambar 5.6</b>	Teknik swab untuk sampel tes antigen .....	186
<b>Gambar 5.7</b>	Pori-pori dan lipatan pada kulit manusia.....	193

## Daftar Tabel

---

Tabel 1.1 Skema Pembelajaran Materi Pengamatan Struktur Sel Alternatif 1 .....	21
Tabel 1.2 Skema Pembelajaran Materi Pengamatan Struktur Sel Alternatif 2 .....	23
Tabel 1.3 Skema Pembelajaran Materi Keterkaitan antara Struktur dan Fungsi Sel .....	24
Tabel 1.4 Skema Pembelajaran Materi Komposisi Sel.....	25
Tabel 2.1 Skema Pembelajaran Materi Transpor Pasif .....	43
Tabel 2.2 Skema Pembelajaran Materi Transpor Aktif.....	47
Tabel 3.1 Skema Pembelajaran Materi Jaringan, Organ, dan Sistem Organ .....	73
Tabel 3.2 Skema Pembelajaran Materi Transpor pada Tumbuhan.....	75
Tabel 3.3 Skema Pembelajaran Materi Reproduksi pada Tumbuhan.....	76
Tabel 3.4 Skema Pembelajaran Materi Iritabilitas pada Tumbuhan .....	78
Tabel 4.1 Skema Pembelajaran Materi Struktur Tubuh untuk Pertukaran dan Transport Zat .....	120
Tabel 4.2 Skema Pembelajaran Materi Proses Pertukaran dan Transpor Zat .....	122
Tabel 4.3 Skema Pembelajaran Materi Kelainan pada Pertukaran dan Transport Zat .....	124
Tabel 5.1 Skema Pembelajaran Materi Sistem Pertahanan Eksternal dan Internal.....	168
Tabel 5.2 Skema Pembelajaran Materi Komponen Sistem Pertahanan Tubuh .....	170
Tabel 5.3 Skema Pembelajaran Materi Imunitas Tubuh dan Kelainannya.....	172

Tabel 6.1	Skema Pembelajaran Materi Organ dan Fungsi pada Sistem Saraf .....	211
Tabel 6.2	Alternatif Skema Pembelajaran Materi Organ dan Fungsi pada Sistem Saraf .....	214
Tabel 6.3	Skema Pembelajaran Materi Organ, Fungsi, dan Kelainan serta Gangguan pada Sistem Gerak .....	216
Tabel 6.4	Skema Pembelajaran Materi Fenomena dan Keterkaitan Sistem Saraf dan Sistem Gerak Manusia .....	218
Tabel 7.1	Skema Pembelajaran Materi Keterkaitan Struktur dan Fungsi Kelenjar Hormon dalam Reproduksi.....	247
Tabel 7.2	Alternatif Skema Pembelajaran Materi Keterkaitan Struktur dan Fungsi Kelenjar Hormon dalam Reproduksi.....	249
Tabel 7.3	Alternatif Skema Pembelajaran Materi Keterkaitan Struktur Organ pada Sistem Reproduksi.....	251
Tabel 8.1	Skema Pembelajaran Materi Fenomena Pertumbuhan dan Perkembangan .....	277
Tabel 8.2	Skema Pembelajaran Materi Struktur Tubuh untuk Pertukaran dan Transport Zat .....	280

# Peta Pemikiran Buku

## Buku Biologi Kelas XI

### Bab 1

#### Menjelajah Sel

Pengamatan Struktur Sel, Keterkaitan antara Struktur dan Fungsi Sel; Komposisi Sel



### Bab 2

#### Pergerakan Zat melalui Membran Sel

Transpor aktif; Transpor Pasif



### Bab 3

#### Proses Pengaturan pada Tumbuhan

Jaringan, Organ, dan Sistem Organ; Transpor pada Tumbuhan; Reproduksi pada Tumbuhan; Iritabilitas pada Tumbuhan



### Bab 4

#### Transpor dan Pertukaran Zat pada Tubuh Manusia

Struktur Tubuh untuk Pertukaran dan Transpor Zat; Proses Pertukaran dan Transpor Zat; Kelainan pada Pertukaran dan Transpor Zat.



### Bab 5

#### Sistem Pertahanan Tubuh Terhadap Penyakit

Sistem Pertahanan Eksternal dan Internal; Komponen Sistem Pertahanan Tubuh; Imunitas Tubuh dan Kelainannya

### Bab 6

#### Mobilitas pada Manusia

Struktur dan Fungsi pada Sistem Saraf; Struktur, Fungsi, dan Kelainan serta Gangguan pada Sistem Gerak; Fenomena dan Keterkaitan Sistem Saraf dengan Sistem Gerak Manusia

### Bab 7

#### Hormon dalam Reproduksi Manusia

Keterkaitan Struktur dan Fungsi Kelenjar Hormon dalam Reproduksi; Keterkaitan Struktur Organ pada Sistem Reproduksi

### Bab 8

#### Tumbuh Kembang Makhluk Hidup

Fenomena Pertumbuhan dan Perkembangan; Faktor yang Memengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Makhluk Hidup

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi  
Republik Indonesia, 2022  
Buku Panduan Guru Biologi untuk SMA/MA Kelas XI  
Penulis: Rini Solihat, dkk.  
ISBN: 978-602-427-895-3

# Panduan Umum



## A. Pendahuluan

### 1. Latar Belakang dan Tujuan Buku Guru Terkait dengan Buku Siswa

Peran penting Biologi dalam kurikulum nasional secara eksplisit dinyatakan dalam Rasional Mata Pelajaran Biologi SMA/MA/Program Paket C. Peran penting yang dimaksud adalah *...Biologi digunakan untuk memahami, mengatasi, dan mengelola tantangan sumber daya alam, kualitas lingkungan, kesehatan dan penyakit, pencegahan dan penanggulangan penyakit, serta penggunaan teknologi biologi yang dihadapi masyarakat pada abad ke-21. Selain itu, Biologi digunakan dalam mempertahankan keanekaragaman hayati, kelestarian ekosistem, kesejahteraan manusia dan organisme lain beserta populasinya, serta keberlanjutan sumber daya hayati yang dimiliki Indonesia...*

Buku Teks Biologi Kurikulum Merdeka yang ditujukan untuk peserta didik Kelas XI dikembangkan untuk mengakomodasi peran penting tersebut. Penyajian materi di dalam Buku Teks Biologi Kelas XI dikemas secara sistematis, setiap bab diawali dengan informasi kontekstual yang diharapkan dapat menstimulus rasa ingin tahu peserta didik. Ragam aktivitas yang disajikan di dalam Buku Teks Biologi Kelas XI diharapkan memberi pengalaman belajar yang autentik untuk peserta didik. Melalui pengalaman belajar autentik tersebut diharapkan setiap peserta didik terlatih untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Implikasinya peserta didik secara personal memiliki bekal menghadapi kehidupannya dan menjadi bagian dari sumber daya manusia Indonesia yang berkualitas dan berdaya saing. Arah pembangunan sumber daya manusia Indonesia yang berkualitas dan berdaya saing tersebut sejalan dengan salah satu agenda dari tujuh agenda pembangunan nasional Indonesia 2020-2024 (BPS, 2021).

Buku Guru ini disusun untuk memberikan gambaran kepada guru tentang beberapa komponen yang senantiasa harus diketahui, dipersiapkan dan dikuasai oleh guru ketika akan menggunakan Buku Teks Pelajaran Biologi Sekolah Menengah Atas Kelas XI Kurikulum Merdeka. Buku panduan ini terdiri dari dua bagian, yaitu panduan umum dan khusus.

Panduan Umum Buku Guru merupakan penjelasan tentang isi Buku Siswa secara umum. Terdapat empat komponen yang seyogyanya diperhatikan di dalam Panduan umum buku guru ini. Komponen yang dimaksud adalah pendahuluan, capaian pembelajaran Biologi sesuai dengan fase F yang

diharapkan dapat dicapai oleh peserta didik di kelas XI, penjelasan bagian-bagian buku siswa yang berisi fitur dan simbolnya, serta strategi pembelajaran secara umum yang dapat digunakan guru pada mata pelajaran Biologi.

Panduan Khusus Buku Guru merupakan penjelasan tentang isi Buku Teks Siswa secara spesifik setiap materi Biologi dalam setiap bab. Terdapat empat komponen spesifik terkait penjelasan materi Biologi di setiap bab. *Pertama*, gambaran umum yang mendeskripsikan tujuan pembelajaran, materi pokok, dan materi lain yang menjadi rujukan bab didalam buku siswa. *Kedua*, skema pembelajaran yang memuat tujuan pembelajaran, rancangan jumlah pertemuan, dan sumber belajar siswa. *Ketiga*, panduan pembelajaran untuk materi setiap bab di buku siswa yang menjadi acuan guru. Sejumlah komponen yang ada pada bagian ini adalah tujuan pembelajaran untuk setiap subbab, pengetahuan awal siswa, tahapan pembelajaran (apersepsi yang merupakan tahap pengenalan konsep, konstruksi konsep, internalisasi konsep, dan aplikasi konsep). Pada beberapa bab disediakan alternatif aktivitas yang dapat dipilih oleh Guru, disesuaikan dengan kondisi Siswa. *Keempat*, komunikasi antara guru dan orang tua/wali siswa.

## **2. Profil Pelajar Pancasila**

Profil Pelajar Pancasila adalah karakter dan kemampuan yang dibangun dalam keseharian dan dihidupkan dalam diri setiap individu peserta didik melalui budaya satuan pendidikan yang dibentuk dalam pembelajaran intrakurikuler, ekstrakurikuler, dan proyek penguata Profil Pelajar Pancasila menjadi acuan untuk guru dalam membangun karakter serta kompetensi peserta didik (Kemendikbud, 2021). Dengan merujuk pada Lampiran Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 009/H/Kr/2022 Tentang Dimensi, Elemen, dan Subelemen Profil Pelajar Pancasila pada Kurikulum Merdeka, penyusunan buku ini senantiasa memerhatikan aspek penerapan dan penanaman Profil Pelajar Pancasila dalam setiap dimensinya.

### **Dimensi 1: Beriman, Bertakwa Kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan Berahlak Mulia**

Pada pendekatan pembelajaran dalam buku ini ditanamkan kesadaran akan pentingnya mensyukuri nikmat Tuhan YME berupa tubuh yang sehat serta sumber daya alam yang lestari yang harus dijaga keberlanjutannya melalui pengamalan akhlak mulia dan ilmiah.

### **Dimensi 2: Berkebhinekaan Global**

Pada sejumlah aktivitas belajar dalam buku ini dilakukan pembiasaan untuk dapat bertukar pendapat dan bersikap terbuka terhadap perbedaan.

### **Dimensi 3: Bergotong-royong**

Pada sejumlah aktivitas belajar dalam buku ini dilakukan pembiasaan untuk dapat bekerja sama, berkomunikasi dan berkoordinasi melalui aktivitas kelompok.

### **Dimensi 4: Mandiri**

Pada sejumlah aktivitas belajar dalam buku ini dilakukan pembiasaan untuk dapat berinisiatif dan bekerja secara mandiri.

### **Dimensi 5: Bernalar Kritis**

Pada sejumlah aktivitas belajar dalam buku ini dilakukan pembiasaan untuk dapat secara kritis mengklarifikasi serta menganalisis gagasan dan informasi yang kompleks dan abstrak dari berbagai sumber.

### **Dimensi 6: Kreatif**

Pada sejumlah aktivitas belajar dalam buku ini dilakukan pembiasaan untuk peserta didik dapat mengeksplorasi dan mengekspresikan pikirannya dalam bentuk karya gagasan, baik berupa karya performa maupun produk digital.

## **3. Karakter Spesifik Mata Pelajaran Biologi SMA/MA/ Program Paket C**

Biologi adalah kajian fenomena kehidupan dan makhluk hidup yang mencakup struktur, fisiologi, morfologi, ruang hidup, serta asal muasal dan distribusinya. Biologi juga mengkaji makhluk hidup dan karakteristik kehidupannya dari masa ke masa. Cakupan materi biologi pada fase F meliputi struktur sel, bioproses dalam sel, genetika, evolusi, sistem organ, struktur, fisiologi pada manusia, pertumbuhan dan perkembangan, serta inovasi teknologi biologi.

Merujuk pada hakikat sains sebagai proses dan produk, maka ada dua elemen dalam mata pelajaran ini yang mencakup (1) pemahaman biologi (Mencakup materi keanekaragaman hayati dan peranannya, virus dan peranannya, perubahan lingkungan, ekosistem, bioteknologi, biologi sel, sistem organ pada manusia, evolusi, genetika, pertumbuhan dan perkembangan, serta inovasi teknologi biologi) dan (2) keterampilan proses. (Keterampilan saintifik yang mencakup (1) mengamati, (2) mempertanyakan dan

memprediksi, (3) merencanakan dan melakukan penyelidikan, (4) memproses dan menganalisis data dan informasi, (5) mengevaluasi dan merefleksikan dan (6) mengomunikasikan hasil).

## B. Capaian Pembelajaran

### 1. Capaian Pembelajaran per Fase F

Pada struktur Kurikulum Merdeka, pembelajaran di tingkat SMA Kelas XI masuk ke dalam fase F. Capaian pembelajaran Biologi pada fase F meliputi elemen pemahaman Biologi dan keterampilan proses untuk membangun dan menamkan sikap ilmiah dan Profil Pelajar Pancasila. Capaian pembelajaran lebih lanjut disajikan dalam tabel berikut:

Elemen	Elemen Capaian Pembelajaran
Pemahaman Biologi	Pada akhir fase F, peserta didik memiliki kemampuan mendeskripsikan struktur sel serta bioproses yang terjadi seperti transpor membran dan pembelahan sel; menganalisis keterkaitan struktur organ pada sistem organ dengan fungsinya serta kelainan atau gangguan yang muncul pada sistem organ tersebut; memahami fungsi enzim dan mengenal proses metabolisme yang terjadi dalam tubuh; serta memiliki kemampuan menerapkan konsep pewarisan sifat, pertumbuhan dan perkembangan, mengevaluasi gagasan baru mengenai evolusi, dan inovasi teknologi biologi.
Keterampilan proses	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengamati Mampu memilih alat bantu yang tepat untuk melakukan pengukuran dan pengamatan. Memperhatikan detail yang relevan dari objek yang diamati.</li> <li>2. Mempertanyakan dan memprediksi Merumuskan pertanyaan ilmiah dan hipotesis yang dapat diselidiki secara ilmiah.</li> <li>3. Merencanakan dan melakukan penyelidikan Peserta didik merencanakan dan memilih metode yang sesuai berdasarkan referensi untuk mengumpulkan data yang dapat dipercaya, mempertimbangkan resiko serta isu-isu etik dalam penggunaan metode tersebut. Peserta didik memilih dan menggunakan alat dan bahan, termasuk penggunaan teknologi digital yang sesuai untuk mengumpulkan serta mencatat data secara sistematis dan akurat.</li> </ol>

Elemen	Elemen Capaian Pembelajaran
	<p>4. Memproses, menganalisis data dan informasi Menafsirkan informasi yang didapatkan dengan jujur dan bertanggung jawab. Menggunakan berbagai metode untuk menganalisa pola dan kecenderungan pada data. Mendeskripsikan hubungan antar variabel serta mengidentifikasi inkonsistensi yang terjadi. Menggunakan pengetahuan ilmiah untuk menarik kesimpulan yang konsisten dengan hasil penyelidikan.</p> <p>5. Mengevaluasi dan refleksi Mengevaluasi kesimpulan melalui perbandingan dengan teori yang ada. Menunjukkan kelebihan dan kekurangan proses penyelidikan dan efeknya pada data. Menunjukkan permasalahan pada metodologi dan mengusulkan saran perbaikan untuk proses penyelidikan selanjutnya.</p> <p>6. Mengomunikasikan hasil Mengomunikasikan hasil penyelidikan secara utuh termasuk di dalamnya pertimbangan keamanan, lingkungan, dan etika yang ditunjang dengan argumen, bahasa serta konvensi sains yang sesuai konteks penyelidikan. Menunjukkan pola berpikir sistematis sesuai format yang ditentukan.</p>

## 2. Capaian Pembelajaran per Tahun

Capaian pembelajaran Biologi untuk fase F ini kemudian diturunkan menjadi capaian pembelajaran Biologi per tahun. Untuk tahun pertama di Kelas XI, peserta didik diharapkan memiliki kemampuan mendeskripsikan bioproses yang terjadi dalam sel, menganalisis keterkaitan struktur dan fungsi organ pada sistem organ serta kelainan atau gangguan yang muncul pada sistem organ tersebut serta memiliki kemampuan menerapkan konsep pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup dalam kehidupan sehari-hari.

## 3. Alur Tujuan Pembelajaran per Tahun

Tujuan pembelajaran per tahun dirumuskan dalam delapan bab pembelajaran yang disusun berdasarkan runutan materi dengan cakupan dan batasan yang berpedoman pada capaian pembelajaran kurikulum Merdeka. Alur Tujuan Pembelajaran dirumuskan oleh penulis dan merupakan alternatif yang dapat digunakan oleh Guru dalam menyelenggarakan pembelajarannya. Di samping itu, Guru dapat menggunakan alternatif Tujuan Pembelajaran lainnya atau menyusun sendiri sesuai dengan karakteristik peserta didik, serta situasi dan kondisi sekolah.

**Pada pembelajaran Bab 1 tentang “Menjelajah Sel”, peserta didik diharapkan mampu:**

1. Melakukan pengamatan struktur sel dengan menggunakan mikroskop.
2. Mengevaluasi dan merefleksi kesimpulan hasil pengamatan dan membandingkannya dengan teori.
3. Mengomunikasikan hasil pengamatan struktur sel.
4. Menjelaskan struktur sel berdasarkan hasil penyelidikan.

**Pada pembelajaran Bab 2 tentang “Pergerakan Zat Melalui Membran”, peserta didik diharapkan mampu:**

1. Merumuskan pertanyaan ilmiah dan hipotesis yang dapat diselidiki tentang transpor membran.
2. Mengomunikasikan hasil penyelidikan tentang transpor membran menggunakan representasi yang sesuai.
3. Menganalisis transpor membran melalui kegiatan penyelidikan .

**Pada pembelajaran Bab 3 tentang “Regulasi pada Tumbuhan”, peserta didik diharapkan mampu:**

1. Merencanakan dan melakukan penyelidikan tentang keterkaitan struktur organ pada sistem organ tumbuhan dengan fungsinya.
2. Menganalisis data hasil penyelidikan tentang keterkaitan struktur organ pada sistem organ tumbuhan dengan fungsinya.
3. Mengomunikasikan hasil penyelidikan keterkaitan struktur organ pada sistem organ tumbuhan dengan fungsinya.

**Pada pembelajaran Bab 4 tentang “Transport dan Pertukaran Zat pada Tubuh Manusia”, peserta didik diharapkan mampu:**

1. Menganalisis keterkaitan peran antar sistem organ (sirkulasi, pernapasan, pencernaan dan ekskresi) pada proses transport dan pertukaran zat pada tubuh manusia.
2. Menyelidiki fenomena terkait proses transport dan pertukaran zat pada tubuh manusia beserta kelainannya.

**Pada pembelajaran Bab 5 tentang “Sistem Pertahanan Tubuh terhadap Penyakit”, peserta didik diharapkan mampu:**

1. Menganalisis keterkaitan peran antar komponen penyusun sistem pertahanan tubuh pada manusia.
2. Menyelidiki peran dan proses sistem tubuh dan kaitannya dengan penyakit.

**Pada pembelajaran Bab 6 tentang “Mobilitas pada Manusia”, peserta didik diharapkan mampu:**

1. Merumuskan pertanyaan dan hipotesis tentang keterkaitan organ dalam sistem saraf dan gerak pada manusia dengan fungsinya.
2. Merencanakan penyelidikan tentang keterkaitan organ dalam sistem saraf dengan fungsinya.
3. Mengomunikasikan hasil penyelidikan keterkaitan antara sistem gerak dan sistem saraf pada manusia.
4. Menganalisis kelainan atau gangguan terkait sistem saraf dan gerak manusia melalui penafsiran informasi atau data.

**Pada pembelajaran Bab 7 tentang “Hormon dalam Reproduksi Manusia”, peserta didik diharapkan mampu:**

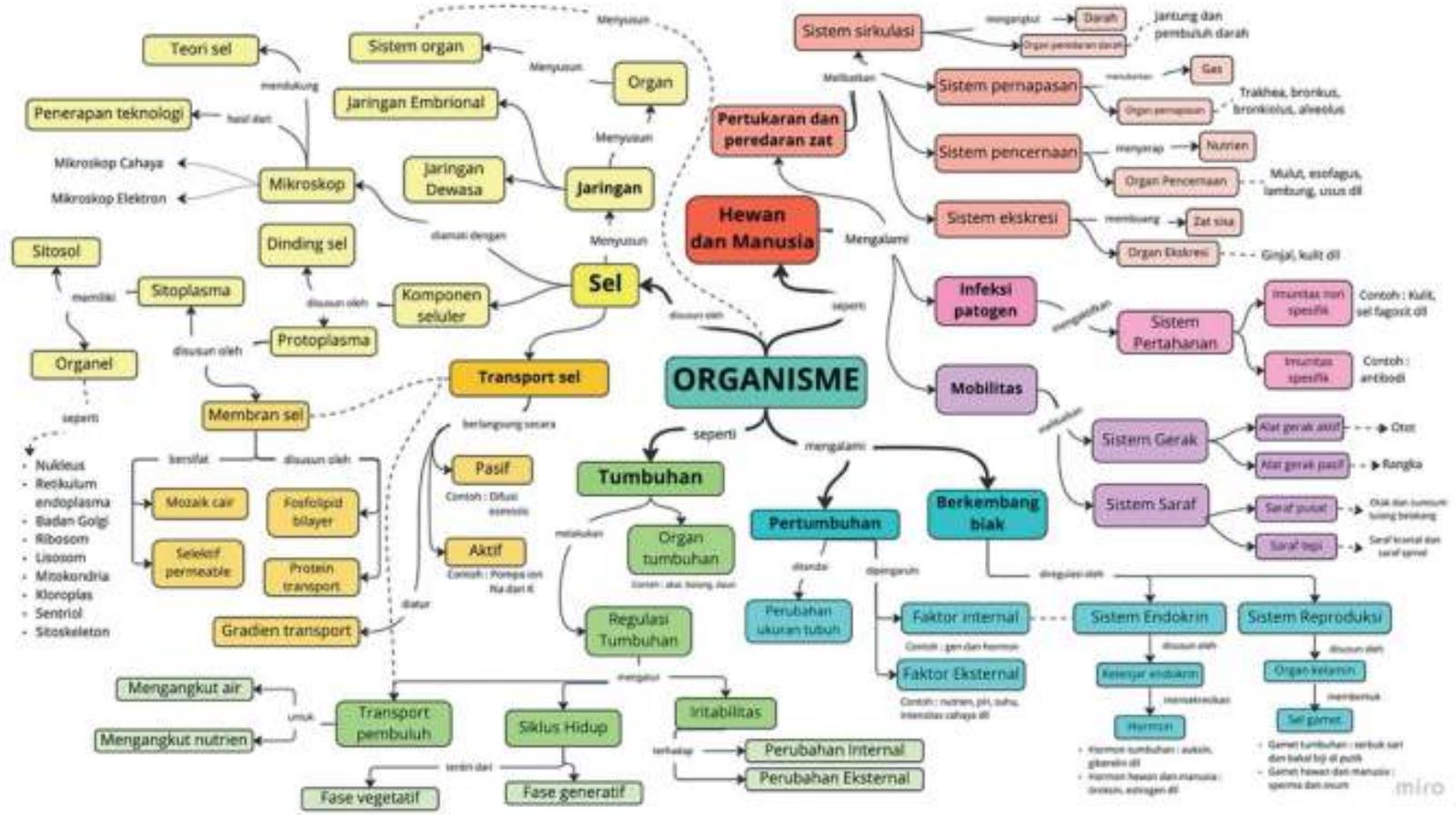
1. Merumuskan pertanyaan dan prediksi tentang keterkaitan fungsi hormon dengan struktur dan fungsi organ dalam sistem reproduksi manusia.
2. Menyelidiki keterkaitan fungsi hormon dengan struktur dan fungsi organ dalam sistem reproduksi manusia melalui hasil pengamatan.
3. Mengomunikasikan hasil penyelidikan keterkaitan fungsi hormon dengan struktur dan fungsi organ dalam sistem reproduksi manusia melalui hasil pengamatan
4. Menganalisis kelainan atau gangguan terkait fungsi hormon, struktur dan fungsi organ dalam sistem reproduksi berdasarkan analisis data primer (hasil observasi lapangan) maupun sekunder (jurnal/artikel).

**Pada pembelajaran Bab 8 tentang “Tumbuh Kembang Makhluk Hidup”, peserta didik diharapkan mampu :**

1. Menyelidiki proses pertumbuhan dan perkembangan pada makhluk hidup di sekitar.
2. Memprediksi pola pertumbuhan makhluk hidup berdasarkan data hasil penyelidikan.
3. Menganalisis informasi dan data terkait faktor faktor yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup dari berbagai sumber.
4. Mengevaluasi dan merefleksi hasil penyelidikan pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup berdasarkan data dan membandingkannya dengan teori.

## C. Penjelasan Buku Siswa

### 1. Mind Mapping Buku Siswa



## 2. Penjelasan Komponen dalam Buku Siswa

### Tujuan Pembelajaran

Terdapat pada awal bab yang menjadi arahan tercapainya kompetensi setelah mempelajari bab tersebut. Tujuan pembelajaran membantu kalian untuk memonitor perkembangan belajar kalian dalam bab tersebut yang akan dihubungkan dengan refleksi pada akhir pembahasan.

### Kata Kunci

Kata atau konsep yang merupakan kunci untuk dihubungkan dengan kata atau konsep lain. Pemahaman terhadap kata kunci menolong kalian untuk mengaitkan konsep yang satu dengan konsep lainnya.

### Peta Konsep

Peta Konsep yang terdapat pada awal bab merupakan diagram yang menunjukkan hubungan antar materi yang terdapat dalam setiap bab. Kalian perlu mencermati bagan materi ini untuk mendapatkan gambaran yang luas tentang isi bab tersebut.



#### Ayo Mengingat Kembali

Berbagai materi konseptual yang telah dipelajari di fase maupun pembelajaran sebelumnya yang terkait dan relevan dengan materi yang akan dipelajari pada bab terkait.



#### Ayo Bereksplorasi

Aktivitas untuk menyelidiki konsep dan fenomena Biologi yang berkaitan dengan pembahasan materi. Eksplorasi dilakukan dalam bentuk analisis penerapan konsep maupun penyelidikan dalam bentuk kegiatan praktikum.



#### Ayo Berpikir kritis

Aktivitas menganalisis informasi atau data terkait pembahasan materi guna merumuskan kesimpulan. Keterampilan ini perlu dilatih secara terus-menerus karena merupakan salah satu Profil Pelajar Pancasila.



### Ayo Berpikir kreatif

Aktivitas membuat ide atau alternatif solusi yang baru yang berbeda dari hal umum.



### Ayo Mencoba

Aktivitas terapan seperti kegiatan praktikum eksperimen maupun observasi baik secara langsung maupun virtual, untuk menerapkan dan menguatkan penguasaan konsep Biologi terkait.



### Ayo Berkomunikasi

Aktivitas bertukar pikiran dan mengemukakan gagasan secara lisan maupun tulisan serta beragam bentuk penyajian virtual kreatif, seperti media visual maupun video.



### Ayo Berkerja Sama

Aktivitas membangun kerja sama untuk menyelesaikan masalah atau menjawab pertanyaan dalam menguatkan pemahaman terkait materi yang dibahas.



### Tahukah kalian?

Informasi tambahan terkait dengan materi yang dipelajari yang merupakan bentuk penerapan konsep Biologi dalam suatu fenomena atau peristiwa.

### Refleksi

Pada akhir bab atau subbab, kalian akan diajak memikirkan kembali apa yang sudah dipelajari dan seberapa dalam/tepat pemahaman mereka atas pembelajaran pada bagian tersebut.

### Uji Kompetensi

Terdapat pada akhir bab, merupakan sarana bagi kalian untuk mengukur pencapaian kalian dalam topik bab. Kalian dapat mengerjakan sejumlah soal yang bervariasi dari yang sederhana hingga yang kompleks.

## **Pengayaan**

Kegiatan yang dapat digunakan untuk memperluas atau memperdalam wawasan dan pemahaman atas teori biologi yang sedang dipelajari. Materi pengayaan dapat bersifat sebagai pendalaman materi, penerapan dalam bidang teknologi/informatika, atau kegiatan eksplorasi/proyek.

## **D. Strategi Umum Pembelajaran**

### **1. Strategi Pembelajaran yang Digunakan dalam Buku**

Secara umum strategi pembelajaran yang dapat dikembangkan oleh guru pada mata pelajaran Biologi ini berfokus pada menstimulus dan memperkuat elemen yang tercantum dalam Capaian Pembelajaran. Elemen yang dimaksud adalah elemen Pemahaman Sains dan Keterampilan Proses. Menurut Rustaman dan Wulan (2007), pengembangan strategi pembelajaran Biologi haruslah memastikan peserta didik mengembangkan kemampuan bekerja ilmiah (*inkuiri*). Pendekatan inkuiri dan kontekstual dapat dipilih sebagai pendekatan yang sejalan dengan ragam aktivitas berbasis penerapan sains dalam kehidupan sehari-hari. Pendekatan tersebut berorientasi pada penggunaan bahan ajar yang sesuai dengan konstruksi berpikir dan ragam keterampilan kerja ilmiah yang diperlukan untuk penguasaan materi bahan ajar tersebut secara khusus dan pengembangan profil peserta didik secara umum.

Sejalan dengan prinsip pembelajaran Biologi tersebut, maka pemilihan dan penerapan model pembelajaran juga menjadi komponen penting. Model pembelajaran *discovery*, model pembelajaran berbasis masalah dan berbasis proyek dapat diterapkan sebagai alternatif strategi pembelajaran yang sejalan dengan fokus pengembangan bahan ajar dalam buku ini.

Kombinasi antara metode observasi, diskusi, ekspositori, dan praktikum diharapkan menjadi pilihan guru pada saat membelajarkan materi Biologi ini. Penugasan kepada siswa untuk melatih proses berpikirnya, diperkuat dengan refleksi serta pengayaan diharapkan dapat mengantarkan siswa memperoleh capaian pembelajaran yang sudah ditetapkan.

### **2. Petunjuk Aktivitas Pembelajaran di Kelas**

- a. Eksplorasi materi dan kompetensi peserta didik diarahkan untuk selalu dilakukan di awal dan sepanjang proses pembelajaran. Ragam aktivitas

yang disarankan diantaranya membaca literatur, tanya-jawab terbuka, berdiskusi tentang suatu permasalahan, melakukan observasi secara langsung, melakukan eksperimen, melakukan penyelidikan, serta mencermati gambar dan video.

- b. Petunjuk aktivitas pembelajaran di kelas dalam buku ini disajikan pada petunjuk khusus di setiap bab yang secara umum berisi komponen di bawah ini:
- 1) Skema pembelajaran, menyajikan matriks rangkuman rencana pembelajaran yang memuat tujuan pembelajaran, durasi pertemuan, cakupan materi, bentuk aktivitas dan jenis asesmen yang disarankan di setiap bab. Pada bagian skema ini guru dapat menetapkan strategi pembelajaran secara umum, penentuan alokasi waktu dan penilaian. Adapun durasi yang tertulis pada skema merupakan durasi relatif yang dapat disesuaikan dengan situasi dan kondisi di masing-masing sekolah.
  - 2) Prosedur kegiatan pembelajaran, memaparkan secara terperinci skenario kegiatan pembelajaran dari kegiatan awal, inti hingga penutup dengan melibatkan perspektif aktivitas guru dan peserta didik. Pada bagian ini ragam aktivitas pembelajaran dikemas ke dalam paket kegiatan pembelajaran yang terstruktur pada setiap pertemuan. Prosedur kegiatan juga dilengkapi dengan alternatif skenario yang dapat digunakan sebagai langkah antisipatif.
  - 3) Interaksi dengan orang tua, berisi panduan dan arahan terkait ruang dan batasan yang perlu guru sediakan dalam memfasilitasi interaksi pembelajaran dengan peran orang tua peserta didik. Pelibatan orang tua sangat penting dalam prinsip pelaksanaan Kurikulum Merdeka.
  - 4) Refleksi Guru, berisi pertanyaan kunci yang membantu guru untuk merefleksikan kegiatan pengajaran di kelas, misalnya: Apa yang telah berhasil dilakukan? Kesulitan apa yang dialami? Apa langkah yang perlu dilakukan untuk memperbaiki proses belajar? Apakah seluruh siswa mengikuti pelajaran dengan baik?
  - 5) Asesmen/Penilaian, berisi rincian komponen perangkat asesmen yang disarankan untuk digunakan dalam pembelajaran. Perangkat ini memuat rekomendasi bentuk asesmen formatif dan sumatif, instrumen penilaian (rubrik, lembar observasi dll), panduan jawaban untuk setiap aktivitas, contoh Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dan kunci jawaban uji kompetensi serta pengayaan.

## Contoh: Panduan aktivitas

Panduan jawaban pertanyaan praktikum:

No.	Pertanyaan	Kerangka Jawaban Benar
1.	Dari 5 bahan makanan yang telah diuji, bahan manakah yang mengandung karbohidrat?	Sesuai dengan pemilihan bahan makanan yang guru tentukan
2.	Bagaimana kesimpulan dari praktikum ini?	Kesimpulan dapat berupa penegasan kandungan karbohidrat pada bahan makan yang diuji maupun ciri pembeda indikator perbedaan kandungan makanan berdasarkan observasi hasil pengujian (contoh: perbedaan warna)

## Contoh: Rubrik Penilaian

3. Rubrik Kemampuan Menyimpulkan Hasil Percobaan

Tingkat Kemampuan.	Skor	Kriteria Capaian
Baik	4	Sesuai tujuan, sesuai data percobaan, dan sesuai teori.
Cukup	3	Sesuai tujuan, sesuai data percobaan, namun kurang sesuai teori.
Kurang	2	Sesuai tujuan, tidak sesuai percobaan, dan tidak sesuai teori.
Sangat Kurang	1	Tidak sesuai tujuan, tidak sesuai data percobaan, dan tidak sesuai teori.

Sumber: Wulan, A.R. (2020)

## Contoh: Kunci jawaban aktivitas

### Aktivitas 4.7

Ciri Struktur	Organ 1	Organ 2	Organ 3	Organ 4
Rambut	√	×	×	×
Epitel bersillia	×	√	×	√
Epitel pipih selapis	×	×	√	×
Kartilago	×	√	×	×
Kelenjar lendir	√	√	×	√

1. Rongga hidung
2. Trakhea
3. Alveolus
4. Bronkhiolus

Keterangan: √ = ada    × = tidak ada

## Contoh: Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

### LKPD Aktivitas 4.11

Nama : \_\_\_\_\_

Kelas : \_\_\_\_\_

### Mengukur Laju Napas

Tujuan Kegiatan : \_\_\_\_\_

Hasil Pengukuran Kelompok

Jenis Aktivitas : \_\_\_\_\_

No.	Nama	L/P	Jumlah Napas			Laju Pernapasan (Jumlah napas/menit)
			P-1	P-2	P-3	
1.						
2.						
3.						
dst.						
Rata-rata						

- 5) Pengayaan, berisi informasi singkat tentang materi pengayaan yang dapat digunakan guru sebagai tindak lanjut bagi peserta didik yang memiliki minat tinggi terhadap topik/kegiatan pembelajaran. Sumber pengayaan diperoleh dari beragam artikel ilmiah maupun artikel populer dari berbagai sumber yang terpercaya.
- 6) Bahan bacaan peserta didik dan guru, komponen ini adalah bagian akhir dari petunjuk aktivitas dalam panduan khusus di setiap bab. Pada bagian ini di setiap bab disajikan berbagai rekomendasi sumber-sumber bahan ajar pelengkap yang dapat peserta didik dan guru akses untuk mengeksplorasi materi ajar. Sumber tersebut berupa buku, tautan sumber bacaan digital, serta tautan video. Selain itu, disusun pula panduan keselamatan kerja sebagai panduan yang harus dibaca, dipahami dan diterapkan baik oleh guru maupun peserta didik terutama dalam pelaksanaan aktivitas baik di kelas, di laboratorium maupun di luar kelas.
- 7) Pembelajaran remedial dilakukan setelah diagnosis kesulitan belajar peserta didik oleh Guru melalui pemeriksaan hasil aktivitas belajar dalam satu bab. Berdasarkan pedoman Pembelajaran dan Asesmen Kemdikbud tahun 2022, pembelajaran remedial dapat diberikan jika ketuntasan belajar kurang dari 80%. Bentuk pembelajaran remedial yang disarankan, yakni dengan pemberian pembelajaran ulang menggunakan metode dan media yang berbeda (alternatif) jika jumlah peserta didik yang terdiagnosis memerlukan remedial lebih dari 50%; pemberian tugas-tugas kelompok, jika diantara 20-50%; pemberian bimbingan secara khusus, misalnya bimbingan perorangan jika peserta didik kurang dari 20%.

### Contoh: panduan keselamatan kerja

---

#### Panduan Keselamatan Kerja selama Aktivitas

1. Siapkan perlengkapan pertolongan pertama keselamatan di laboratorium dan pastikan kesediaan peralatan tersebut.
2. Pastikan peserta didik mengetahui cara penggunaan alat dan bahan untuk kegiatan praktikum.
3. Awasi peserta didik apabila menggunakan alat bersumber daya listrik dan alat bahan berbahaya.
4. Mintalah peserta didik untuk berhati-hati saat melaksanakan praktikum dan tidak bercanda di laboratorium.
5. Khusus untuk aktivitas yang melibatkan sampel segar, khususnya yang berasal dari tubuh hewan dan manusia (seperti darah), pastikan protokol kesehatan diterapkan dengan menerapkan prinsip aseptik untuk mencegah penularan penyakit, serta dengan memerhatikan penanganan limbah medis yang benar dengan tidak dicampur bersama sampah lainnya.

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi  
Republik Indonesia, 2022  
Buku Panduan Guru Biologi untuk SMA/MA Kelas XI  
Penulis: Rini Solihat, dkk.  
ISBN: 978-602-427-895-3

# Bab 1

## Menjelajah Sel

*Sumber gambar: CC 01/ US National Institute of Allergy and Infectious Diseases (2022)*

## A. Pendahuluan

### Tujuan Pembelajaran

---

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta didik diharapkan mampu:

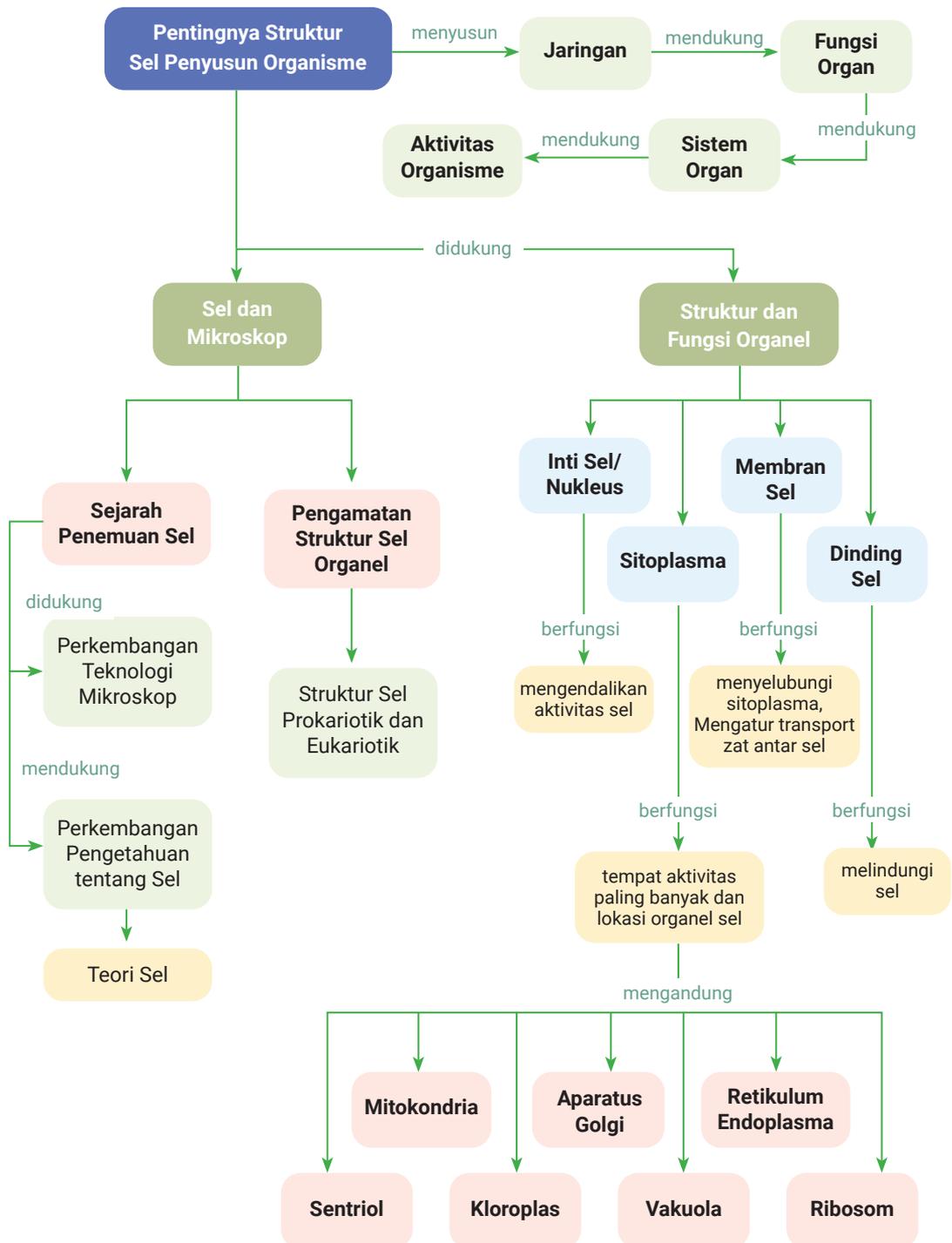
- a. Melakukan pengamatan struktur sel dengan menggunakan mikroskop.
- b. Mengevaluasi dan merefleksi kesimpulan hasil pengamatan dan membandingkannya dengan teori.
- c. Mengomunikasikan hasil pengamatan struktur sel menggunakan representasi gambar dalam tampilan statis.
- d. Menganalisis struktur sel berdasarkan hasil penyelidikan.

### Pokok Materi dan Hubungan antara Pokok Materi tersebut dalam Mencapai Tujuan Pembelajaran

---

Pokok materi dalam bab Menjelajah Sel ini meliputi pengamatan struktur sel, keterkaitan antara struktur dan fungsi sel, dan komposisi sel. Tiga pokok materi ini dipelajari oleh peserta didik melalui kegiatan penyelidikan. Keterampilan mengamati, menganalisis, dan mengevaluasi serta mengomunikasikan hasil penyelidikan diharapkan dapat dikuasai peserta didik melalui tiga pokok materi ini.

## Peta Konsep



## Gambaran Umum Bab

---

Semua organisme diketahui tersusun oleh sel. Walaupun organisme diketahui beragam jenisnya, sel penyusun organisme memiliki komponen dasar yang relatif sama. Pada pembelajaran Bab ini, berbagai persamaan dan perbedaan struktur sel organisme akan diamati oleh peserta didik. Subbab pada topik Menjelajah Sel disusun berjenjang mulai dari pengamatan struktur sel, sampai keterkaitan antara struktur dan fungsi sel, serta komposisi sel.

Materi mengenai menjelajah sel diajarkan dalam empat pertemuan. Pada pertemuan pertama, guru dapat menilai keterampilan awal peserta didik menggunakan mikroskop. Bagi peserta didik yang belum menguasai keterampilan mikroskop, guru dapat membimbing peserta didik melakukan aktivitas pengenalan mikroskop. Namun, jika peserta didik sudah menguasai keterampilan penggunaan mikroskop maka guru dapat mengajak peserta didik melakukan pengamatan struktur sel dengan mikroskop dan mengomunikasikan hasil pengamatan struktur sel menggunakan representasi gambar dalam tampilan statis. Pada pertemuan kedua peserta didik memahami struktur sel berdasarkan hasil penyelidikan serta mengevaluasi dan merefleksi kesimpulan hasil pengamatan dan membandingkannya dengan teori.

Asesmen terhadap capaian peserta didik dilakukan selama pembelajaran menggunakan teknik tes dan non tes. Teknik asesmen yang digunakan bergantung kepada jenis kemampuan Peserta didik yang akan di ases. Kemampuan konseptual dinilai melalui tes pada latihan subbab 1 dan non-tes berdasarkan hasil diskusi dan membaca pada Aktivitas 1.1, Aktivitas 1.2, Aktivitas 1.3, Aktivitas 1.4, Aktivitas 1.5, Aktivitas 1.6, Aktivitas 1.7, Aktivitas 1.8, Aktivitas 1.9, Aktivitas 1.10, Aktivitas 1.11, dan Aktivitas 1.12. Keterampilan peserta didik dinilai selama peserta didik melaksanakan Aktivitas 1.4, Aktivitas 1.5, dan Aktivitas 1.6. Selain itu, aspek sikap peserta didik juga dinilai selama kegiatan pembelajaran berdasarkan hasil observasi guru.

## B. Skema Pembelajaran

### 1. Subbab: Pengamatan Struktur Sel

#### Alokasi waktu: 2 Kali Pertemuan/6 Jam Pelajaran

Skema pembelajaran subbab Pengamatan Struktur Sel yang dipaparkan berikut ini merupakan gambaran untuk Guru dalam memandu aktivitas belajar Peserta didik yang menggunakan Buku Siswa. Guru seyogyanya mempelajari terlebih dahulu skema pembelajaran yang disediakan. Dasar pertimbangan Guru dalam menentukan skema pembelajaran yang digunakan tergantung kepada pengetahuan dan keterampilan awal peserta didik serta kelengkapan fasilitas praktikum yang tersedia. Jika skema pembelajaran alternatif yang ada tidak dapat dilakukan, Guru dapat memodifikasinya. Alokasi waktu yang dirancang, media pembelajaran yang digunakan tentu saja harus disesuaikan kembali oleh Guru.

Tabel 1.1 Skema Pembelajaran Materi Pengamatan Struktur Sel Alternatif 1

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu Per Unit (Menit)	Pokok- Pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
1. Peserta didik dapat melakukan pengamatan struktur sel dengan menggunakan mikroskop.	10	Objek pengamatan, alat untuk melakukan pengamatan (contoh: mikroskop cahaya), dan satuan unit pengukuran.	Peserta didik mempelajari gambar untuk membandingkan kisaran ukuran objek pengamatan, alat untuk mengamati objek, serta ukuran satuan unit pengukuran.	Tes (latihan soal 1.1) dan nontes (observasi keterampilan sains peserta didik selama kegiatan pengamatan*) dan pertanyaan instruksional selama pembelajaran.
2. Peserta didik dapat mengevaluasi kesimpulan hasil pengamatan dan membandingkannya dengan teori.	10	Metode dalam mempelajari sel, sitologi, metode sitologi.	Peserta didik membaca artikel mengenai aplikasi konsep di bidang sitologi untuk mendeteksi kanker secara dini.	*Rubrik terlampir

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu Per Unit (Menit)	Pokok-Pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
3. Peserta didik dapat mengomunikasikan hasil pengamatan struktur sel menggunakan representasi gambar dalam tampilan statis.	20	Mikroskop elektron, mikroskop cahaya ruang, mikroskop cahaya elektronik	Peserta didik bekerja sama mencari informasi tentang perbesaran dan resolusi gambar yang dihasilkan beberapa jenis mikroskop.	
4. Peserta didik dapat menganalisis struktur sel berdasarkan hasil penyelidikan.	40	Bagian-bagian mikroskop, fungsi bagian-bagian mikroskop	Peserta didik mempelajari bagian dan fungsi mikroskop cahaya di laboratorium sekolah.	
	40	Struktur sel yang akan diamati.	Peserta didik membuat rancangan kegiatan praktikum untuk membandingkan struktur sel organisme yang berbeda.	Nontes (rubrik penilaian rancangan penelitian dan observasi keterampilan peserta didik selama kegiatan pengamatan*) dan pertanyaan instruksional selama pembelajaran.
	40	Struktur sel yang telah diamati.	Peserta didik melaksanakan dan melaporkan kegiatan praktikum mengamati struktur sel.	*rubrik terlampir

**Tabel 1.2 Skema Pembelajaran Materi Pengamatan Struktur Sel Alternatif 2**

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu Per Unit (Menit)	Pokok-Pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
1. Peserta didik dapat melakukan pengamatan struktur sel dengan menggunakan mikroskop.	10	Objek pengamatan, alat pengamatan, dan satuan unit pengukuran.	Peserta didik memperhatikan gambar dengan saksama untuk membandingkan kisaran ukuran objek pengamatan, alat untuk mengamati objek, serta ukuran satuan unit pengukuran.	Tes dan nontes (observasi keterampilan sains peserta didik selama kegiatan pengamatan*).  *rubrik terlampir
2. Peserta didik dapat mengevaluasi kesimpulan hasil pengamatan dan membandingkannya dengan teori.	10	Metode dalam mempelajari sel, sitologi, metode sitologi.	Peserta didik membaca artikel mengenai aplikasi konsep di bidang sitologi untuk mendeteksi kanker secara dini.	Pertanyaan pada aktivitas bukan tes, tapi Pertanyaan di saat Pembelajaran ( <i>Instructional questions</i> )
3. Peserta didik dapat mengomunikasikan hasil pengamatan struktur sel menggunakan representasi gambar dalam tampilan statis.	40	Struktur sel yang akan diamati.	Peserta didik membuat rancangan kegiatan praktikum untuk membandingkan struktur sel organisme yang berbeda.	Nontes (rubrik penilaian rancangan penelitian dan observasi keterampilan peserta didik selama kegiatan pengamatan*) dan pertanyaan instruksional selama pembelajaran.  *rubrik terlampir
4. Peserta didik dapat menganalisis struktur sel berdasarkan hasil penyelidikan.	40	Struktur sel yang telah diamati.	Peserta didik melaksanakan dan melaporkan kegiatan praktikum mengamati struktur sel.	

## 2. Subbab: Keterkaitan antara Struktur dan Fungsi Sel

**Alokasi waktu: 1 Kali Pertemuan/3 Jam Pelajaran**

**Tabel 1.3 Skema Pembelajaran Materi Keterkaitan antara Struktur dan Fungsi Sel**

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu Per Unit (Menit)	Pokok-pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
1. Peserta didik mampu mengevaluasi dan merefleksi kesimpulan hasil pengamatan dan membandingkannya dengan teori.	35	Sel fotoreseptor, sel bipolar, sel ganglion, sel horizontal, sel amakrin, dan sel epitel pigmen retina.	Peserta didik melakukan eksplorasi, mempelajari gambar yang disediakan dan membaca teks yang diseiakan dengan saksama.	Pertanyaan pada aktivitas bukan tes, tapi Pertanyaan di saat Pembelajaran ( <i>Instructional questions</i> )
2. Peserta didik mampu memahami struktur sel berdasarkan hasil penyelidikan.	35	Mitokondria, gangguan pada mitokondria.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik melakukan eksplorasi dengan membaca teks yang berupa intisari penelitian.</li> <li>• Peserta didik menjawab pertanyaan terkait isi teks yang diberikan.</li> <li>• Peserta didik memerhatikan gambar yang disediakan dengan saksama.</li> </ul>	

### 3. Subbab: Komposisi Sel

Alokasi waktu: 1 Kali Pertemuan/3 Jam Pelajaran

Tabel 1.4 Skema Pembelajaran Materi Komposisi Sel

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu Per Unit (Menit)	Pokok-pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
1. Peserta didik dapat memahami struktur sel berdasarkan hasil penyelidikan	10	Membran plasma, sitoplasma, dan inti sel.	Peserta didik mempelajari struktur sel melalui video	Pertanyaan pada aktivitas bukan tes, tapi Pertanyaan di saat Pembelajaran ( <i>Instructional questions</i> ) (latihan 1.2)
	10	Membran plasma dan dinding sel.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Memerhatikan dengan saksama gambar struktur membran plasma yang disediakan.</li><li>• Mengubah informasi yang disajikan dalam bentuk gambar menjadi bentuk tabel.</li><li>• Mempelajari komposisi sel secara virtual.</li></ul>	
	15	Badan golgi, lisosom, dan kloroplas	Melakukan eksplorasi komposisi sel dari mikrograf yang tersedia secara virtual	

## C. Prosedur Kegiatan Pembelajaran

### 1. Subbab: Pengamatan Struktur Sel

Alokasi waktu: 2 Kali Pertemuan/6 Jam Pelajaran

#### a. Pertemuan 1: Kegiatan 1

##### 1) Persiapan mengajar

Sebelum kegiatan pembelajaran, Guru senantiasa mempelajari terlebih dahulu skema pembelajaran yang akan diimplementasikan. Guru memastikan kompetensi yang harus dikuasai peserta didik melalui materi di bab ini.

##### 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

###### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen diagnostik)

1. Arahkan peserta didik untuk memerhatikan gambar di halaman depan bab.
2. Mintalah peserta didik membaca pendahuluan bab.
3. Tanyakan kepada peserta didik mengenai gambar dan pendahuluan pada bab.
  - Bagaimanakah gambar tersebut diambil?
  - Berapakah perbesaran pada gambar tersebut?
4. Ajak peserta didik berpikir bahwa ada organisme-organisme kecil yang tidak dapat dilihat dengan mata langsung. Kemudian ajak peserta didik berpikir bahwa setiap manusia berasal dari satu sel yang terus membelah sehingga dapat menjadi manusia yang terdiri dari banyak sel.

###### Kegiatan Inti Pembelajaran

1. Mengajak peserta didik mengamati Gambar 1.2.
2. Minta peserta didik untuk berdiskusi sesuai panduan dan pertanyaan pada Aktivitas 1.1.
3. Minta peserta didik untuk mengemukakan jawaban Aktivitas 1.1 saat diskusi kelas.
4. Ajak peserta didik untuk mengerjakan Latihan 1.1.

5. Ajak peserta didik untuk membaca artikel dan menjawab pertanyaan pada Aktivitas 1.2.
6. Demonstrasikan penggunaan mikroskop cahaya.
7. Ajak peserta didik untuk bertanya mengenai mikroskop dan cara penggunaannya.
8. Minta peserta didik mempraktikkan cara memegang, menyimpan, dan menggunakan mikroskop dengan benar.

#### **Kegiatan Penutup (Refleksi, Evaluasi, dan Tindak lanjut)**

1. Ajaklah peserta didik untuk menarik kesimpulan mengenai struktur sel.
2. Kemudian, ajaklah peserta didik merefleksi hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.

### **b. Pertemuan 1: Kegiatan 2 (alternatif)**

#### **Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen diagnostik)**

1. Arahkan peserta didik untuk memperhatikan gambar di halaman depan bab.
2. Mintalah peserta didik membaca pendahuluan bab.
3. Tanyakan kepada peserta didik mengenai Gambar 1.1 dan pendahuluan pada bab.
  - Bagaimanakah gambar tersebut diambil?
  - Berapakah perbesaran pada gambar tersebut?
4. Ajak peserta didik berpikir bahwa ada organisme-organisme kecil yang tidak dapat dilihat dengan mata langsung. Kemudian ajak peserta didik berpikir bahwa setiap manusia berasal dari satu sel yang terus membelah sehingga dapat menjadi manusia yang terdiri dari banyak sel.

#### **Kegiatan Inti Pembelajaran**

1. Ajak peserta didik mengamati Gambar 1.2.
2. Minta peserta didik untuk berdiskusi sesuai panduan dan pertanyaan pada Aktivitas 1.1.
3. Minta peserta didik untuk mengemukakan jawaban Aktivitas 1.1 saat diskusi kelas.

4. Ajak peserta didik untuk mengerjakan Latihan 1.1.
5. Ajak peserta didik untuk membaca artikel dan menjawab pertanyaan pada Aktivitas 1.2.
6. Ajak peserta didik mendiskusikan rancangan praktikum sesuai panduan Aktivitas 1.5.
7. Minta peserta didik mengonsultasikan rancangan praktikumnya.

#### **Kegiatan Penutup (Refleksi, Evaluasi, dan Tindak lanjut)**

1. Ajaklah peserta didik menyimpulkan kegiatan pembelajaran hari ini.
2. Kemudian, peserta didik merefleksi hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.

### **c. Pertemuan 2: Kegiatan 1**

#### **Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen diagnostik)**

1. Arahkan peserta didik untuk mengingat kembali penggunaan mikroskop cahaya.
2. Ajak peserta didik berpikir bagaimana struktur sel pada hewan dan tumbuhan menjalankan fungsinya.

#### **Kegiatan Inti Pembelajaran**

1. Ajak peserta didik mendiskusikan rancangan praktikum sesuai panduan Aktivitas 1.5.
2. Minta peserta didik mengonsultasikan rancangan praktikumnya.
3. Minta peserta didik yang sudah disetujui rancangannya untuk melakukan kegiatan penyelidikan yang sudah direncanakan sesuai panduan Aktivitas 1.6.

#### **Kegiatan Penutup (Refleksi, Evaluasi, dan Tindak lanjut)**

1. Ajaklah peserta didik menyimpulkan kegiatan pembelajaran hari ini.
2. Kemudian, peserta didik juga diajak untuk merefleksi hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.

## **2. Subbab: Keterkaitan Antara Struktur dan Fungsi Sel** **Alokasi waktu: 1 Kali Pertemuan/3 Jam Pelajaran**

### **Pertemuan 3**

#### **Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen diagnostik)**

Tanyakan kepada peserta didik mengenai:

1. Bagaimana otak dan mata bersinergi untuk memungkinkan manusia dapat melihat.

#### **Kegiatan Inti Pembelajaran**

1. Ajak peserta didik untuk mengamati Gambar 1.7.
2. Minta peserta didik untuk menjawab pertanyaan pada Aktivitas 1.7.
3. Ajak peserta didik untuk membaca dan mempelajari intisari penelitian pada Aktivitas 1.8.
4. Minta peserta didik untuk menjawab pertanyaan pada Aktivitas 1.8.

#### **Kegiatan Penutup (Refleksi, Evaluasi, dan Tindak lanjut)**

1. Ajaklah peserta didik menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini, mengenai keterkaitan antara struktur dan fungsi sel.
2. Selain itu, peserta didik diminta untuk merefleksi hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.

## **3. Subbab: Komposisi Sel** **Alokasi waktu: 1 Kali Pertemuan/3 Jam Pelajaran**

### **Pertemuan 4**

#### **Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen diagnostik)**

Tanyakan kepada peserta didik mengenai:

1. Keberadaan struktur sel selain organel
2. Bagaimana organel dapat dilihat?

#### **Kegiatan Inti Pembelajaran**

1. Ajak peserta didik untuk mempelajari struktur sel melalui video yang ada pada Aktivitas 1.9.
2. Minta peserta didik untuk menjawab pertanyaan pada Aktivitas 1.9.
3. Ajak peserta didik untuk mengamati Gambar 1.9.

4. Minta peserta didik untuk menyajikan informasi ke dalam tabel pada Aktivitas 1.10.
5. Ajak peserta didik untuk mempelajari sitoplasma melalui video yang ada pada Aktivitas 1.11.
6. Minta peserta didik untuk menjawab pertanyaan yang ada pada Aktivitas 1.11.
7. Ajak peserta didik untuk menjawab pertanyaan pada latihan 2.
8. Ajak peserta didik untuk mengidentifikasi ultrastruktur sel pada Aktivitas 1.12.
9. Minta peserta didik untuk menggambar organel yang dilihat.
10. Minta peserta didik untuk menyajikan hasil pengamatannya yang sudah dielaborasi pada tabel.

#### **Kegiatan Penutup (Refleksi, Evaluasi, dan Tindak lanjut)**

1. Ajaklah peserta didik menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini, mengenai komposisi sel.
2. Selain itu, peserta didik diminta untuk merefleksi hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.

## **D. Interaksi dengan Orang tua**

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua terkait penugasan yang diberikan kepada anaknya. Untuk bab ini, dimohon kepada orang tua untuk bekerja sama membantu peserta didik menyiapkan bahan (bagian tumbuhan) yang digunakan ketika kegiatan pengamatan. Ketika peserta didik mendapat tugas untuk mencari informasi di internet, diharapkan orang tua juga ikut mengawasi agar peserta didik tidak membuka situs lain yang tidak mendidik atau berdampak buruk bagi peserta didik. Selain itu, Guru dapat mengomunikasikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab.

## E. Refleksi Guru

Guru perlu melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan pada bab ini untuk menemukan hal-hal yang menjadi kendala untuk diperbaiki pada pembelajaran selanjutnya. Guru juga perlu melakukan refleksi terhadap konsep-konsep yang sulit dipahami peserta didik dan cenderung menjadi miskonsepsi untuk dicatat dan ditekankan pada pembelajaran selanjutnya. Untuk mempermudah melakukan hal tersebut, Anda dapat menjawab pertanyaan berikut.

Kegiatan pembelajaran apa saja yang menurut Anda berhasil? Kesulitan apa yang Anda alami? Apa langkah yang perlu dilakukan untuk memperbaiki proses belajar? Apakah seluruh peserta didik mengikuti pembelajaran dengan baik? Berapa banyak peserta didik yang menurut Anda sudah berhasil? Berapa banyak peserta didik yang menurut Anda belum berhasil?

## F. Asesmen/Penilaian

### Waktu Penilaian:

#### 1. Setelah Pembelajaran (Sumatif)

Jenis	Bentuk	Aktivitas
Pengetahuan	Tes	Peserta didik menjawab Latihan di Subbab 1
Keterampilan	Non Tes	Keterampilan peserta didik dinilai melalui: <ul style="list-style-type: none"><li>• Rubrik Observasi &amp; Asesmen Kinerja Aktivitas 1.4</li><li>• Rubrik Penilaian Rancangan Penelitian Aktivitas 1.5</li><li>• Rubrik Penilaian Laporan Aktivitas 1.6</li></ul>
Sikap	Non Tes	Observasi

#### 2. Setelah Pembelajaran (Sumatif)

Jenis	Bentuk	Aktivitas
Pengetahuan	Tes	Uji Kompetensi

## Rubrik Penilaian

---

Penilaian dapat dimodifikasi, disesuaikan dengan kondisi masing-masing sekolah.

### Kunci Jawaban Aktivitas 1.1

1. Objek pengamatan yang tidak dapat diamati menggunakan mikroskop cahaya: virus T2 fag, protein, lipid, molekul-molekul kecil, dan atom.
2. Objek pengamatan yang dapat diamati menggunakan mikroskop cahaya : telur ikan, burung kolibri, manusia, paus biru, dan pohon pinus raksasa

### Kunci Jawaban Aktivitas 1.2

1. Judul artikel yang dibaca adalah Pemeriksaan Sitologi Aspiratif untuk Mendeteksi Kanker Paru melalui tautan: <http://ringkas.kemdikbud.go.id/PemeriksaanSitologi>
2. Para peneliti menggunakan beragam metode ketika melakukan penelitian di bidang sitologi.

### Kunci Jawaban Aktivitas 1.3

1. Perbesaran dan resolusi gambar dari objek yang diamati bergantung pada jenis mikroskop yang digunakan. Berdasarkan gambar 1.4 diketahui terdapat mikroskop elektron dan mikroskop cahaya atau dikenal juga sebagai mikroskop optik. Secara umum mikroskop cahaya hanya mampu melihat dengan perbesaran 1.000 kali. Secara teori mikroskop elektron dapat melihat hingga perbesaran 1.000.000 kali, namun banyak faktor-faktor lain mempengaruhi perbesaran ini sehingga perbesaran setinggi itu sulit untuk tercapai. Berikut adalah beberapa tautan situs yang dapat ditelusuri oleh Guru: <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/495-magnification-and-resolution> dan <http://web.ipb.ac.id/~tpb/files/materi/bio100/Materi/mikroskop.html>

### Kunci Jawaban Aktivitas 1.4

1. Nama-nama bagian mikroskop dan fungsinya:
  - a. Lensa okuler berfungsi untuk memperbesar bayangan yang dihasilkan oleh lensa objektif.
  - b. Tabung berfungsi sebagai penghubung antara lensa objektif dan lensa okuler

- c. Sekrup pengarah kasar berfungsi untuk menaikkan atau menurunkan badan mikroskop dengan cepat.
  - d. Sekrup pengarah halus berfungsi untuk menaikkan atau menurunkan badan mikroskop dengan lambat.
  - e. Revolver berfungsi untuk mengganti perbesaran lensa objektif.
  - f. Pegangan atau lengan mikroskop berfungsi untuk memegang mikroskop ketika memindahkan mikroskop.
  - g. Lensa objektif berfungsi untuk memperbesar bayangan benda.
  - h. Meja benda berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan preparat yang akan diamati.
  - i. Penjepit preparat berfungsi untuk menjepit preparat agar tidak bergeser ketika sedang melakukan pengamatan.
  - j. Kondensor berfungsi untuk mengumpulkan cahaya yang dipantulkan cermin.
  - k. Diafragma berfungsi untuk mengumpulkan cahaya dari cermin menuju preparat.
  - l. Sendi inklinasi berfungsi untuk mengatur derajat kemiringan dari mikroskop.
  - m. Cermin berfungsi untuk memantulkan sumber cahaya menuju kondensor.
  - n. Kaki berfungsi sebagai tempat untuk menyangga mikroskop.
2. Cara memegang, menyimpan, dan menggunakan mikroskop.  
 Cara memegang mikroskop adalah tangan kanan memegang bagian pegangan dan tangan kiri menopang mikroskop. Mikroskop dibawa di depan dada.

#### **Kunci Jawaban Aktivitas 1.7**

1. Jenis sel yang mendukung retina mata ada 6, yaitu sel fotoreseptor, sel bipolar, sel ganglion retina, sel horizontal, sel amakrin, dan sel pigmen retina.
2. Fungsi dari setiap sel tersebut berbeda.

#### **Kunci Jawaban Aktivitas 1.8**

1. Ya, mitokondria dalam sel-sel otot jantung sangat penting untuk mendukung fungsi organ jantung.

2. Informasi yang memperkuat dugaan bahwa mitokondria memiliki fungsi yang sangat penting:
  - a. Mitokondria memainkan peran penting dalam mempertahankan homeostasis jantung dengan mensuplai energi yang dibutuhkan untuk eksitasi-kontraksi jantung serta mengendalikan kelangsungan hidup dan kematian intraseluler.
  - b. Mitokondria yang sehat menghasilkan molekul ATP melalui proses aerobik yang dikenal sebagai fosforilasi oksidatif (OXPHOS).

### Kunci Jawaban Aktivitas 1.9

1. Ya, semua sel eukariotik memiliki membran plasma, sitoplasma, dan inti sel.
2. Fungsi membran plasma untuk melindungi sel, mengatur keluar masuknya molekul, dan sebagai tempat berlangsungnya reaksi respirasi dan oksidasi. Fungsi sitoplasma sebagai sumber bahan kimia sel dan tempat terjadinya reaksi metabolisme. Sedangkan fungsi inti sel untuk mengatur pembelahan sel, mengendalikan seluruh kegiatan sel, dan membawa informasi genetik serta replikasi DNA.
3. Ya, struktur membran plasma, sitoplasma, dan inti sel sama di setiap organisme.

### Kunci Jawaban 1.10

No.	Zona/Bagian	Komponen
1.	Hidrofilik	Kepala fosfat dari fosfolipid, sisi karbohidrat dari glikoprotein, dan protein perifer/integral.
2.	Hidrofobik	Ekor lipid dari fosfolipid.

### Kunci Jawaban 1.11

1. Kandungan sitoplasma sel tumbuhan adalah zat mirip jelly.
2. Fungsi sitoplasma sel tumbuhan adalah tempat organel-organel sel tumbuhan.
3. Ya, kandungan sitoplasma di setiap sel sama.

## **Kunci Jawaban 1.12**

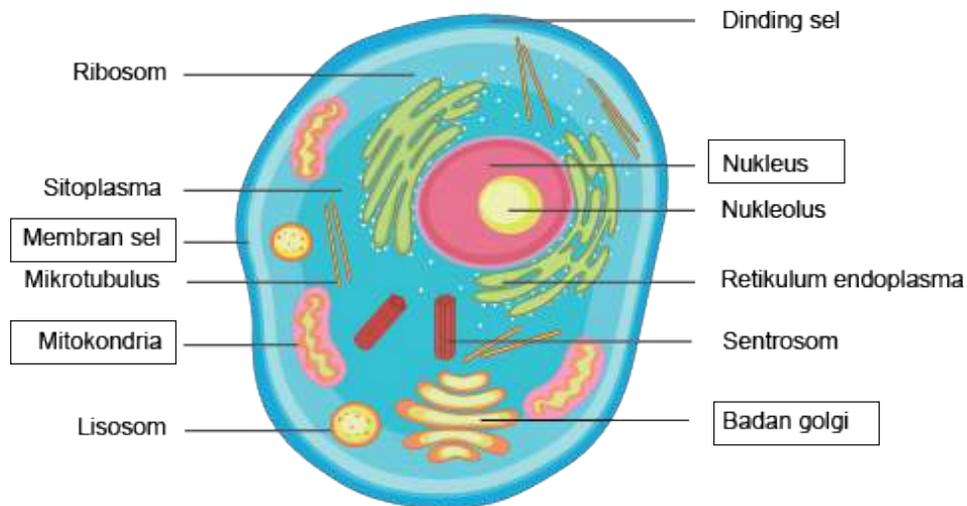
1. Gambar Hasil Pengamatan
2. Tabel hasil pengamatan dan literatur pendukung fungsi organel.

## **Kunci Jawaban Uji Kompetensi**

### **A. Jawaban**

1. Jika gambar yang terlihat saat pengamatan menggunakan mikroskop cahaya masih buram, maka untuk memperjelas objek yaitu dengan mengubah mikrometer. Mikrometer adalah pemutar halus untuk memfokuskan benda agar terlihat dengan jelas. Adapun makrometer atau pemutar kasar juga berfungsi memfokuskan benda yang diamati. Perbedaan keduanya pada kecepatannya untuk memfokuskan benda yang diamati.
2. Bagian sel yang ditunjuk dalam gambar tersebut adalah vakuola. Pada sel tumbuhan, vakuola memiliki berbagai fungsi, antara lain: sebagai tempat menyimpan cadangan makanan dan ion anorganik, seperti gula, protein, kalium, dan klorida; sebagai osmoregulator yakni penjaga nilai osmotik sel; dan berperan dalam proses sekresi hasil sisa metabolisme yang membahayakan sel. Jika vakuola rusak atau terganggu salah satunya akan berdampak pada terganggunya metabolisme dan pertumbuhan sel. Selain itu vakuola juga menjaga tekanan turgor sel. Tekanan turgor yang tinggi menyebabkan sel tegang, sedangkan tekanan turgor yang rendah menyebabkan sel menjadi kendur. Tekanan turgor yang rendah menyebabkan jaringan tumbuhan akan menjadi layu seperti pada kasus tumbuhan yang kurang mendapat air.
3. Jaringan sklerenkim terdiri atas sel-sel yang memanjang dengan dinding sel yang tebal dan ujungnya lancip. Antara sel yang satu dengan sel yang lain saling menyambung. Adanya lapisan dinding sekunder, berupa lignin pada jaringan sklerenkim dapat memperkuat tubuh tanaman sehingga jaringan sklerenkim termasuk jaringan penyokong.

## B. Anatomi Sel Hewan



jawaban kotak kosong dari kiri ke kanan

1. Membran sel
2. Mitokondria
3. Badan golgi/Komplek golgi
4. Membran inti/Nukleus

## G. Pengayaan

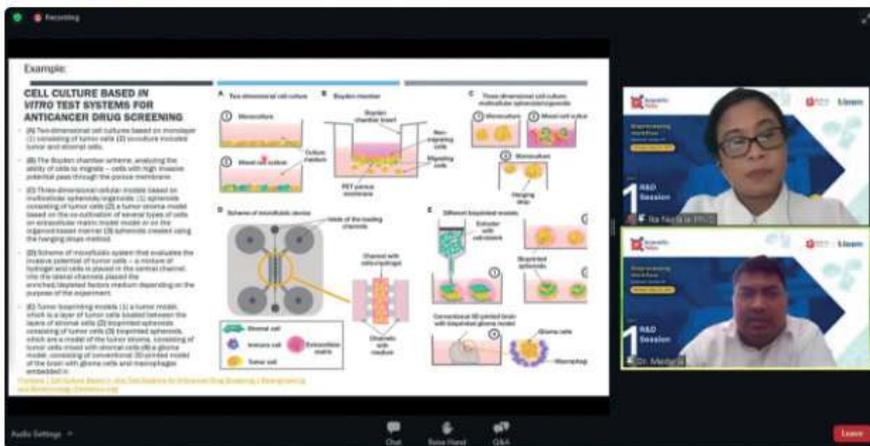
Sekarang ini perkembangan ilmu sangat pesat. Perkembangan ilmu didukung oleh perkembangan penelitian yang mendasarinya, termasuk sitologi yaitu ilmu tentang struktur dan fungsi sel. Berdasarkan berita yang dilansir dari laman Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang dapat kamu akses melalui tautan: <http://ringkas.kemdikbud.go.id/BRINTanamanObat> diketahui bahwa saat ini teknologi terbaru dalam penelitian sel sangat penting, terutama terkait proses penemuan obat.

**Beranda > Berita**

> Pengujian Berbasis Sel, Tahapan Penting Penemuan dan Pengembangan Obat

## Pengujian Berbasis Sel, Tahapan Penting Penemuan dan Pengembangan Obat

Diterbitkan pada 24 Mei 2022



Berdasarkan penelitian tersebut, menurut kalian, konsep dasar apakah yang paling penting untuk dipahami?

### H. Bahan Bacaan Peserta didik

Sumber bacaan utama adalah Buku Siswa Bab 1 tentang Jelajah Sel. Sebagai tambahan dapat menggunakan sumber bacaan/literatur yang relevan dengan materi Bab 1. Bacaan dapat diperoleh dari internet atau buku pengayaan yang ada di perpustakaan.

### I. Bahan Bacaan Peserta didik

Bahan bacaan pendukung untuk guru dapat menggunakan beragam sumber yang kredibel misal buku teks yang terkait dengan pokok materi bab ini. Beberapa artikel atau penggalan teks yang digunakan sebagai bahan bacaan peserta didik di buku siswa juga harus dipahami sebelumnya oleh guru.

### **Panduan Keselamatan Kerja selama Aktivitas**

1. Siapkan perlengkapan pertolongan pertama keselamatan di laboratorium dan pastikan kesediaan peralatan tersebut.
2. Perhatikan cara memegang dan memindahkan mikroskop dengan memberikan contoh pada peserta didik menggunakan kedua tangan. Tangan yang pertama memegang leher mikroskop, dan tangan yang kedua menumpu bagian bawah mikroskop.
3. Awasi peserta didik yang menggunakan mikroskop bersumberdaya listrik, pastikan tidak ada barang dan bahan cair yang tumpah ke mikroskop.
4. Mintalah peserta didik untuk berhati-hati saat memutar makrometer mikroskop agar kaca preparat tidak pecah.
5. Jika peserta didik memecahkan kaca preparat, minta peserta didik untuk segera mengganti kaca preparat dengan yang baru.
6. Mintalah peserta didik untuk berhati-hati saat membersihkan pecahan kaca preparat agar tidak terluka.
7. Apabila peserta didik terluka terkena benda tajam, segera berikan pertolongan pertama yakni cuci dengan air mengalir, jika pendarahan terjadi, posisikan bagian tubuh yang terluka di atas posisi jantung. Bersihkan luka dengan alkohol atau sejenisnya untuk menghindari infeksi. Balutlah luka setelahnya. Jika pendarahan masih terjadi, atau luka bersifat dalam dan parah, segera antarkan peserta didik ke pusat pelayanan kesehatan terdekat.
8. Terapkan pertolongan pertama pula jika peserta didik terluka karena bahan yang berbahaya, tetapi perlakukan luka sesuai dengan sifat bahan berbahaya yang menyebabkannya.
9. Pastikan peserta didik telah memahami lambang bahan-bahan yang ada di laboratorium.

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi  
Republik Indonesia, 2022  
Buku Panduan Guru Biologi untuk SMA/MA Kelas XI  
Penulis: Rini Solihat, dkk.  
ISBN: 978-602-427-895-3



## **Bab 2**

# **Pergerakan Zat melalui Membran Sel**

*Sumber gambar: kawalingpinoy.com/lalaine manalo (2018)*

## A. Pendahuluan

### Tujuan Pembelajaran

---

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta didik diharapkan mampu:

- a. Merumuskan pertanyaan ilmiah dan hipotesis tentang transpor zat melalui membran yang dapat diselidiki.
- b. Mengomunikasikan hasil penyelidikan tentang transpor zat melalui membran plasma menggunakan representasi yang sesuai.
- c. Menganalisis hasil penyelidikan tentang transpor zat melalui membran plasma

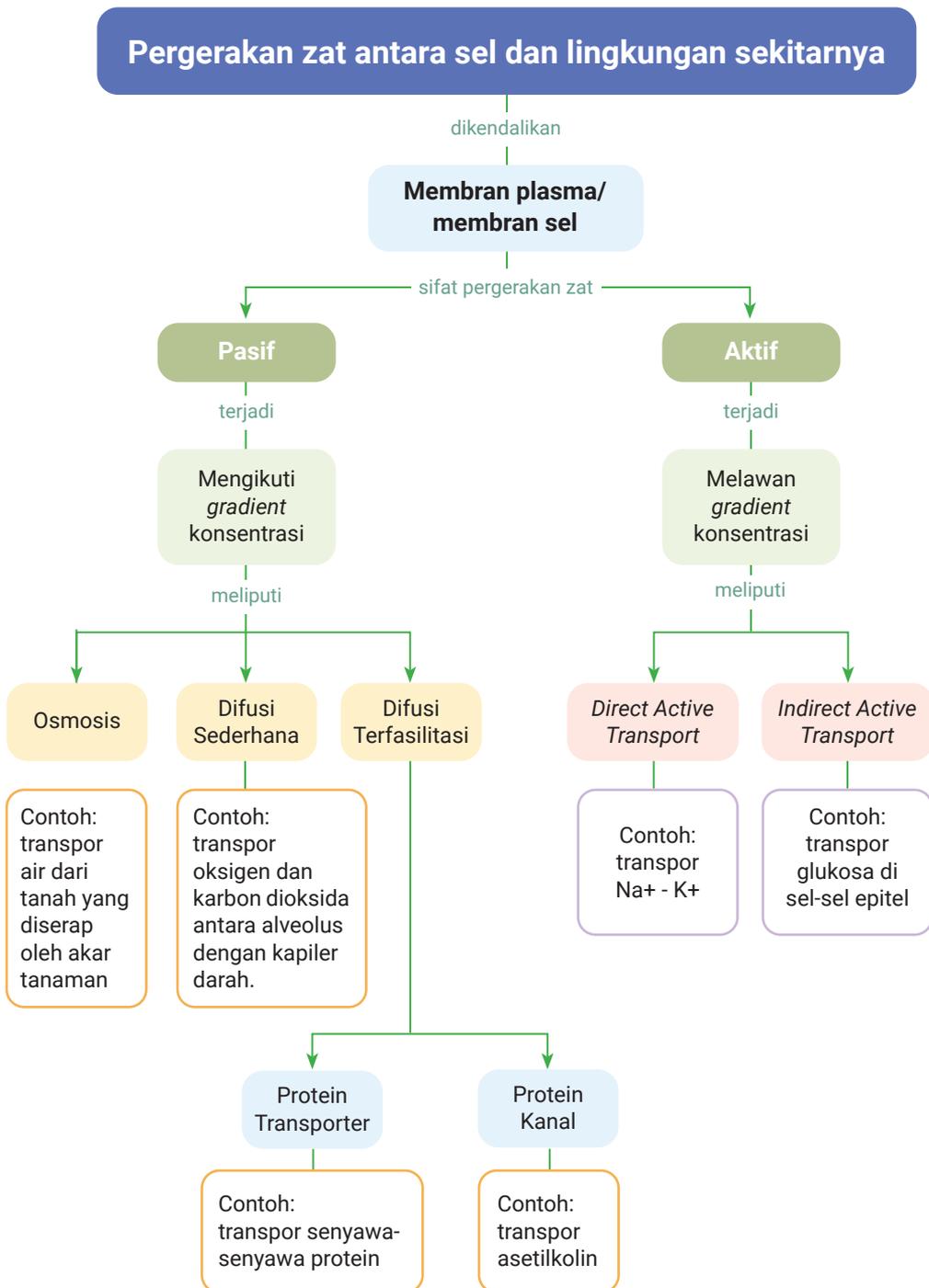
### Pokok Materi dan Hubungan antara Pokok Materi tersebut dalam Mencapai Tujuan Pembelajaran

---

Bab Pergerakan Zat melalui Membran mencakup dua pokok materi, yaitu transpor pasif dan transpor aktif. Peserta didik diharapkan dapat berlatih merencanakan dan melakukan penyelidikan ketika belajar pokok materi pertama. Selanjutnya peserta didik dapat berlatih menganalisis hasil penyelidikannya. Pengalaman belajar pokok materi pertama melalui metode ilmiah diharapkan dapat menstimulus keterampilan berpikir kritis peserta didik ketika belajar pokok materi kedua.

Dimensi profil pelajar pancasila yang dominan ditanamkan dalam pembelajaran pokok materi bab Pergerakan Zat melalui Membran adalah keterampilan berpikir kritis dan juga kolaboratif.

## Peta Konsep



## Gambaran Umum Bab

---

Sel adalah unit struktural dan fungsional organisme uniseluler serta merupakan bagian terkecil yang menyusun organisme multiseluler. Untuk mempertahankan kestabilan sel, dilakukan pemindahan zat atau molekul melalui transpor membran. Pokok materi disusun berjenjang dari yang sederhana menuju materi yang kompleks. Mulai dari mengingatkan lagi struktur membran plasma/membran sel, perbedaan konsep transpor pasif dan transpor aktif, serta contohnya.

Materi mengenai pergerakan zat melalui membran diajarkan dalam empat pertemuan. Pada pertemuan pertama Peserta didik mempelajari kondisi sel sebelum dan setelah osmosis dan proses osmosis. Pada pertemuan kedua Peserta didik mempelajari mengenai pengaruh osmosis terhadap makhluk hidup dan merancang kegiatan penyelidikan mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi osmosis. Pada pertemuan ketiga Peserta didik mempelajari mengenai faktor-faktor yang memengaruhi osmosis, mengenai proses difusi sederhana dan contohnya, serta proses difusi terfasilitasi dan contohnya. Pada pertemuan terakhir Peserta didik mempelajari mengenai transpor aktif beserta contoh-contohnya.

Kemampuan peserta didik pada aspek merumuskan pertanyaan ilmiah dan hipotesis, mengomunikasikan hasil penyelidikan, dan kemampuan menganalisis transpor membran melalui penyelidikan dinilai selama kegiatan pembelajaran. Kemampuan tersebut dinilai melalui aktivitas 2.4; aktivitas 2.5; aktivitas 2.9; dan aktivitas 2.10.

## B. Skema Pembelajaran

### 1. Subbab: Transpor Pasif

Alokasi waktu: 3 Kali Pertemuan/9 Jam Pelajaran

Tabel 2.1 Skema Pembelajaran Materi Transpor Pasif

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu Per Unit (Menit)	Pokok-pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
<p>1. Peserta didik dapat menghubungkan struktur dan fungsi membran plasma/sel setelah menyimak penjelasan guru, mencermati gambar membran plasma/sel, dan menjawab pertanyaan yang ada pada aktivitas.</p> <p>2. Peserta didik dapat menjelaskan kembali dua cara utama pergerakan zat melintasi membran plasma setelah mencermati gambar analogi yang tercantum pada buku.</p>	10	Hubungan antara struktur dan fungsi membran plasma/sel.	Peserta didik diarahkan melakukan eksplorasi terkait hubungan antara struktur dan fungsi membran plasma melalui gambar yang disediakan.	<p>Tes tidak dilakukan sambil belajar. Ini pertanyaan Instruksional dan nontes (observasi keterampilan sains Peserta didik selama kegiatan pengamatan dan analisis gambar*) dan pertanyaan terstruktur selama peserta didik melakukan aktivitas belajar.</p> <p>*Rubrik terlampir</p>
	5	Dua cara utama pergerakan zat.	Peserta didik memperhatikan dengan saksama gambar analogi dua cara utama agar zat dapat bergerak melintasi membran plasma/ membran sel.	
	10	Proses pembuatan manisan dan penyebab buah menjadi lunak serta terasa lebih manis.	Peserta didik melakukan studi literatur mengenai proses pembuatan manisan dan penyebab buah menjadi lunak dan terasa lebih manis. (Jika sudah memiliki dugaan sementara, lanjutkan saja ke aktivitas berikutnya.)	

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu Per Unit (Menit)	Pokok-pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
3. Peserta didik dapat menguraikan proses yang terjadi pada sel ketika pembuatan manisan dilakukan setelah membaca literatur dari berbagai sumber.	20	Perbedaan kondisi sel sebelum dan setelah terjadinya osmosis.	Peserta didik merancang dan melakukan kegiatan penyelidikan untuk memahami kondisi sel sebelum dan setelah osmosis.	
4. Peserta didik dapat membandingkan kondisi sel sebelum dan setelah osmosis setelah kegiatan penyelidikan dan diskusi kelompok. 5. Peserta didik dapat menjelaskan proses terjadinya osmosis setelah mengamati dan menganalisis gambar representasi proses osmosis secara berkelompok, dan mempresentasikannya 6. Peserta didik dapat memberikan contoh mengenai proses osmosis dalam kehidupan sehari-hari dengan tepat dalam diskusi kelompok.	65	Proses terjadinya osmosis.	Peserta didik mengamati, menganalisis, dan mendiskusikan gambar representasi proses osmosis.	

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu Per Unit (Menit)	Pokok-pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
<p>1. Peserta didik dapat menjelaskan pengaruh osmosis terhadap sel tumbuhan dan hewan setelah mengamati dan menganalisis gambar kondisi sel dalam berbagai larutan yang memiliki potensial air yang berbeda.</p> <p>2. Peserta didik dapat merancang kegiatan penyelidikan mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi osmosis.</p>	20	Kondisi yang menyebabkan terjadinya osmosis.	Peserta didik menganalisis kondisi yang menyebabkan terjadinya perubahan pada struktur sel/osmosis.	<p>Tes tidak dilakukan sambil belajar. Ini pertanyaan Instruksional dan nontes (observasi keterampilan sains Peserta didik selama kegiatan pengamatan dan analisis gambar dan merancang penyelidikan*) dan pertanyaan terstruktur yang diberikan selama peserta didik melakukan aktivitas belajar.</p> <p>*Rubrik terlampir</p>
	20	Pengaruh osmosis terhadap sel tumbuhan dan hewan.	Peserta didik mengamati dan menganalisis gambar kondisi sel (hewan dan tumbuhan), arah pergerakan H <sub>2</sub> O, serta kondisi struktur sel dalam berbagai larutan yang memiliki potensial air berbeda.	
	60	Faktor-Faktor yang mempengaruhi osmosis.	Peserta didik merancang penyelidikan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi osmosis.	

<p>1. Peserta didik dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi osmosis setelah kegiatan penyelidikan berkelompok.</p> <p>2. Peserta didik mampu mengomunikasikan hasil penyelidikan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi osmosis menggunakan representasi yang sesuai.</p> <p>3. Peserta didik mampu menganalisis mengenai proses difusi sederhana setelah mencermati gambar, membaca, dan mendiskusikan proses dan contoh difusi sederhana.</p> <p>4. Peserta didik mampu menganalisis mengenai proses difusi terfasilitasi setelah mencermati gambar, membaca, dan mendiskusikan proses dan contoh difusi terfasilitasi.</p>	Dikerjakan di rumah atau luar kelas	Faktor-faktor yang memengaruhi osmosis.	Melakukan penyelidikan mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi osmosis.	<p>Tes dan nontes (observasi keterampilan sains Peserta didik selama kegiatan analisis gambar*) dan pertanyaan terstruktur selama peserta didik melakukan aktivitas belajar.</p> <p>*rubrik terlampir</p>
	40	Faktor-faktor yang memengaruhi osmosis.	Peserta didik mempresentasikan hasil penyelidikan mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi osmosis.	
	20	Difusi dan faktor-faktor yang memengaruhinya.	Peserta didik mencermati gambar, membaca, dan mendiskusikan mengenai proses difusi dan faktor-faktor yang memengaruhinya.	
	20	Difusi sederhana.	Peserta didik mencermati gambar, membaca, dan mendiskusikan mengenai proses difusi sederhana, perpindahan partikel, serta contoh difusi sederhana.	
	20	Difusi terfasilitasi.	Peserta didik mencermati gambar, membaca, dan mendiskusikan mengenai proses difusi terfasilitasi.	

## 2. Subbab: Transpor Aktif

Alokasi waktu: 1 Kali Pertemuan/3 Jam Pelajaran

Tabel 2.2 Skema Pembelajaran Materi Transpor Aktif

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu Per Unit (Menit)	Pokok - pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
1. Peserta didik dapat menganalisis mengenai transpor aktif setelah mencermati gambar representasi proses transpor aktif, menjawab pertanyaan, dan berdiskusi mengenai proses transpor aktif. 2. Peserta didik mampu membandingkan proses transpor aktif dan proses transpor pasif.	135	Proses transpor aktif	Peserta didik mempelajari dengan saksama gambar representasi proses transpor aktif, menjawab pertanyaan, dan mendiskusikan mengenai proses transpor aktif.	Tes dan nontes (observasi keterampilan sains Peserta didik selama kegiatan analisis gambar*) dan pertanyaan terstruktur yang diberikan kepada peserta didik selama aktivitas belajar. *rubrik terlampir

## C. Prosedur Kegiatan Pembelajaran

### 1. Subbab: Pengamatan Struktur Sel

Alokasi waktu: 2 Kali Pertemuan/6 Jam Pelajaran

#### a. Pertemuan 1: Kegiatan 1

##### 1) Persiapan mengajar

Sebelum kegiatan pembelajaran mempelajari skema pembelajaran yang akan diimplementasikan dalam proses pembelajaran untuk materi Bab 2 yaitu tentang Transpor Zat melalui membran plasma. Terdapat

beberapa sarana prasarana yang juga harus dipersiapkan untuk kegiatan penyelidikan dan diskusi hasil kegiatan penyelidikan. Alat praktikum (timbangan, penggaris, air, larutan glukosa atau larutan lain dalam berbagai konsentrasi (disesuaikan dengan desain penelitian yang dibuat oleh peserta didik), bahan praktikum (kentang atau berbagai jenis umbi-umbian). Penilaian Peserta didik selama kegiatan pembelajaran dapat dilakukan dengan menggunakan rubrik penilaian yang telah disediakan atau dapat disesuaikan dengan kebutuhan guru.

## 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen Diagnostik)

1. Arahkan peserta didik untuk memperhatikan gambar di bagian halaman depan bab dan membaca pendahuluan bab.
2. Tanyakan kepada peserta didik gambar manisan yang ada pada bagian halaman depan.
  - Gambar produk olahan makanan apakah yang kalian lihat?
  - Bagaimanakah proses pembuatan manisan mangga tersebut?
  - Bagaimanakah tekstur awal mangga sebelum dijadikan manisan? Bagaimanakah tekstur mangga tersebut setelah dijadikan manisan?
  - Mengapa terjadi perubahan tekstur pada mangga tersebut?
3. Ajaklah peserta didik untuk mengingat dan berpikir mengenai sel, membran sel, dan keterkaitan antara struktur membran sel dengan cara pergerakan zat melintasi membran sel. Kemudian ajaklah peserta didik untuk memikirkan bagaimana jika tidak terjadi pergerakan zat di dalam sel. Tekankan kepada peserta didik mengenai pentingnya perpindahan zat dalam menjaga proses-proses yang terjadi di dalam tubuh. Setelah itu, ajak peserta didik untuk memikirkan keterkaitan antara energi dengan perpindahan zat dan keterkaitannya dengan struktur membran yang dilintasi zat. Terakhir ajak peserta didik untuk memikirkan zat apa saja yang harus melintasi sel dan apa ada hubungan dengan jenis dan konsentrasi zat yang melintasi membran sel.

### Kegiatan Inti

1. Mengajak peserta didik untuk mencermati gambar analogi dua cara utama agar zat dapat melintasi membran plasma atau membran sel.
2. Mintalah peserta didik untuk melakukan studi literatur mengenai proses pembuatan manisan dan penyebab buah menjadi lunak dan terasa lebih manis (jika sudah memiliki dugaan sementara, lanjutkan saja ke aktivitas berikutnya).

3. Mintalah peserta didik untuk mempresentasikan jawaban mereka. Kemudian mintalah mereka untuk saling berdiskusi mengenai jawaban yang mereka buat. Perhatikan cara peserta didik berdiskusi untuk melatih kemampuan berpikir kritis dan kerja sama.
4. Setelah itu, minta peserta didik untuk merancang dan melakukan kegiatan penyelidikan untuk memahami kondisi sel sebelum dan setelah osmosis. Perhatikan cara peserta didik berdiskusi untuk melatih kemampuan berpikir kritis dan kerja sama. Tekankan pada ukuran dan tekstur bahan sebelum dan setelah osmosis.
5. Agar peserta didik dapat menggambarkan dan menjelaskan terjadinya peristiwa osmosis, mintalah mereka untuk mengamati, menganalisis, dan mendiskusikan representasi proses osmosis secara berkelompok. Kemudian hasil diskusi dibahas di kelas.
6. Tekankan pada peserta didik untuk bersyukur atas karunia Tuhan karena telah menciptakan proses transpor zat yang kompleks yang menjadikan sel-sel di dalam tubuh dapat bekerja dengan baik serta menjadikan proses transpor zat bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi Pembelajaran)**

Ajaklah peserta didik untuk merefleksi hal-hal yang telah dan belum dipahami pada pertemuan ini.

#### **(Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka diminta untuk menonton video mengenai pengaruh osmosis terhadap sel.
2. Bagaimana Peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan yang juga dilakukan di luar kelas.

## **b. Pertemuan 1: Kegiatan 2 (Alternatif)**

### **1) Persiapan mengajar**

Guru mempelajari skema pembelajaran Bab 2 khususnya Kegiatan 2 yang akan diimplementasikan. Terdapat beberapa sarana prasarana yang juga harus dipersiapkan sebelum kegiatan pembelajaran. Untuk apersepsi, guru dapat membawa contoh manisan sebagai bentuk penarikan perhatian peserta didik. Untuk kegiatan penyelidikan, dibutuhkan alat praktikum (timbangan, penggaris, air, larutan glukosa atau larutan lain dalam

berbagai konsentrasi (d disesuaikan dengan desain penelitian yang dibuat oleh peserta didik), bahan praktikum (kentang atau berbagai jenis umbi-umbian). Penilaian Peserta didik selama kegiatan pembelajaran dapat dilakukan dengan menggunakan rubrik penilaian yang telah disediakan atau dapat disesuaikan dengan kebutuhan guru.

## 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen diagnostik)

1. Arahkan peserta didik untuk mengingat produk olahan makanan berupa manisan apa saja yang sering mereka temui.
2. Tanyakan kepada peserta didik mengenai bahan, proses pembuatan, dan tekstur manisan tersebut.
  - Produk olahan makanan apakah yang sering kalian makan atau temui?
  - Bagaimanakah proses pembuatan manisan tersebut?
  - Bagaimanakah tekstur awal bahan utama sebelum dijadikan manisan? Bagaimanakah tekstur bahan utama tersebut setelah dijadikan manisan?
  - Mengapa terjadi perubahan tekstur pada mangga tersebut?
3. Ajaklah peserta didik untuk mengingat dan berpikir mengenai sel, membran sel, dan keterkaitan antara struktur membran sel dengan cara pergerakan zat melintasi membran sel. Kemudian ajaklah peserta didik untuk membayangkan bagaimana jika tidak terjadi pergerakan zat di dalam sel. Tekankan kepada peserta didik mengenai pentingnya perpindahan zat dalam menjaga proses-proses yang terjadi di dalam tubuh. Setelah itu, ajak peserta didik untuk membayangkan keterkaitan antara energi dengan perpindahan zat dan keterkaitannya dengan struktur membran yang dilintasi zat. Terakhir ajak peserta didik untuk membayangkan zat apa saja yang harus melintasi sel dan apa ada hubungan dengan jenis dan konsentrasi zat yang melintasi membran sel.

### Kegiatan Inti

1. Mengajak peserta didik untuk mencermati gambar analogi dua cara utama agar zat dapat melintasi membran plasma atau membran sel.
2. Mintalah peserta didik untuk melakukan studi literatur mengenai proses pembuatan manisan dan penyebab buah menjadi lunak dan terasa lebih manis (jika sudah memiliki dugaan sementara, lanjutkan saja ke aktivitas berikutnya).

3. Mintalah peserta didik untuk mempresentasikan jawaban mereka. Kemudian mintalah mereka untuk saling berdiskusi mengenai jawaban yang mereka buat. Perhatikan cara peserta didik berdiskusi untuk melatih kemampuan berpikir kritis dan kerja sama.
4. Setelah itu, minta peserta didik untuk merancang dan melakukan kegiatan penyelidikan untuk memahami kondisi sel sebelum dan setelah osmosis. Perhatikan cara peserta didik berdiskusi untuk melatih kemampuan berpikir kritis dan kerja sama. Tekankan pada ukuran dan tekstur bahan sebelum dan setelah osmosis.
5. Agar peserta didik dapat menggambarkan dan menjelaskan terjadinya peristiwa osmosis, mintalah mereka untuk mengamati, menganalisis, dan mendiskusikan representasi proses osmosis secara berkelompok. Kemudian hasil diskusi dibahas di kelas.
6. Tekankan pada peserta didik untuk bersyukur atas karunia Tuhan karena telah menciptakan proses transpor zat yang kompleks yang menjadikan sel-sel di dalam tubuh dapat bekerja dengan baik serta menjadikan proses transpor zat bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi & Evaluasi Pembelajaran)**

Ajaklah peserta didik untuk merefleksi hal-hal yang telah dan belum dipahami pada pertemuan ini.

#### **(Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka diminta untuk menonton video mengenai pengaruh osmosis terhadap sel.
2. Peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan.

## **c. Pertemuan 2**

### **1) Persiapan mengajar**

Guru mempelajari skema pembelajaran yang akan diimplementasikan di Pertemuan 2 ini. Terdapat sarana prasarana yang juga harus dipersiapkan sebelum kegiatan pembelajaran, yakni proyektor untuk menampilkan hasil penyelidikan dan diskusi Peserta didik. Penilaian Peserta didik selama kegiatan pembelajaran dapat dilakukan dengan menggunakan

rubrik penilaian yang telah disediakan atau dapat disesuaikan dengan kebutuhan guru.

## 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen diagnostik)

1. Arahkan peserta didik untuk mengingat hal yang pernah dialami ketika berendam terlalu lama di dalam air atau mencuci piring. Peserta didik diharapkan menjawab adanya perubahan kulit jari tangan yang terlihat menjadi mengeriput.



**Gambar 2.1** Jari yang mengeriput akibat adanya perpindahan air dari dalam sel ke luar sel

Sumber: [pixabay.com/ isaacfryxelius](https://pixabay.com/isaacfryxelius) (2022)

2. Tanyakan kepada peserta didik mengenai hal tersebut.
  - Apa yang terjadi pada kulit jari tangan kita jika berendam atau mencuci piring dalam waktu yang lama?
  - Apakah waktu terjadinya pengeriputan pada jari jika berendam di air biasa dengan di kolam renang yang berisi kaporit sama?
  - Mengapa hal tersebut terjadi? Apa yang membedakan antara kolam yang berisi air biasa dengan kolam renang yang berisi kaporit?
3. Ajaklah peserta didik untuk mengingat dan berpikir kembali mengenai proses osmosis. Kemudian ajaklah peserta didik untuk membayangkan bagaimana osmosis memengaruhi makhluk hidup. Tekankan kepada peserta didik mengenai pentingnya osmosis bagi makhluk hidup.

### Kegiatan Inti

1. Ajaklah peserta didik untuk mengamati dan menganalisis gambar kondisi sel dalam berbagai larutan yang memiliki potensial air yang berbeda (Gambar 2.4 pada Buku Siswa).
2. Setelah itu arahkan peserta didik untuk melakukan aktivitas 2.8, yakni membandingkan kondisi sel hewan dan sel tumbuhan dalam konsentrasi

larutan yang berbeda. Mintalah peserta didik untuk menganalisis arah pergerakan air, serta kondisi struktur sel dalam berbagai larutan yang memiliki potensial air berbeda.

3. Mintalah peserta didik untuk mempresentasikan jawaban mereka kemudian mintalah mereka untuk saling berdiskusi mengenai jawaban yang mereka buat. Perhatikan cara peserta didik berdiskusi untuk melatih kemampuan berpikir kritis dan kerja sama.
4. Setelah itu arahkan peserta didik untuk memikirkan apakah osmosis dipengaruhi oleh berbagai hal. Kemudian mintalah peserta didik untuk merencanakan penyelidikan untuk mengetahui faktor apa sajakah yang berpengaruh terhadap proses osmosis secara berkelompok. Minta juga peserta didik untuk mengonsultasikan hal tersebut bersama guru.
5. Kemudian, mintalah peserta didik untuk melaksanakan kegiatan penyelidikan yang telah mereka rancang di sekolah, di rumah. Mintalah peserta didik untuk membuat laporan kegiatan penelitikannya.
6. Tekankan pada kepeserta didik untuk bersyukur atas karunia Tuhan karena telah menciptakan proses transpor zat yang kompleks, yang menjadikan sel-sel di dalam tubuh dapat bekerja dengan baik, serta menjadikan proses transpor zat tersebut bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi & Evaluasi Pembelajaran)**

Ajaklah peserta didik untuk merefleksi hal-hal yang telah dan belum dipahami pada pertemuan ini.

#### **(Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka diminta untuk menonton video mengenai larutan hipotonis, hipertonis, dan isotonis serta dampaknya terhadap sel.
2. Bagi Peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan yang juga dilakukan di luar kelas.

## **d. Pertemuan 3**

### **1) Persiapan mengajar**

Perlu dijelaskan secara rinci identitas bukunya, tahun, judul buku dan Bab/sub bab apa yang perlu dipelajari untuk bagian ini. Terdapat beberapa sarana prasarana yang juga harus dipersiapkan sebelum kegiatan pembelajaran untuk kegiatan penyelidikan dan diskusi hasil kegiatan penyelidikan, yakni proyektor untuk menampilkan hasil penyelidikan

dan diskusi Peserta didik. Penilaian Peserta didik selama kegiatan pembelajaran dapat dilakukan dengan menggunakan rubrik penilaian yang telah disediakan atau dapat disesuaikan dengan kebutuhan guru.

## 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen diagnostik)

1. Ajak peserta didik untuk mengingat kembali mengenai proses osmosis dan hubungan antara potensial air dengan osmosis.
2. Tanyakan kepada peserta didik mengenai proses terjadinya osmosis dan hubungannya dengan potensial air.
  - Bagaimana perpindahan zat melalui osmosis?
  - Apa yang menyebabkan terjadi perpindahan zat tersebut?
  - Bagaimanakah hubungannya dengan potensial air?
3. Ajaklah peserta didik untuk mengingat dan berpikir kembali mengenai hal tersebut. Tekankan bahwa proses osmosis merupakan proses perpindahan zat dari konsentrasi tinggi menuju konsentrasi rendah melalui membran semipermeabel.

### Kegiatan Inti

1. Arahkan peserta didik untuk menyampaikan hasil penyelidikan mengenai faktor-faktor yang memengaruhi osmosis
2. Arahkan peserta didik untuk saling berdiskusi mengenai hasil penyelidikannya. Perhatikan cara peserta didik berdiskusi untuk melatih kemampuan berpikir kritis dan kerja sama. Tekankan penjelasan hubungan antara proses terjadinya osmosis dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.
3. Setelah itu, ajak peserta didik untuk mencermati gambar, membaca, dan mendiskusikan mengenai proses difusi dan faktor-faktor yang memengaruhinya (aktivitas 2.11), minta mereka untuk menjawab pertanyaan pada aktivitas tersebut secara berkelompok.
4. Kemudian mintalah peserta didik untuk mencermati gambar representasi proses difusi sederhana, membaca, dan mendiskusikan mengenai proses difusi sederhana, perpindahan partikel, serta contoh difusi sederhana pada aktivitas 2.12 dan aktivitas 2.13.
5. Setelah itu, mintalah peserta didik untuk mencermati dan menganalisis gambar representasi mekanisme perpindahan molekul zat glukosa

melalui difusi berfasilitas (Gambar 2.10 pada buku siswa) dan minta mereka untuk menjawab pertanyaannya.

6. Arahkan peserta didik untuk mengisi Tabel 2.4.
7. Mintalah peserta didik untuk mempresentasikan jawaban mereka. Kemudian mintalah mereka untuk saling berdiskusi mengenai jawaban yang mereka buat. Perhatikan cara peserta didik berdiskusi untuk melatih kemampuan berpikir kritis dan kerja sama.
8. Tekankan kepada peserta didik untuk bersyukur atas karunia Tuhan karena telah menciptakan proses transpor zat yang kompleks yang menjadikan sel-sel di dalam tubuh dapat bekerja dengan baik serta menjadikan proses transpor zat bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi & Evaluasi Pembelajaran)**

Ajaklah peserta didik untuk merefleksi hal-hal yang telah dan belum dipahami pada pertemuan ini.

#### **(Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka diminta untuk menonton video mengenai faktor-faktor yang memengaruhi osmosis.
2. Bagaimana Peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan yang juga dilakukan di luar kelas.

## e. Pertemuan 4

### 1. Subbab: Transpor Aktif

**Alokasi waktu: 1 Kali Pertemuan/3 Jam Pelajaran**

#### 1) Persiapan mengajar

Guru mempelajari Skema pembelajaran yang akan diimplementasikan di Pertemuan 4 materi Bab 2 ini. Terdapat beberapa sarana prasarana yang juga harus dipersiapkan sebelum kegiatan pembelajaran untuk kegiatan penyelidikan dan diskusi hasil kegiatan penyelidikan. Penilaian Peserta didik selama kegiatan pembelajaran dapat dilakukan dengan menggunakan rubrik penilaian yang telah disediakan atau dapat disesuaikan dengan kebutuhan guru.

#### 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

##### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen diagnostik)

1. Ajak peserta didik untuk mengingat kembali mengenai proses transpor pasif dan hubungannya dengan konsentrasi zat.
2. Tanyakan kepada peserta didik mengenai proses terjadinya transpor pasif dan hubungannya dengan konsentrasi zat.
  - Bagaimana perpindahan zat melalui transpor pasif?
  - Apa yang menyebabkan terjadi perpindahan zat melalui transpor pasif?
3. Ajaklah peserta didik untuk mengingat dan berpikir kembali mengenai hal tersebut. Tekankan bahwa proses transpor pasif merupakan proses perpindahan zat dari konsentrasi tinggi menuju konsentrasi rendah melalui membran semipermeabel atau tidak melalui membran semipermeabel tanpa menggunakan energi.

##### Kegiatan Inti

1. Ajaklah peserta didik untuk menganalisis gambar representasi proses transpor aktif (Gambar 2.11 pada buku siswa) dan gambar mekanisme perpindahan Natrium dan Kalium melintasi membran sel (Gambar 2.12). Lalu, minta mereka untuk menjawab pertanyaan yang tertera setelah gambar. Kemudian mintalah mereka untuk mendeskripsikan transpor aktif dengan bahasanya sendiri.
2. Mintalah peserta didik untuk mempresentasikan jawaban mereka. Kemudian mintalah mereka untuk saling berdiskusi mengenai jawaban yang mereka buat. Perhatikan cara peserta didik berdiskusi untuk

melatih kemampuan berpikir kritis dan kerja sama. Tekankan kepada peserta didik bahwa proses transpor aktif menggunakan energi atau ATP untuk dapat terjadi dan perpindahan zat dilakukan melalui pompa yang merupakan protein pada membran sel.

3. Setelah itu arahkan peserta didik untuk membaca mengenai transpor aktif menggunakan pompa dan transpor aktif menggunakan vesikel. Mintalah peserta didik untuk membandingkan keduanya.
4. Kemudian, mintalah peserta didik untuk kembali mempresentasikan jawaban mereka. Mintalah mereka untuk saling berdiskusi mengenai jawaban yang mereka buat. Perhatikan cara peserta didik berdiskusi untuk melatih kemampuan berpikir kritis dan kerja sama.
5. Tekankan pada peserta didik untuk bersyukur atas karunia Tuhan karena telah menciptakan proses transpor zat yang kompleks yang menjadikan sel-sel di dalam tubuh dapat bekerja dengan baik serta menjadikan proses transpor zat bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi & Evaluasi Pembelajaran)**

Ajaklah peserta didik untuk merefleksi hal-hal yang telah dan belum dipahami pada pertemuan ini.

#### **(Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka diminta untuk menonton video mengenai transpor aktif.
2. Bagaimana Peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan yang juga dilakukan di luar kelas.

## D. Interaksi dengan Orang Tua

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua terkait penugasan yang diberikan kepada anaknya. Untuk bab ini, penugasan yang perlu didampingi adalah penugasan pada kegiatan penyelidikan mengenai faktor-faktor yang memengaruhi proses osmosis. Ketika peserta didik mendapat tugas untuk mencari informasi di internet, diharapkan orang tua juga ikut mengawasi. Selain itu, Guru dapat mengomunikasikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab.

## E. Refleksi Guru

Guru perlu melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan pada bab ini untuk menemukan hal-hal yang menjadi kendala untuk diperbaiki pada pembelajaran selanjutnya. Guru juga perlu melakukan refleksi terhadap konsep-konsep yang sulit dipahami Peserta didik dan cenderung menjadi miskonsepsi untuk dicatat dan ditekankan pada pembelajaran selanjutnya. Untuk mempermudah melakukan hal tersebut, Anda dapat menjawab pertanyaan berikut.

Kegiatan pembelajaran apa saja yang menurut Anda berhasil? Kesulitan apa yang Anda alami? Apa langkah yang perlu dilakukan untuk memperbaiki proses belajar? Apakah seluruh peserta didik mengikuti pembelajaran dengan baik? Berapa banyak peserta didik yang menurut Anda sudah berhasil? Berapa banyak peserta didik yang menurut Anda belum berhasil?

## F. Asesmen/Penilaian

Secara umum terdapat dua jenis instrumen digunakan yaitu tes dan non tes. Tes digunakan untuk menilai kompetensi pengetahuan dan kompetensi berpikir peserta didik. Non tes digunakan untuk menilai kompetensi sikap dan keterampilan kinerja/psikomotor. Instrumen digunakan pada saat melakukan asesmen proses pembelajaran dan di akhir materi bab.

## Waktu penilaian:

### 1. Pada Saat/Proses (Formatif)

Jenis	Bentuk	Aktivitas
Pengetahuan	Pertanyaan Instruksional	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aktivitas 2.2</li><li>• Aktivitas 2.3</li><li>• Aktivitas 2.5</li><li>• Aktivitas 2.6</li><li>• Aktivitas 2.7</li><li>• Aktivitas 2.8</li><li>• Aktivitas 2.11</li><li>• Aktivitas 2.12</li><li>• Aktivitas 2.13</li><li>• Aktivitas 2.14</li><li>• Aktivitas 2.15</li><li>• Aktivitas 2.16</li><li>• Latihan 1.1</li><li>• Latihan 1.2</li></ul>
Keterampilan	Non Tes	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aktivitas 2.2</li><li>• Aktivitas 2.3</li><li>• Aktivitas 2.5</li><li>• Aktivitas 2.6</li><li>• Aktivitas 2.7</li><li>• Aktivitas 2.8</li><li>• Aktivitas 2.11</li><li>• Aktivitas 2.12</li><li>• Aktivitas 2.13</li><li>• Aktivitas 2.14</li><li>• Aktivitas 2.15</li><li>• Aktivitas 2.16</li></ul>
Sikap	Non Tes	Observasi

### 2. Setelah Pembelajaran (Sumatif)

Jenis	Bentuk	Aktivitas
Pengetahuan	Tes	Uji Kompetensi

**Rubrik penilaian yang digunakan untuk keterampilan sains atau keterampilan kinerja selama kegiatan diskusi.**

**1. Rubrik Menyusun Langkah Percobaan**

Tingkat Kemampuan	Skor	Kriteria Capaian
Istimewa	4	Langkah kerja sangat mengarah pada pencapaian tujuan percobaan, diuraikan secara sistematis, dan jelas.
Baik	3	Langkah kerja sangat mengarah pada pencapaian tujuan percobaan, meskipun diuraikan kurang sistematis, dan kurang jelas.
Cukup	2	Langkah kerja kurang mengarah pada pencapaian tujuan percobaan, uraian kurang sistematis, dan kurang jelas.
Kurang	1	Langkah kerja tidak mengarah pada pencapaian tujuan percobaan.

*Sumber: Wulan, A.R. (2020)*

**2. Rubrik untuk Menilai Kemampuan membuat Hipotesis**

Tingkat Kemampuan	Skor	Kriteria Capaian
Baik	4	Sesuai tujuan dan sesuai teori.
Cukup	3	Sesuai tujuan namun kurang sesuai teori.
Kurang	2	Kurang sesuai tujuan dan kurang sesuai teori.
Sangat kurang	1	Tidak sesuai tujuan dan tidak sesuai teori.

**3. Rubrik Kemampuan Menyimpulkan Hasil Percobaan**

Tingkat Kemampuan	Skor	Kriteria Capaian
Baik	4	Sesuai tujuan, sesuai data percobaan, dan sesuai teori.
Cukup	3	Sesuai tujuan, sesuai data percobaan, namun kurang sesuai teori.
Kurang	2	Sesuai tujuan, tidak sesuai data percobaan, dan tidak sesuai teori.
Sangat Kurang	1	Tidak sesuai tujuan, tidak sesuai data percobaan, dan tidak sesuai teori.

#### 4. Rubrik untuk Menilai Kemampuan Mengomunikasikan Hasil Percobaan

No	Indikator Penilaian	Skor			
		4 (Sangat baik)	3 (Baik)	2 (Sedang)	1 (Sangat baik)
1	Merumuskan tujuan percobaan	Tujuan percobaan jelas dan fokus pada hasil yang diharapkan	Tujuan percobaan jelas meskipun kurang fokus pada hasil yang diharapkan	Tujuan percobaan kurang jelas dan kurang fokus pada hasil yang diharapkan	Tujuan percobaan tidak jelas dan tidak fokus pada hasil yang diharapkan
2	Menjelaskan dasar teori	Teori dasar yang digunakan selaras dengan konsep inti percobaan dan penulisannya berkesinambungan	Teori dasar yang digunakan selaras dengan konsep inti percobaan meskipun penulisannya kurang berkesinambungan	Teori dasar yang digunakan kurang selaras dengan konsep inti percobaan dan penulisannya kurang berkesinambungan	Teori dasar yang digunakan tidak selaras dengan konsep inti percobaan dan penulisannya tidak berkesinambungan
3	Menyusun alat dan bahan	Alat dan bahan yang disusun lengkap, rinci, dan terstruktur	Alat dan bahan yang disusun lengkap dan rinci, meskipun kurang terstruktur	Alat dan bahan yang disusun kurang lengkap, kurang rinci, dan kurang terstruktur	Alat dan bahan yang disusun tidak lengkap, tidak rinci, dan tidak terstruktur
4	Menyusun langkah kegiatan	Langkah kegiatan sesuai dan terarah untuk menjawab tujuan penyelidikan/ percobaan	Langkah kegiatan sesuai namun kurang terarah untuk menjawab tujuan penyelidikan/ percobaan	Langkah kegiatan kurang sesuai dan kurang terarah untuk menjawab tujuan penyelidikan/ percobaan	Langkah kegiatan tidak sesuai dan tidak terarah untuk menjawab tujuan penyelidikan/ percobaan

5	Mengomunikasikan data percobaan	Data yang dikumpulkan sesuai tujuan pertanyaan/ dapat menjawab hipotesis penelitian (jika ada hipotesis yang diuji)	Data yang dikumpulkan kurang sesuai dengan tujuan pertanyaan/ dapat menjawab hipotesis penelitian (jika ada hipotesis yang diuji)	Data yang dikumpulkan kurang sesuai dengan tujuan pertanyaan/ kurang sesuai untuk menjawab hipotesis penelitian (jika ada hipotesis yang diuji)	Data yang dikumpulkan tidak sesuai tujuan pertanyaan/ tidak dapat menjawab hipotesis penelitian (jika ada hipotesis yang diuji)
6	Menganalisis variabel percobaan	Variabel percobaan dianalisis dengan argumentasi yang logis, terorganisir, dan dielaborasi dengan sumber lainnya	Variabel percobaan dianalisis dengan argumentasi yang logis meskipun kurang terorganisir dan/atau kurang dielaborasi dengan sumber lainnya	Variabel percobaan dianalisis dengan argumentasi yang kurang logis dan tidak terorganisir atau tidak dielaborasi dengan sumber lainnya	Variabel percobaan dianalisis dengan argumentasi yang tidak logis, tidak terorganisir, dan tidak dielaborasi dengan sumber lainnya
7	Menggunakan kepustakaan	Kepustakaan yang digunakan diambil dari sumber yang kredibel, melakukan penulisan sitasi dan sitasi selaras dengan daftar pustaka	Kepustakaan yang digunakan diambil dari sumber yang kurang terpercaya meskipun melakukan penulisan sitasi dan sitasi selaras dengan daftar pustaka	Kepustakaan yang digunakan diambil dari sumber yang kurang kredibel, tidak melakukan penulisan sitasi atau sitasi tidak selaras dengan daftar pustaka.	Kepustakaan yang digunakan diambil dari sumber yang tidak kredibel, tidak melakukan penulisan sitasi dan sitasi tidak selaras dengan daftar pustaka.
8	Menyusun kesimpulan	Kesimpulan sesuai tujuan percobaan dan dapat menggambarkan hasil percobaan.	Kesimpulan sesuai tujuan percobaan, namun kurang menggambarkan hasil percobaan.	Kesimpulan kurang sesuai tujuan percobaan dan tidak menggambarkan hasil percobaan.	Kesimpulan tidak sesuai tujuan percobaan dan tidak menggambarkan hasil percobaan.

## 5. Rubrik Menilai Kemampuan Berargumentasi dalam Berdiskusi Hasil Praktikum

Kategori Kemampuan	Skor	Kriteria Penilaian		
		Penggunaan data untuk mendukung argumentasi	Logika berpikir yang digunakan dalam argumentasi	Sistematika yang digunakan dalam argumentasi
Baik	4	Seluruh data yang relevan mendukung argumentasi yang disampaikan	Keseluruhan argumentasi sesuai dengan logika penalaran ilmiah	Keseluruhan argumentasi diuraikan dalam hubungan yang runtut sehingga mampu menjelaskan dengan baik rangkaian sebab-akibat
Cukup	3	Sebagian besar data yang relevan mendukung argumentasi yang disampaikan.	Sebagian besar argumentasi sesuai dengan logika penalaran ilmiah.	Sebagian besar argumentasi diuraikan dalam hubungan yang runtut dalam menjelaskan rangkaian sebab akibat.
Kurang	2	Hanya sebagian data yang relevan digunakan untuk mendukung argumentasi.	Hanya sebagian argumentasi yang sesuai dengan logika penalaran ilmiah (dapat diterima akal).	Hanya sebagian argumentasi diuraikan dalam hubungan yang runtut dalam menjelaskan rangkaian sebab akibat.
Sangat kurang	1	Argumentasi tidak didukung data hasil percobaan atau fakta yang disampaikan tidak relevan.	Argumentasi tidak sesuai dengan logika penalaran ilmiah (tidak dapat diterima akal).	Argumentasi tidak diuraikan dalam hubungan yang runtut dalam menjelaskan sebab akibat.

Sumber: Wulan, A.R. (2020)

### Kunci Jawaban Aktivitas 2.2

1. Zona tersebut adalah zona hidrofobik dan zona hidrofilik.
2. Komponen fosfolipid yang terdiri dari fosfat dan lipid.
3. Fosfolipid berfungsi untuk membentuk lapisan bilayer, protein integral berfungsi untuk transportasi molekul, rantai karbohidrat pada protein berfungsi untuk komunikasi dan transportasi sel.

### Kunci Jawaban Aktivitas 2.3

1. Tahapan yang harus dilakukan saat pembuatan manisan buah adalah perendaman dalam larutan kapur, pengeringan atau dehidrasi buah, pemberian banyak gula untuk menjaga agar buah tetap kering dan mencegah buah menyerap air dari lingkungannya.
2. Penyebab buah menjadi lebih lunak dan lebih manis ketika diolah menjadi manisan adalah adanya perpindahan air dari dalam sel ke larutan gula akibat adanya gradien konsentrasi. Keluarnya air ini juga menyebabkan manisan terasa lebih manis.

### Kunci Jawaban Aktivitas 2.6

1. Terdapat perbedaan konsentrasi molekul air dalam tabung U yang terpisah oleh membran semipermeabel.
2. Air cenderung akan berpindah dari konsentrasi air tinggi ke konsentrasi air rendah atau dari potensial air tinggi ke potensial air rendah.
3. Molekul air berpindah dari bagian kiri ke bagian kanan.
4. Molekul zat terlarut akan tetap, tidak terjadi perpindahan.

### Kunci Jawaban Aktivitas 2.8 (Tabel 2.2)

Sel	Ukuran Sel	Konsentrasi larutan			Arah Perpindahan Molekul Air
		Isotonik	Hipotonik	Hipertonik	
a	Tetap	√	–	–	Tidak terjadi perpindahan molekul air.
b	Sel hewan mengalami lisis, sedangkan sel tumbuhan mengalami turgid.	–	√	–	Air berpindah dari dari larutan menuju sel.
c	Menyusut	–	–	√	Air berpindah dari dalam sel ke luar sel.

**Kunci Jawaban Aktivitas 2.11.**

1. Penyebab perubahan warna tersebut adalah difusi warna teh dari kantung teh ke air dalam gelas.
2. Temperatur air, jumlah zat terlarut (warna pada daun teh), dan waktu.

**Kunci Jawaban Aktivitas 2.12.**

1. Sumbu X menunjukkan konsentrasi, sedangkan variabel Y menunjukkan jarak. Kedua sumbu ini menggambarkan gradien konsentrasi.
2. Zat berpindah menuju konsentrasi yang lebih rendah, dari A ke B.
3. Konsentrasi molekul di titik A lebih tinggi dibandingkan dengan titik B.
4. Zat berpindah dari konsentrasi tinggi menuju konsentrasi rendah. Hal ini berarti zat berpindah searah gradien konsentrasi.

**Kunci Jawaban Latihan 2.1**

Difusi sederhana adalah perpindahan zat dari konsentrasi tinggi menuju konsentrasi rendah tanpa melalui perantara.

**Kunci Jawaban Aktivitas 2.13**

1. Jumlah Oksigen di dalam alveolus lebih banyak dibandingkan dengan jumlah Oksigen di dalam pembuluh darah.
2. Konsentrasi Karbon dioksida di dalam kapiler darah lebih banyak dibandingkan di dalam alveolus.
3. Terjadi pergerakan Oksigen dari alveolus menuju pembuluh darah kapiler dan terjadi pula perpindahan karbondioksida dari pembuluh kapiler menuju alveolus.
4. Maka proses respirasi akan terganggu atau tidak berjalan dengan baik, hal ini akan berdampak pada proses respirasi atau metabolisme sel. Akibatnya, proses pembentukan atp dapat terganggu. Faktor yang menyebabkan terjadinya gangguan pertukaran adalah penyakit atau gangguan pada sistem respirasi.

**Kunci Jawaban Aktivitas 2.14.**

1. Konsentrasi glukosa di luar sel lebih tinggi dibandingkan di dalam sel.
2. Dari luar sel menuju ke dalam sel.
3. Protein integral atau glucose transporter.
4. Hal ini dikarenakan ukuran glukosa yang lebih besar dibandingkan dengan pori-pori yang ada pada membran plasma atau membran sel.
5. Di dalam usus halus.

- Mungkin saja, apabila protein integral yang membawa glukosa rusak, maka pergerakan glukosa dapat terganggu. Glukosa tidak bisa masuk ke dalam sel, akibatnya energi atau atp tidak dapat dihasilkan. Hal ini akan berdampak pada kekurangan energi bagi tubuh.

### Kunci Jawaban Latihan 2.2

Hal Pembeda	Difusi Sederhana	Difusi Terfasilitasi
Perantara	Tanpa melalui perantara.	Melalui perantara (transporter/ protein integral).
Ukuran partikel	Partikel yang ukurannya cenderung kecil yang bisa melewati pori membran sel.	Partikel yang ukurannya cenderung lebih besar yang tidak bisa melewati pori membran sel.

### Kunci Jawaban Aktivitas 2.15

#### I

- Konsentrasi rendah menuju konsentrasi tinggi.
- Zat bergerak melawan gradien konsentrasi.
- Adanya perbedaan potensial yang disebabkan oleh perbedaan gradien konsentrasi.
- Natrium, kalium, glukosa, clorin,
- Ya, transpor aktif terjadi di dalam tubuh, yakni pada setiap sel di dalam tubuh, tepatnya di membran sel.

#### II

- Konsentrasi Natrium di dalam sel lebih sedikit dibandingkan dengan di luar sel.
- Arah perpindahannya ke luar sel melalui pompa Natrium dan Kalium.
- Konsentrasinya lebih banyak dibandingkan dengan di luar sel.
- Arah perpindahannya ke dalam sel melalui pompa Natrium dan Kalium.
- Pompa Natrium dan Kalium.

### Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. Terdapat pada membran bagian atas. Hal tersebut terjadi dikarenakan molekul air dipompa masuk melewati membran semipermeabel, sehingga pada bagian tersebut hanya tersisa garam dengan konsentrasi yang tinggi, bahkan lebih tinggi dibandingkan dengan yang ada di laut.
2. Hal ini terjadi dikarenakan pada proses pembuatan air minum tersebut, air dipaksa berpindah melalui membran semipermeabel dengan menggunakan pompa melawan gradien konsentrasi, sehingga didapatkan air yang dapat diminum. Alasan tidak menggunakan prinsip transportasi lainnya: (a) Penerapan osmosis biasa tidak akan menghasilkan air yang murni, melainkan air yang disertai oleh garam; (b) Difusi tidak dapat diterapkan pada proses ini, dikarenakan tidak adanya membran yang memisahkan antara air dengan garam.

Jawaban pertanyaan alternatif. Penggunaan proses osmosis terbalik dilakukan agar air yang didapatkan dari proses filtrasi merupakan air murni. Penerapan osmosis biasa tidak akan menghasilkan air yang murni, melainkan air yang disertai oleh garam karena tidak ada membran yang memisahkan air dan garam.

3. Karena proses tersebut menerapkan prinsip osmosis terbalik, sehingga digunakan pompa untuk mendorong air masuk melewati membran semipermeabel melawan gradien konsentrasi. Apabila tidak ada pompa yang memaksa air untuk masuk, maka proses filtrasi air tidak akan terjadi.
4. Sifat larutan infus yang dimasukkan ke dalam tubuh Andi adalah isotonis. Hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya perpindahan cairan dari dalam sel-sel di tubuh Andi ke luar sel-sel atau sebaliknya (menghindari pengerutan atau pecahnya sel).
5. Ya, jawaban Peserta didik tersebut benar. Grafik tersebut menggambarkan aktivitas transport aktif. Hal tersebut terlihat dengan adanya kegiatan perpindahan molekul yang melawan gradien konsentrasi. Gradien konsentrasi ditunjukkan dengan lebih rendahnya konsentrasi molekul di dalam sel dibandingkan konsentrasi molekul di luar sel.
6. Salah, benar, salah, benar, benar.

## G. Pengayaan

Pernahkah kalian sakit? Pernahkah kalian diberikan antibiotik oleh dokter? Menurut kalian bagaimana antibiotik yang kalian minum dapat mencapai targetnya didalam tubuh?

Pelajari bagaimana “nasib” obat di dalam tubuh manusia melalui video dan juga artikel menggunakan tautan berikut ini: [s.id/1roWZ](https://s.id/1roWZ)

Salah satu cabang Farmakologi klinik adalah Farmakokinetika. Farmakokinetik ialah aspek farmakologi yang mencakup “nasib” obat dalam tubuh. Terdapat beberapa proses yang dilalui obat termasuk dari jenis antibiotik didalam tubuh diantaranya absorpsi, distribusi, metabolisme, dan ekskresinya. Pada umumnya obat melintasi lapisan sel ini dengan menembusnya, bukan dengan melewati celah antar sel, kecuali pada endotel kapiler. Ternyata transport membran merupakan salah satu proses penting dalam Farmakokinetik.

Riset tentang Membran Sel untuk meningkatkan efektivitas pengujian Obat, serta bagaimana menangani resistensi obat, termasuk resistensi bakteri terhadap antibiotik dan resistensi sel kanker terhadap kemoterapi menjadi sangat penting. Organisasi Kesehatan Dunia telah menyatakan resistensi antibiotik sebagai salah satu dari sepuluh besar ancaman kesehatan masyarakat global yang dihadapi umat manusia (Organisasi Kesehatan Dunia, 2019).

## H. Bahan Bacaan Peserta Didik

Bahan bacaan utama Peserta didik adalah Buku Biologi Kelas XI. Bahan bacaan tambahan dapat menggunakan sumber yang relevan dengan materi Transpor Zat melalui Membran Plasma. Sumber yang digunakan dapat berupa buku pengayaan yang ada di perpustakaan atau artikel dari internet.

## I. Bahan Bacaan Guru

Guru dapat menggunakan Bahan bacaan yang relevan dengan materi Transpor Zat melalui Membran. Bahan bacaan dapat berupa artikel hasil penelitian yang diperoleh dari internet atau buku pengayaan yang tersedia di perpustakaan yang relevan dengan materi Bab 2 ini.

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi  
Republik Indonesia, 2022  
Buku Panduan Guru Biologi untuk SMA/MA Kelas XI  
Penulis: Rini Solihat, dkk.  
ISBN: 978-602-427-895-3



## **Bab 3**

# **Proses Pengaturan pada Tumbuhan**

*Sumber gambar: Wikimedia.org/Amelia (2007)*

## A. Pendahuluan

### Tujuan Pembelajaran

---

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta didik diharapkan mampu:

- a. Merencanakan dan melakukan penyelidikan tentang keterkaitan struktur organ pada sistem organ tumbuhan dengan fungsinya.
- b. Menganalisis data hasil penyelidikan tentang keterkaitan struktur organ pada sistem organ tumbuhan dengan fungsinya.
- c. Mengomunikasikan hasil penyelidikan keterkaitan struktur organ pada sistem organ tumbuhan dengan fungsinya.

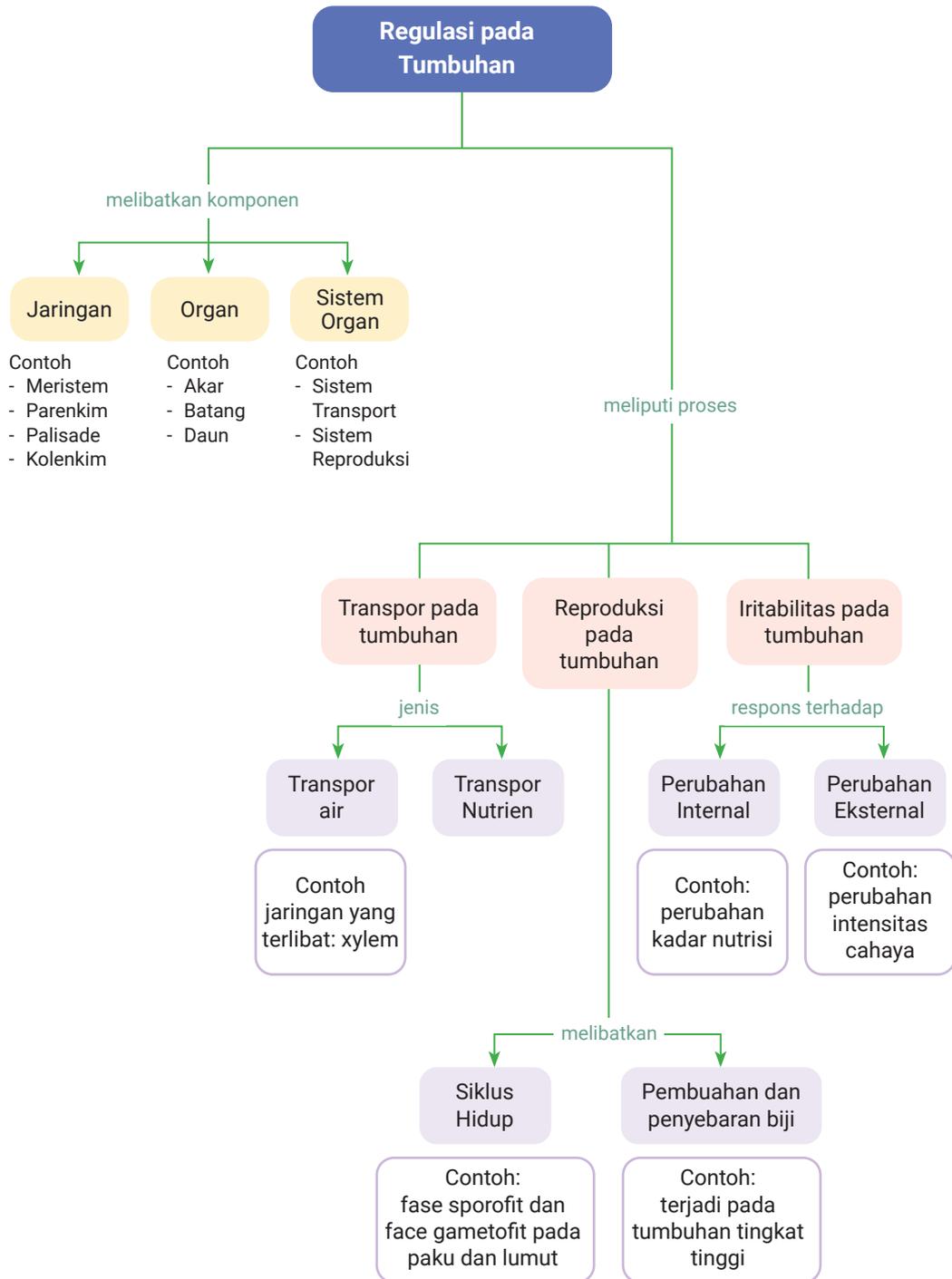
### Pokok Materi dan Hubungan antara Pokok Materi Tersebut dalam Mencapai Tujuan Pembelajaran

---

Bab Regulasi pada Tumbuhan mencakup empat pokok materi, yaitu jaringan, organ, dan sistem organ; transpor pada tumbuhan; reproduksi tumbuhan; dan iritabilitas pada tumbuhan. Peserta didik diharapkan dapat berlatih merencanakan dan melakukan penyelidikan ketika belajar pokok materi pertama. Selanjutnya peserta didik dapat berlatih menganalisis hasil penyelidikannya. Pengalaman belajar pokok materi pertama melalui metode ilmiah diharapkan dapat menstimulus keterampilan berpikir kritis peserta didik ketika belajar pokok materi kedua. Pengalaman belajar pokok materi kedua diharapkan dapat menstimulus keterampilan berpikir kritis peserta didik ketika belajar pokok materi ketiga yang kemudian menstimulus ketiga belajar pokok materi keempat.

Dimensi profil pelajar pancasila yang dominan ditanamkan dalam pembelajaran pokok materi bab regulasi pada tumbuhan adalah keterampilan berpikir kritis dan juga kolaboratif.

## Peta Konsep



## Gambaran Umum Bab

---

Regulasi merupakan hal yang penting bagi makhluk hidup, begitupun tumbuhan. Regulasi pada tumbuhan diatur dan dilaksanakan oleh jaringan-jaringan dan organ-organ tumbuhan. Subbab pada topik regulasi pada tumbuhan disusun berjenjang mulai dari pengenalan terhadap organ-organ dan keterkaitan antara bentuk dengan fungsinya, transport pada tumbuhan, reproduksi pada tumbuhan, dan iritabilitas tumbuhan.

Materi mengenai regulasi pada tumbuhan diajarkan dalam empat pertemuan. Pada pertemuan pertama peserta didik mempelajari keterkaitan antara bentuk organ dengan fungsinya dan membandingkan jaringan pada tumbuhan monokotil dan tumbuhan dikotil. Pada pertemuan kedua peserta didik mempelajari mengenai transportasi pada tumbuhan. Pada pertemuan ketiga peserta didik mempelajari mengenai reproduksi pada tumbuhan. Pada pertemuan terakhir peserta didik mempelajari mengenai iritabilitas pada tumbuhan beserta contoh-contohnya.

Kemampuan peserta didik merencanakan dan melakukan penyelidikan tentang keterkaitan struktur organ pada sistem organ tumbuhan dengan fungsinya, menganalisis data hasil penyelidikan tentang keterkaitan struktur organ pada sistem organ tumbuhan dengan fungsinya, serta mengomunikasikan hasil penyelidikan keterkaitan struktur organ pada sistem organ tumbuhan dengan fungsinya dinilai selama kegiatan pembelajaran. Kemampuan tersebut dinilai melalui aktivitas 3.2; aktivitas 3.3; aktivitas 3.4; aktivitas 3.5; aktivitas alternatif; aktivitas 3.6; dan aktivitas 3.7.

## B. Skema Pembelajaran

### 1. Subbab: Jaringan, Organ, dan Sistem Organ Alokasi waktu: 1 Kali Pertemuan/3 Jam Pelajaran

Tabel 3.1 Skema Pembelajaran Materi Jaringan, Organ, dan Sistem Organ

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu Per Unit (Menit)	Pokok - Pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
2. Peserta didik dapat mengaitkan antara bentuk organ dengan fungsinya melalui kegiatan membaca, studi literatur, dan mengamati organ-organ tumbuhan.	40	Organ, fungsi organ, dan kaitan antara bentuk dan fungsinya.	Membaca buku, mengamati organ-organ tumbuhan yang tumbuh di lingkungan sekitar, dan melakukan studi literatur mengenai organ-organ tumbuhan.	Pertanyaan Instruksional pada aktivitas, dan observasi keterampilan sains peserta didik selama kegiatan pengamatan.
3. Peserta didik dapat menjelaskan jaringan pada organ daun melalui kegiatan pengamatan preparat daun.	20	Jaringan pada daun.	Mengamati jaringan pada daun.	*Rubrik terlampir
4. Peserta didik dapat membandingkan jaringan pada daun monokotil dan dikotil melalui kegiatan pengamatan preparat daun.	20	Jaringan pada batang.	Mengamati jaringan pada batang.	
5. Peserta didik dapat menjelaskan jaringan pada organ batang melalui kegiatan pengamatan preparat batang.	20	Jaringan pada akar.	Mengamati jaringan pada akar.	

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu Per Unit (Menit)	Pokok - Pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
<p>6. Peserta didik dapat membandingkan jaringan pada batang monokotil dan dikotil melalui kegiatan pengamatan preparat batang.</p> <p>7. Peserta didik dapat menjelaskan jaringan pada organ akar melalui kegiatan pengamatan preparat akar.</p> <p>8. Peserta didik dapat membandingkan jaringan pada akar monokotil dan dikotil melalui kegiatan pengamatan preparat akar.</p>				

## 2. Subbab: Jaringan, Organ, dan Sistem Organ

### Alokasi waktu: 1 Kali Pertemuan/3 Jam Pelajaran

**Tabel 3.2 Skema Pembelajaran Materi Transpor pada Tumbuhan**

Tujuan Pembelajaran	alokasi waktu per unit (menit)	Pokok-pokok materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
1. Peserta didik mampu menguraikan proses pengangkutan air pada xilem setelah menjawab pertanyaan mengenai perpindahan warna air ke batang yang direndam di dalam air berwarna.	20	Transportasi pada tumbuhan	Menganalisis penyebab dan proses perpindahan warna air ke batang setelah tanaman direndam dalam air berwarna.	Pertanyaan Instruksional pada aktivitas, dan observasi keterampilan sains peserta didik selama kegiatan pengamatan.
2. Peserta didik mampu menggambarkan struktur jaringan xilem dan floem setelah mengamati jaringan xilem dan floem di bawah mikroskop dan mendiskusikannya dengan teman sekelompok.	5	Transportasi pada tumbuhan	Mempelajari prosedur percobaan untuk memindahkan warna ke batang tanaman melalui video.	*Rubrik terlampir.
3. Peserta didik mampu membuat laporan percobaan setelah mengamati jaringan xilem dan floem di bawah mikroskop dan mendiskusikannya dengan teman sekelompok.	80	Jaringan xilem dan floem.	Mengamati jaringan floem dan xilem tumbuhan di bawah mikroskop cahaya dan mendiskusikan pertanyaan percobaan bersama teman sekelompok.	

### 3. Subbab: Reproduksi pada Tumbuhan

Alokasi waktu: 1 Kali Pertemuan/3 Jam Pelajaran

Tabel 3.3 Skema Pembelajaran Materi Reproduksi pada Tumbuhan

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu Per Unit (Menit)	Pokok-pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
1. Peserta didik dapat menjelaskan mengenai metagenesis pada lumut melalui aktivitas menonton video mengenai metagenesis lumut.	10	Metagenesis tumbuhan lumut.	Mengidentifikasi metagenesis lumut melalui tontonan video.	Pertanyaan Instruksional pada aktivitas, dan observasi keterampilan sains peserta didik selama kegiatan pengamatan.
	10	Metagenesis tumbuhan paku.	Mengidentifikasi metagenesis paku melalui tontonan video.	
2. Peserta didik dapat menjelaskan mengenai metagenesis pada paku melalui aktivitas menonton video mengenai metagenesis paku.	15	Persamaan dan perbedaan siklus hidup lumut dan paku.	Membandingkan siklus hidup tumbuhan lumut dan tumbuhan paku.	*Rubrik terlampir
	10	Reproduksi tumbuhan <i>angiospermae</i> .	Membaca mengenai reproduksi tumbuhan <i>gymnospermae</i> .	
3. Peserta didik dapat membandingkan metagenesis pada lumut dan paku setelah menonton video mengenai metagenesis paku dan lumut.	15	Struktur organ reproduksi <i>angiospermae</i> .	Melakukan pengamatan struktur organ reproduksi <i>angiospermae</i> .	
	10	Fertilisasi ganda pada tumbuhan <i>angiospermae</i> .	Mengidentifikasi pembuahan ganda atau fertilisasi ganda pada tumbuhan <i>angiospermae</i> melalui tontonan video.	

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu Per Unit (Menit)	Pokok-pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
<p>4. Peserta didik dapat menjelaskan mengenai reproduksi pada tumbuhan gymnospermae setelah membaca mengenai reproduksi tumbuhan gymnospermae.</p> <p>5. Peserta didik dapat menjelaskan struktur organ reproduksi angiospermae setelah melakukan pengamatan struktur organ reproduksi angiospermae.</p> <p>6. Peserta didik dapat menjelaskan mengenai fertilisasi ganda pada tumbuhan angiospermae melalui kegiatan menonton video mengenai pembuahan ganda atau fertilisasi ganda pada tumbuhan angiospermae.</p>	35	Bentuk buah, biji, dan penyebaran biji pada tanaman angiospermae.	Membandingkan bentuk buah, biji, dan penyebaran biji pada tanaman angiospermae.	

#### 4. Subbab: Iritabilitas pada Tumbuhan

Alokasi waktu: 1 Kali Pertemuan/3 Jam Pelajaran

Tabel 3.4 Skema Pembelajaran Materi Iritabilitas pada Tumbuhan

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu Per Unit (Menit)	Pokok-pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
1. Peserta didik dapat menjelaskan mengenai iritabilitas pada tumbuhan melalui aktivitas berpikir kritis mengenai fenomena gugurnya daun pada tumbuhan saat musim kemarau.	15	Iritabilitas pada tumbuhan.	Menganalisis, mencari informasi yang relevan, dan berdiskusi dengan teman sekelompok mengenai penyebab tumbuhan menggugurkan daunnya saat musim kemarau.	Pertanyaan Instruksional pada aktivitas, dan observasi keterampilan sains peserta didik selama kegiatan pengamatan.
2. Peserta didik dapat menjelaskan mengenai faktor internal yang memengaruhi tumbuhan dan respon yang diberikan oleh tumbuhan melalui kegiatan analisis, mencari informasi yang relevan, dan berdiskusi dengan teman sekelompok mengenai keterkaitan antara kadar nutrisi dalam tanah dengan respon tumbuhan sebagai faktor internal.	45	Faktor internal yang memengaruhi tumbuhan.	Menganalisis, mencari informasi yang relevan, dan berdiskusi dengan teman sekelompok mengenai keterkaitan antara kadar nutrisi dalam tanah dengan respon tumbuhan sebagai faktor internal	*Rubrik terlampir
	45	Faktor eksternal yang memengaruhi tumbuhan.	Melakukan studi literatur dalam kelompok kecil untuk mendeskripsikan respon tumbuhan dari faktor eksternal.	

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu Per Unit (Menit)	Pokok-pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
3. Peserta didik dapat menjelaskan mengenai faktor internal yang memengaruhi tumbuhan dan respon yang diberikan oleh tumbuhan melalui kegiatan studi literatur dalam kelompok kecil untuk mendeskripsikan respon tumbuhan dari faktor eksternal.				

## C. Prosedur Kegiatan Pembelajaran

### 1. Subbab: Transpor Pasif

**Alokasi waktu: 3 Kali Pertemuan/9 Jam Pelajaran**

#### a. Pertemuan 1: Kegiatan 1

##### 1) Persiapan mengajar

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempelajari terlebih dahulu mengenai jaringan, organ, dan sistem organ dari buku atau sumber bacaan yang terpercaya. Terdapat beberapa sarana prasarana yang juga harus dipersiapkan sebelum kegiatan pembelajaran untuk kegiatan penyelidikan dan diskusi hasil kegiatan penyelidikan, yakni laboratorium terbuka (seperti seluruh lingkungan sekolah, taman sekolah, kebun, dan lain sebagainya), laboratorium praktikum, alat praktikum (sesuai panduan aktivitas di Buku Peserta didik), bahan praktikum (sesuai panduan aktivitas di Buku Peserta didik), serta proyektor untuk menampilkan hasil penyelidikan dan diskusi

peserta didik. Penilaian peserta didik selama kegiatan pembelajaran dapat dilakukan dengan menggunakan rubrik penilaian yang telah disediakan atau dapat disesuaikan dengan kebutuhan guru.

## 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas).

### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen Diagnostik)

1. Arahkan peserta didik untuk memperhatikan gambar di bagian halaman depan bab dan membaca pendahuluan bab.
2. Tanyakan kepada peserta didik gambar yang ada pada bagian halaman depan.
  - Gambar apakah yang kalian lihat?
  - Mengapa hal tersebut terjadi?
  - Bagaimanakah tumbuhan dapat mengatur hal tersebut?
  - Apa yang terjadi apabila tidak terdapat regulasi pada tumbuhan?
3. Ajaklah peserta didik untuk mengingat dan berpikir mengenai organ-organ yang ada pada tumbuhan. Kemudian ajaklah peserta didik untuk membayangkan bagaimana bentuk dan fungsinya. Kemudian arahkan peserta didik untuk mengingat mengenai jaringan yang ada pada tumbuhan. Tekankan kepada peserta didik mengenai organ-organ tumbuhan yang tersusun atas berbagai jaringan.

### Kegiatan Inti

1. Mengajak peserta didik untuk mengamati dan membaca mengenai organ-organ tumbuhan. Lalu mintalah peserta didik untuk melakukan studi literatur mengenai keterkaitan bentuk dan fungsi organ-organ tumbuhan (Aktivitas 3.1). Mintalah peserta didik untuk saling berdiskusi mengenai jawaban pertanyaan tersebut (Aktivitas 3.1). Perhatikan cara peserta didik berdiskusi untuk melatih kemampuan berpikir kritis dan kerja sama.
2. Mintalah peserta didik untuk melakukan Aktivitas 3.2 dan 3.3. Perhatikan cara peserta didik berdiskusi di dalam kelompoknya untuk melatih kemampuan berpikir kritis dan kerja sama.
3. Setelah itu, mintalah peserta didik untuk mempresentasikan jawaban mereka. Kemudian mintalah mereka untuk saling berdiskusi mengenai jawaban yang mereka buat. Perhatikan cara peserta didik berdiskusi untuk melatih kemampuan berpikir kritis dan kerja sama.
4. Lalu, mintalah peserta didik untuk membuat laporan kegiatan penyelidikannya.

5. Tekankan pada peserta didik untuk bersyukur atas karunia Tuhan karena telah menciptakan organ yang kompleks pada tumbuhan dengan baik sehingga kita dapat mengambil manfaatnya untuk kehidupan sehari-hari.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran)**

Ajaklah peserta didik untuk merefleksi hal-hal yang telah dan belum dipahami pada pertemuan ini.

#### **(Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka diminta untuk menonton video mengenai jaringan, organ, dan sistem organ.
2. Bagi peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan yang juga dilakukan di luar kelas.

## **b. Pertemuan 1: Kegiatan 2**

### **1) Persiapan mengajar**

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempelajari terlebih dahulu mengenai jaringan, organ, dan sistem organ dari buku atau sumber bacaan yang terpercaya. Terdapat sarana prasarana yang juga harus dipersiapkan sebelum kegiatan pembelajaran untuk kegiatan penyelidikan dan diskusi hasil kegiatan penyelidikan, yakni proyektor untuk menampilkan hasil penyelidikan dan diskusi peserta didik. Penilaian peserta didik selama kegiatan pembelajaran dapat dilakukan dengan menggunakan rubrik penilaian yang telah disediakan atau dapat disesuaikan dengan kebutuhan guru.

### **2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas).**

#### **Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen diagnostik)**

1. Arahkan peserta didik untuk memperhatikan gambar di bagian halaman depan bab dan membaca pendahuluan bab.
2. Tanyakan kepada peserta didik gambar yang ada pada bagian halaman depan.
  - Gambar apakah yang kalian lihat?
  - Mengapa hal tersebut terjadi?

- Bagaimanakah tumbuhan dapat mengatur hal tersebut?
  - Apa yang terjadi apabila tidak terdapat regulasi pada tumbuhan?
3. Ajaklah peserta didik untuk mengingat dan berpikir mengenai organ-organ yang ada pada tumbuhan. Kemudian ajaklah peserta didik untuk membayangkan bagaimana bentuk dan fungsinya. Kemudian arahkan peserta didik untuk mengingat mengenai jaringan yang ada pada tumbuhan. Tekankan kepada peserta didik mengenai organ-organ tumbuhan yang tersusun atas berbagai jaringan.

### **Kegiatan Inti**

1. Mengajak peserta didik untuk mengamati dan membaca mengenai organ-organ tumbuhan. Lalu mintalah peserta didik untuk melakukan studi literatur mengenai keterkaitan bentuk dan fungsi organ-organ tumbuhan (Aktivitas 3.1). Mintalah peserta didik untuk saling berdiskusi mengenai jawaban pertanyaan tersebut (Aktivitas 3.1). Perhatikan cara peserta didik berdiskusi untuk melatih kemampuan berpikir kritis dan kerja sama.
2. Mintalah peserta didik untuk melakukan aktivitas alternatif (jika tidak memungkinkan untuk melakukan kegiatan praktikum). Mintalah peserta didik untuk saling berdiskusi mengenai hasil pengamatannya. Perhatikan cara peserta didik berdiskusi di dalam kelompoknya untuk melatih kemampuan berpikir kritis dan kerja sama.
3. Setelah itu, mintalah peserta didik untuk mempresentasikan jawaban mereka. Kemudian mintalah mereka untuk saling berdiskusi mengenai jawaban yang mereka buat. Perhatikan cara peserta didik berdiskusi untuk melatih kemampuan berpikir kritis dan kerja sama.
4. Lalu, mintalah peserta didik untuk membuat laporan kegiatan penyelidikannya.
5. Tekankan pada peserta didik untuk bersyukur atas karunia Tuhan karena telah menciptakan organ yang kompleks pada tumbuhan dengan baik sehingga kita dapat mengambil manfaatnya untuk kehidupan sehari-hari.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran)**

Ajaklah peserta didik untuk merefleksikan hal-hal yang telah dan belum dipahami pada pertemuan ini.

### (Tindak Lanjut Pembelajaran)

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka diminta untuk menonton video mengenai jaringan, organ, dan sistem organ.
2. Bagi peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan yang juga dilakukan di luar kelas.

## 2. Subbab: Transpor Pada Tumbuhan Alokasi waktu: 1 Kali Pertemuan/3 Jam Pelajaran

### c. Pertemuan 2: Kegiatan 1

#### 1) Persiapan mengajar

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempelajari terlebih dahulu mengenai transpor pada tumbuhan dari buku atau sumber bacaan yang terpercaya. Terdapat beberapa sarana prasarana yang juga harus dipersiapkan sebelum kegiatan pembelajaran, yakni laboratorium praktikum, alat dan bahan praktikum (sesuai sesuai panduan aktivitas di Buku Peserta didik), dan proyektor untuk menampilkan hasil penyelidikan dan diskusi peserta didik. Penilaian peserta didik selama kegiatan pembelajaran dapat dilakukan dengan menggunakan rubrik penilaian yang telah disediakan atau dapat disesuaikan dengan kebutuhan guru.

#### 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas).

##### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen diagnostik)

1. Ajak peserta didik untuk melihat gambar mobil pengangkut.
2. Tanyakan pada peserta didik beberapa pertanyaan seperti:
  - Apa fungsi mobil pengangkut?
  - Apa yang terjadi jika di dunia ini tidak ada mobil pengangkut?
  - Menurut kalian, apakah dalam sistem tubuh tumbuhan juga terdapat struktur yang fungsinya sama seperti mobil pengangkut?
  - Apa nama struktur tersebut?
3. Ajak peserta didik untuk mengingat kembali materi mengenai jaringan, organ, dan struktur organ tumbuhan, fungsinya, dan kaitkan dengan materi terdahulu mengenai tekanan dan osmosis. Tekankan bahwa pengetahuan mengenai kombinasi materi tersebut penting untuk memahami beberapa peristiwa yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari.

### **Kegiatan Inti**

1. Mintalah peserta didik untuk mengamati gambar sawi yang sudah direndam dalam air berwarna pada buku peserta didik di bagian awal subbab Tanspor pada Tumbuhan.
2. Mintalah peserta didik untuk menganalisis sembari berdiskusi mengenai tumbuhan yang sudah berwarna-warni tersebut agar pertanyaan pada kegiatan Ayo Berpikir Kritis dapat terjawab. Perhatikan cara peserta didik berdiskusi untuk melatih kemampuan berpikir kritis dan kerja sama. Tekankan penjelasan dari proses pengangkutan air oleh xilem ke seluruh tubuh tumbuhan dan hubungkan dengan konsep tekanan serta osmosis.
3. Ajaklah peserta didik untuk beranjak ke laboratorium dan mengamati langsung jaringan serta sel xilem dan floem batang bayam di bawah mikroskop cahaya sesuai dengan Aktivitas 3.4. Mintalah peserta didik untuk menggambar kembali hasil pengamatan serta memberikan keterangan nama strukturnya. Berikanlah tugas pada peserta didik untuk membuat laporan percobaan mengenai apa yang telah mereka temukan sewaktu praktikum.
4. Tekankan pada peserta didik untuk bersyukur atas karunia Tuhan karena telah menciptakan proses kompleks yang dapat membuat tumbuhan tetap hidup dan menjadi manfaat bagi kehidupan makhluk lainnya.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran)**

Ajaklah peserta didik untuk merefleksi hal-hal yang telah dan belum dipahami pada pertemuan ini.

#### **(Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka diminta untuk menonton video mengenai transpor pada tumbuhan.
2. Bagi peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan yang juga dilakukan di luar kelas.

## d. Pertemuan 2: Kegiatan 2

### 1) Persiapan mengajar

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempelajari terlebih dahulu mengenai transport pada tumbuhan dari buku atau sumber bacaan yang terpercaya. Terdapat beberapa sarana prasarana yang juga harus dipersiapkan sebelum kegiatan pembelajaran, yakni untuk apersepsi: botol berisi air yang sudah diwarnai, sawi atau tumbuhan lain yang sudah direndam ke dalam air berwarna tersebut beberapa saat; untuk konstruksi pengetahuan: laboratorium praktikum, alat dan bahan praktikum (sesuai sesuai panduan aktivitas di Buku Peserta didik), dan proyektor untuk menampilkan hasil penyelidikan dan diskusi peserta didik. Penilaian peserta didik selama kegiatan pembelajaran dapat dilakukan dengan menggunakan rubrik penilaian yang telah disediakan atau dapat disesuaikan dengan kebutuhan guru.

### 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas).

#### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen diagnostik)

1. Ajak peserta didik untuk melihat gambar mobil pengangkut.
2. Tanyakan pada peserta didik beberapa pertanyaan seperti:
  - Apa fungsi mobil pengangkut?
  - Apa yang terjadi jika di dunia ini tidak ada mobil pengangkut?
  - Menurut kalian, apakah dalam sistem tubuh tumbuhan juga terdapat struktur yang fungsinya sama seperti mobil pengangkut?
  - Apa nama struktur tersebut?
3. Ajak peserta didik untuk mengingat kembali materi mengenai jaringan, organ, dan struktur organ tumbuhan, fungsinya, dan kaitkan dengan materi terdahulu mengenai tekanan dan osmosis. Tekankan bahwa pengetahuan mengenai kombinasi materi tersebut penting untuk memahami beberapa peristiwa yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari.

#### Kegiatan Inti

1. Mintalah peserta didik untuk mengamati sawi atau bunga yang sudah direndam dalam air berwarna.
2. Mintalah peserta didik untuk menganalisis dan berdiskusi mengenai tumbuhan yang sudah berwarna-warni tersebut agar pertanyaan pada kegiatan Ayo Berpikir Kritis dapat terjawab. Perhatikan cara peserta didik berdiskusi untuk melatih kemampuan berpikir kritis dan kerja

sama. Tekankan penjelasan dari proses pengangkutan air oleh xilem ke seluruh tubuh tumbuhan dan hubungkan dengan konsep tekanan serta osmosis.

3. Ajaklah peserta didik untuk beranjak ke laboratorium dan mengamati langsung jaringan serta sel xilem dan floem batang bayam di bawah mikroskop cahaya sesuai dengan Aktivitas 3.5. Mintalah peserta didik untuk menggambar kembali hasil pengamatan serta memberikan keterangan nama strukturnya. Berikanlah tugas pada peserta didik untuk membuat laporan percobaan mengenai apa yang telah mereka temukan sewaktu praktikum.
4. Tekankan pada peserta didik untuk bersyukur atas karunia Tuhan karena telah menciptakan proses kompleks yang dapat membuat tumbuhan tetap hidup dan menjadi manfaat bagi kehidupan makhluk lainnya.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi & Evaluasi Pembelajaran)**

Ajaklah peserta didik untuk merefleksi hal-hal yang telah dan belum dipahami pada pertemuan ini.

#### **(Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka diminta untuk menonton video mengenai sistem transportasi pada tumbuhan, luar kelas.
2. Bagi peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan yang juga dilakukan di luar kelas.

## **e. Pertemuan 2: Kegiatan 3**

### **1) Persiapan mengajar**

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempelajari terlebih dahulu mengenai transpor pada tumbuhan dari buku atau sumber bacaan yang kredibilitasnya baik. Terdapat sarana prasarana yang juga harus dipersiapkan sebelum kegiatan pembelajaran, yakni proyektor untuk menampilkan hasil penyelidikan dan diskusi peserta didik. Penilaian peserta didik selama kegiatan pembelajaran dapat dilakukan dengan

menggunakan rubrik penilaian yang telah disediakan atau dapat disesuaikan dengan kebutuhan guru.

## 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas).

### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen diagnostik)

1. Ajak peserta didik untuk melihat gambar mobil pengangkut.
2. Tanyakan pada peserta didik beberapa pertanyaan seperti:
  - Apa fungsi mobil pengangkut?
  - Apa yang terjadi jika di dunia ini tidak ada mobil pengangkut?
  - Menurut kalian, apakah dalam sistem tubuh tumbuhan juga terdapat struktur yang fungsinya sama seperti mobil pengangkut?
  - Apa nama struktur tersebut?
3. Ajak peserta didik untuk mengingat kembali materi mengenai jaringan, organ, dan struktur organ tumbuhan, fungsinya, dan kaitkan dengan materi terdahulu mengenai tekanan dan osmosis. Tekankan bahwa pengetahuan mengenai kombinasi materi tersebut penting untuk memahami beberapa peristiwa yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari.

### Kegiatan Inti

1. Mintalah peserta didik untuk mengamati gambar sawi yang sudah direndam dalam air berwarna pada buku peserta didik di bagian awal subbab Tanspor pada Tumbuhan.
2. Mintalah peserta didik untuk menganalisis sembari berdiskusi mengenai tumbuhan yang sudah berwarna-warni tersebut agar pertanyaan pada kegiatan Ayo Berpikir Kritis dapat terjawab. Perhatikan cara peserta didik berdiskusi untuk melatih kemampuan berpikir kritis dan kerja sama. Tekankan penjelasan dari proses pengangkutan air oleh xilem ke seluruh tubuh tumbuhan dan hubungkan dengan konsep tekanan serta osmosis.
3. Ajaklah peserta didik untuk melakukan aktivitas alternatif yang dapat dilihat pada buku peserta didik di bagian Aktivitas alternatif (jika tidak memungkinkan untuk melaksanakan kegiatan praktikum).
4. Tekankan pada peserta didik untuk bersyukur atas karunia Tuhan karena telah menciptakan proses kompleks yang dapat membuat tumbuhan tetap hidup dan menjadi manfaat bagi kehidupan makhluk lainnya.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi & Evaluasi Pembelajaran)**

Ajaklah peserta didik untuk merefleksikan hal-hal yang telah dan belum dipahami pada pertemuan ini.

#### **(Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka diminta untuk menonton video mengenai sistem transport pada tumbuhan di luar kelas.
2. Bagi peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan yang juga dilakukan di luar kelas.

## **3. Subbab: Reproduksi Pada Tumbuhan**

### **Alokasi waktu: 1 Kali Pertemuan/3 Jam Pelajaran**

#### **Pertemuan 3 : Kegiatan 1**

##### **1) Persiapan mengajar**

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempelajari terlebih dahulu mengenai reproduksi pada tumbuhan dari buku atau sumber bacaan yang terpercaya. Terdapat beberapa sarana prasarana yang juga harus dipersiapkan sebelum kegiatan pembelajaran untuk kegiatan penyelidikan dan diskusi hasil kegiatan penyelidikan, yakni buah mangga untuk apersepsi, serta berbagai jenis bunga, video mengenai metagenesis tumbuhan lumut dan paku, video mengenai pembuahan ganda, dan proyektor untuk menampilkan hasil penyelidikan dan diskusi peserta didik. Penilaian peserta didik selama kegiatan pembelajaran dapat dilakukan dengan menggunakan rubrik penilaian yang telah disediakan atau dapat disesuaikan dengan kebutuhan guru.

##### **2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)**

#### **Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen diagnostik)**

1. Ajaklah peserta didik untuk melihat langsung sebuah mangga.
2. Tanyakan kepada peserta didik beberapa hal seperti:
  - Apakah kalian tahu dari mana buah berasal?
  - Bagaimana keterkaitan antara pembentukan buah dengan sistem reproduksi tumbuhan?
3. Ajaklah peserta didik untuk mengingat jaringan, organ, dan sistem organ tumbuhan, klasifikasi tumbuhan, dan kaitkan dengan sistem reproduksi tumbuhan. Tekankan bahwa pengetahuan mengenai materi ini dapat bermanfaat dalam berbagai bidang kehidupan.

### **Kegiatan Inti**

1. Mintalah peserta didik untuk menonton dan mencermati video mengenai metagenesis lumut dan paku (Aktivitas 3.9 dan Aktivitas 3.10). Minta mereka untuk mencatat informasi penting mengenai metagenesis lumut dan paku. Setelah itu mintalah peserta didik untuk membandingkan antara metagenesis lumut dan metagenesis paku (Tabel 3.8).
2. Setelah itu, minta peserta didik untuk membaca mengenai reproduksi tumbuhan Gymnospermae dan mengisi kolom centang pada sub bagian tersebut.
3. Setelah itu, mintalah peserta didik untuk melakukan pengamatan struktur organ reproduksi Angiospermae sesuai dengan arahan dari Aktivitas 3.11 dan 3.12. Lalu, dilanjutkan dengan kegiatan menonton video mengenai pembuahan ganda atau fertilisasi ganda pada tumbuhan Angiospermae (Aktivitas 3.13). Kemudian mintalah peserta didik untuk melakukan Aktivitas 3.14.
4. Mintalah peserta didik untuk mempresentasikan jawaban mereka. Kemudian mintalah mereka untuk saling berdiskusi mengenai jawaban yang mereka buat. Perhatikan cara peserta didik berdiskusi untuk melatih kemampuan berpikir kritis dan kerja sama.
5. Lalu, mintalah peserta didik untuk membuat laporan kegiatan penyelidikannya.
6. Tekankan pada peserta didik untuk bersyukur atas karunia Tuhan karena telah menciptakan organ yang kompleks pada tumbuhan dengan baik sehingga kita dapat mengambil manfaatnya untuk kehidupan sehari-hari.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran)**

Ajaklah peserta didik untuk merefleksi hal-hal yang telah dan belum dipahami pada pertemuan ini.

#### **(Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka diminta untuk menonton video mengenai reproduksi pada tumbuhan.
2. Bagi peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan yang juga dilakukan di luar kelas.

## 4. Subbab: Reproduksi Pada Tumbuhan

Alokasi waktu: 1 Kali Pertemuan/3 Jam Pelajaran

### Pertemuan 3

#### 1) Persiapan mengajar

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempelajari terlebih dahulu mengenai reproduksi pada tumbuhan dari buku atau sumber bacaan yang terpercaya. Terdapat beberapa sarana prasarana yang juga harus dipersiapkan sebelum kegiatan pembelajaran untuk kegiatan penyelidikan dan diskusi hasil kegiatan penyelidikan, yakni berbagai jenis bunga dan proyektor untuk menampilkan hasil penyelidikan dan diskusi peserta didik. Penilaian peserta didik selama kegiatan pembelajaran dapat dilakukan dengan menggunakan rubrik penilaian yang telah disediakan atau dapat disesuaikan dengan kebutuhan guru.

#### 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas).

##### Apersepsi

1. Ajaklah peserta didik untuk melihat langsung sebuah mangga.
2. Tanyakan kepada peserta didik beberapa hal seperti:
  - Apakah kalian tahu dari mana buah berasal?
  - Bagaimana keterkaitan antara pembentukan buah dengan sistem reproduksi tumbuhan?
3. Ajaklah peserta didik untuk mengingat jaringan, organ, dan sistem organ tumbuhan, klasifikasi tumbuhan, dan kaitkan dengan sistem reproduksi tumbuhan. Tekankan bahwa pengetahuan mengenai materi ini dapat bermanfaat dalam berbagai bidang kehidupan.

##### Kegiatan Inti

1. Mintalah peserta didik untuk menonton dan mencermati video mengenai metagenesis lumut dan paku (aktivitas 3.6 dan Aktivitas 3.7). Minta mereka untuk mencatat informasi penting mengenai metagenesis lumut dan paku. Setelah itu mintalah peserta didik untuk membandingkan antara metagenesis lumut dan metagenesis paku (Tabel 1).
2. Setelah itu, minta peserta didik untuk membaca mengenai reproduksi tumbuhan gymnospermae dan mengisi kolom centang pada sub bagian tersebut.
3. Setelah itu, mintalah peserta didik untuk melakukan pengamatan struktur organ reproduksi angiospermae sesuai dengan arahan dari Aktivitas 3.8. Lalu dilanjutkan dengan kegiatan menonton video

mengenai pembuahan ganda atau fertilisasi ganda pada tumbuhan angiospermae (Aktivitas 3.9). Kemudian mintalah peserta didik untuk melakukan Aktivitas 3.10.

4. Mintalah peserta didik untuk mempresentasikan jawaban mereka. Kemudian mintalah mereka untuk saling berdiskusi mengenai jawaban yang mereka buat. Perhatikan cara peserta didik berdiskusi untuk melatih kemampuan berpikir kritis dan kerja sama.
5. Lalu, mintalah peserta didik untuk membuat laporan kegiatan penyelidikannya.
6. Tekankan pada peserta didik untuk bersyukur atas karunia Tuhan karena telah menciptakan organ yang kompleks pada tumbuhan dengan baik sehingga kita dapat mengambil manfaatnya untuk kehidupan sehari-hari.

### Refleksi Pembelajaran

Ajaklah peserta didik untuk merefleksi hal-hal yang telah dan belum dipahami pada pertemuan ini.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka diminta untuk menonton video mengenai reproduksi pada tumbuhan.
2. Bagi peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan yang juga dilakukan di luar kelas.

## 4. Subbab: Reproduksi Pada Tumbuhan

**Alokasi waktu: 1 Kali Pertemuan/3 Jam Pelajaran**

### Pertemuan 4: Kegiatan 1

#### 1) Persiapan mengajar

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempelajari terlebih dahulu mengenai iritabilitas pada tumbuhan dari buku atau sumber bacaan yang terpercaya. Terdapat beberapa sarana prasarana yang juga harus dipersiapkan sebelum kegiatan pembelajaran untuk kegiatan penyelidikan dan diskusi hasil kegiatan penyelidikan, yakni proyektor untuk menampilkan hasil penyelidikan dan diskusi peserta didik. Penilaian peserta didik selama kegiatan pembelajaran dapat dilakukan dengan menggunakan rubrik penilaian yang telah disediakan atau dapat disesuaikan dengan kebutuhan guru.

## 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen diagnostik)

1. Ajak peserta didik untuk melihat gambar tanaman putri malu (*Mimosa pudica*).
2. Tanyakan kepada peserta didik beberapa pertanyaan seperti:
  - Apa yang terjadi ketika kita menyentuh tanaman putri malu?
  - Mengapa tanaman putri malu menutup ketika kita menyentuhnya?
3. Ajaklah peserta didik untuk berpikir kembali mengenai ciri-ciri makhluk hidup dan hubungkan dengan peristiwa menutupnya daun pada putri malu ketika disentuh. Tekankan bahwa sentuhan itu adalah salah satu contoh dari berbagai perlakuan dan kondisi yang dapat membuat tumbuhan menghasilkan respon. Tekankan pula bahwa pengetahuan mengenai iritabilitas tumbuhan dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.

### Kegiatan Inti

1. Mintalah peserta didik untuk menganalisis mengenai penyebab tumbuhan menggugurkan daunnya pada musim kemarau dan alasan hal tersebut terjadi secara berkelompok (Aktivitas 3.15).
2. Setelah itu, minta peserta didik untuk melakukan Aktivitas 3.16 yakni melakukan analisis, mencari informasi yang relevan, dan berdiskusi dengan teman sekelompok mengenai keterkaitan antara kadar nutrisi dalam tanah dengan respon tumbuhan sebagai faktor internal.
3. Setelah itu, mintalah peserta didik untuk melakukan studi literatur dalam kelompok kecil untuk mendeskripsikan respon tumbuhan terhadap faktor eksternal.
4. Mintalah peserta didik untuk mempresentasikan jawaban mereka. Kemudian mintalah mereka untuk saling berdiskusi mengenai jawaban yang mereka buat. Perhatikan cara peserta didik berdiskusi untuk melatih kemampuan berpikir kritis dan kerja sama.
5. Tekankan pada peserta didik untuk bersyukur atas karunia Tuhan karena telah menciptakan organ yang kompleks pada tumbuhan dengan baik sehingga kita dapat mengambil manfaatnya untuk kehidupan sehari-hari.

### Kegiatan Penutup

#### (Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran)

Ajaklah peserta didik untuk merefleksikan hal-hal yang telah dan belum dipahami pada pertemuan ini.

### (Tindak Lanjut Pembelajaran)

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka diminta untuk menonton video mengenai iritabilitas pada tumbuhan.
2. Bagi peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan yang juga dilakukan di luar kelas.

## D. Interaksi dengan Orang Tua

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua terkait penugasan yang diberikan kepada anaknya. Untuk bab ini, dimohon kepada orang tua untuk bekerja sama membantu peserta didik menyiapkan bahan (bagian tumbuhan) yang digunakan ketika kegiatan pengamatan. Ketika peserta didik mendapat tugas untuk mencari informasi di internet, diharapkan orang tua juga ikut mengawasi. Selain itu, Guru dapat mengomunikasikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab.

## E. Refleksi Guru

Guru perlu melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan pada bab ini untuk menemukan hal-hal yang menjadi kendala untuk diperbaiki pada pembelajaran selanjutnya. Guru juga perlu melakukan refleksi terhadap konsep-konsep yang sulit dipahami peserta didik dan cenderung menjadi miskonsepsi untuk dicatat dan ditekankan pada pembelajaran selanjutnya. Untuk mempermudah melakukan hal tersebut, Anda dapat menjawab pertanyaan berikut.

Kegiatan pembelajaran apa saja yang menurut Anda berhasil? Kesulitan apa yang Anda alami? Apa langkah yang perlu dilakukan untuk memperbaiki proses belajar? Apakah seluruh peserta didik mengikuti pembelajaran dengan baik? Berapa banyak peserta didik yang menurut Anda sudah berhasil? Berapa banyak peserta didik yang menurut Anda belum berhasil?

## F. Asesmen/Penilaian

Penilaian yang digunakan berupa tes untuk mengukur pengetahuan dan non tes untuk mengukur keterampilan sains siswa.

Untuk ranah pengetahuan, peserta didik yang memperoleh nilai di bawah 60 diberikan remedial, sedangkan untuk keterampilan proses peserta didik yang memiliki ketercapaian di bawah 60 persen perlu diberikan penguatan pada aktivitas berikutnya.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimal}} \times 100$$

Rumus di atas dapat digunakan untuk melihat penguasaan kompetensi keterampilan proses peserta didik.

### Waktu penilaian:

#### 1. Pada Saat/Proses (Formatif)

Jenis	Bentuk	Aktivitas
Pengetahuan	Pertanyaan instruksional	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aktivitas 3.2</li><li>• Aktivitas 3.3</li><li>• Aktivitas 3.4</li><li>• Aktivitas 3.5</li><li>• Aktivitas 3.7</li><li>• Aktivitas 3.9</li><li>• Aktivitas 3.10</li><li>• Tabel 3.1 Persamaan dan Perbedaan Siklus Hidup Lumut dan Paku.</li><li>• Latihan Subbab reproduksi pada tumbuhan</li><li>• Aktivitas 3.12</li><li>• Aktivitas 3.13</li><li>• Aktivitas 3.14</li><li>• Aktivitas 3.15</li><li>• Aktivitas 3.16</li><li>• Tabel 3.2. Identifikasi keterkaitan antara kadar nutrisi di dalam tanah dengan respon yang akan tumbuhan berikan.</li><li>• Aktivitas 3.17</li><li>• Tabel 3.3 Respon Tumbuhan terhadap Perubahan Eksternal.</li></ul>

Jenis	Bentuk	Aktivitas
Keterampilan	Non Tes	Keterampilan sains peserta didik dinilai melalui observasi pada: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivitas 3.2</li> <li>• Aktivitas 3.3</li> <li>• Aktivitas 3.4</li> <li>• Aktivitas 3.5</li> <li>• Aktivitas 3.7</li> <li>• Aktivitas 3.9</li> <li>• Aktivitas 3.10</li> <li>• Aktivitas 3.12</li> <li>• Aktivitas 3.13</li> <li>• Aktivitas 3.14</li> <li>• Aktivitas 3.16</li> <li>• Aktivitas 3.17</li> </ul>
Sikap	Non Tes	Observasi

## 2. Setelah Pembelajaran (Sumatif)

Jenis	Bentuk	Aktivitas
Pengetahuan	Tes	Uji Kompetensi

**Rubrik penilaian yang digunakan untuk keterampilan sains atau keterampilan kinerja selama kegiatan diskusi.**

**1. Rubrik Menyusun Langkah Percobaan**

Tingkat Kemampuan	Skor	Kriteria Capaian
Istimewa	4	Langkah kerja sangat mengarah pada pencapaian tujuan percobaan, diuraikan secara sistematis, dan jelas.
Baik	3	Langkah kerja sangat mengarah pada pencapaian tujuan percobaan, meskipun diuraikan kurang sistematis, dan kurang jelas.
Cukup	2	Langkah kerja kurang mengarah pada pencapaian tujuan percobaan, uraian kurang sistematis, dan kurang jelas.
Kurang	1	Langkah kerja tidak mengarah pada pencapaian tujuan percobaan.

*Sumber: Wulan, A.R. (2020)*

**2. Rubrik untuk Menilai Kemampuan membuat Hipotesis**

Tingkat Kemampuan	Skor	Kriteria Capaian
Baik	4	Sesuai tujuan dan sesuai teori.
Cukup	3	Sesuai tujuan namun kurang sesuai teori.
Kurang	2	Kurang sesuai tujuan dan kurang sesuai teori.
Sangat kurang	1	Tidak sesuai tujuan dan tidak sesuai teori.

**3. Rubrik Kemampuan Menyimpulkan Hasil Percobaan**

Tingkat Kemampuan	Skor	Kriteria Capaian
Baik	4	Sesuai tujuan, sesuai data percobaan, dan sesuai teori.
Cukup	3	Sesuai tujuan, sesuai data percobaan, namun kurang sesuai teori.
Kurang	2	Sesuai tujuan, tidak sesuai data percobaan, dan tidak sesuai teori.
Sangat Kurang	1	Tidak sesuai tujuan, tidak sesuai data percobaan, dan tidak sesuai teori.

*Sumber: Wulan, A.R. (2020)*

#### 4. Rubrik untuk Menilai Kemampuan Mengomunikasikan Hasil Percobaan

No	Indikator Penilaian	Skor			
		4 (Sangat baik)	3 (Baik)	2 (Sedang)	1 (Sangat baik)
1	Merumuskan tujuan percobaan	Tujuan percobaan jelas dan fokus pada hasil yang diharapkan	Tujuan percobaan jelas meskipun kurang fokus pada hasil yang diharapkan	Tujuan percobaan kurang jelas dan kurang fokus pada hasil yang diharapkan	Tujuan percobaan tidak jelas dan tidak fokus pada hasil yang diharapkan
2	Menjelaskan dasar teori	Teori dasar yang digunakan selaras dengan konsep inti percobaan dan penulisannya berkesinambungan	Teori dasar yang digunakan selaras dengan konsep inti percobaan meskipun penulisannya kurang berkesinambungan	Teori dasar yang digunakan kurang selaras dengan konsep inti percobaan dan penulisannya kurang berkesinambungan	Teori dasar yang digunakan tidak selaras dengan konsep inti percobaan dan penulisannya tidak berkesinambungan
3	Menyusun alat dan bahan	Alat dan bahan yang disusun lengkap, rinci, dan terstruktur	Alat dan bahan yang disusun lengkap dan rinci, meskipun kurang terstruktur	Alat dan bahan yang disusun kurang lengkap, kurang rinci, dan kurang terstruktur	Alat dan bahan yang disusun tidak lengkap, tidak rinci, dan tidak terstruktur
4	Menyusun langkah kegiatan	Langkah kegiatan disusun berurutan dan lengkap	Langkah kegiatan disusun berurutan tetapi kurang lengkap	Langkah kegiatan disusun kurang berurutan dan kurang lengkap	Langkah kegiatan disusun tidak berurutan dan tidak lengkap

5	Mengomunikasikan data percobaan	Data pengamatan setiap variabel dijelaskan beurutan dengan lengkap.	Data pengamatan setiap variabel dijelaskan tetapi kurang lengkap.	Data pengamatan dijelaskan kurang berurutan dan kurang lengkap.	Data pengamatan dijelaskan tidak berurutan dan tidak lengkap.
6	Menganalisis variabel percobaan	Variabel percobaan dianalisis dengan argumentasi yang logis, terorganisir, dan dielaborasi dengan sumber lainnya	Variabel percobaan dianalisis dengan argumentasi yang logis meskipun kurang terorganisir dan/atau kurang dielaborasi dengan sumber lainnya	Variabel percobaan dianalisis dengan argumentasi yang kurang logis dan tidak terorganisir atau tidak dielaborasi dengan sumber lainnya	Variabel percobaan dianalisis dengan argumentasi yang tidak logis, tidak terorganisir, dan tidak dielaborasi dengan sumber lainnya
7	Menggunakan kepustakaan	Kepustakaan yang digunakan diambil dari sumber yang kredibel, melakukan penulisan sitasi dan sitasi selaras dengan daftar pustaka	Kepustakaan yang digunakan diambil dari sumber yang kurang kredibel meskipun melakukan penulisan sitasi dan sitasi selaras dengan daftar pustaka	Kepustakaan yang digunakan diambil dari sumber yang kurang kredibel, tidak melakukan penulisan sitasi atau sitasi tidak selaras dengan daftar pustaka.	Kepustakaan yang digunakan diambil dari sumber yang tidak kredibel, tidak melakukan penulisan sitasi dan sitasi tidak selaras dengan daftar pustaka.
8	Menyusun kesimpulan	Kesimpulan sesuai tujuan percobaan dan dapat menggambarkan hasil percobaan.	Kesimpulan sesuai tujuan percobaan, namun kurang menggambarkan hasil percobaan.	Kesimpulan kurang sesuai tujuan percobaan dan tidak menggambarkan hasil percobaan.	Kesimpulan tidak sesuai tujuan percobaan dan tidak menggambarkan hasil percobaan.

## 5. Rubrik Menilai Kemampuan Berargumentasi dalam Berdiskusi Hasil Praktikum

Kategori Kemampuan	Skor	Kriteria Penilaian		
		Penggunaan data untuk mendukung argumentasi	Logika berpikir yang digunakan dalam argumentasi	Sistematika yang digunakan dalam argumentasi
Baik	4	Seluruh data yang relevan mendukung argumentasi yang disampaikan	Keseluruhan argumentasi sesuai dengan logika penalaran ilmiah	Keseluruhan argumentasi diuraikan dalam hubungan yang runtut sehingga mampu menjelaskan dengan baik rangkaian sebab-akibat
Cukup	3	Sebagian besar data yang relevan mendukung argumentasi yang disampaikan.	Sebagian besar argumentasi sesuai dengan logika penalaran ilmiah.	Sebagian besar argumentasi diuraikan dalam hubungan yang runtut dalam menjelaskan rangkaian sebab akibat.
Kurang	2	Hanya sebagian data yang relevan digunakan untuk mendukung argumentasi.	Hanya sebagian argumentasi yang sesuai dengan logika penalaran ilmiah (dapat diterima akal).	Hanya sebagian argumentasi diuraikan dalam hubungan yang runtut dalam menjelaskan rangkaian sebab akibat.
Sangat kurang	1	Argumentasi tidak didukung data hasil percobaan atau fakta yang disampaikan tidak relevan.	Argumentasi tidak sesuai dengan logika penalaran ilmiah (tidak dapat diterima akal).	Argumentasi tidak diuraikan dalam hubungan yang runtut dalam menjelaskan sebab akibat.

Sumber: Wulan, A.R. (2020)

## Kunci Jawaban Aktivitas 3.2

**Tabel 3.1** Organ Tumbuhan dan Fungsi

Organ dan Gambar Organ	Fungsi Organ	Kaitan antara Bentuk dan Fungsi
Akar	Menyerap air dan unsur hara serta menjadi penyokong tumbuhan.	Akar memiliki bentuk yang menyebar dan letak yang bervariasi. Hal ini menyesuaikan dengan letak air yang dapat diserap oleh tumbuhan. Selain itu akar yang menancap ke tanah juga menjadi penyokong untuk menahan tanaman agar tetap tumbuh tegak.
Batang	Menopang tubuh tumbuhan dan menjadi penghubung antara berbagai organ tumbuhan.	Batang memiliki beberapa jenis bentuk, tetapi umumnya batang berbentuk tegak dan lebih keras dari organ tumbuhan lainnya. Hal ini berkaitan dengan fungsi batang sebagai penopang tumbuhan. Selain itu, struktur tersebut ada untuk melindungi jaringan berpembuluh di dalamnya, tempat transportasi air dan nutrisi berlangsung.
Daun	Menghasilkan makanan (karbohidrat) dan oksigen.	Bentuk daun yang melebar digunakan oleh tumbuhan untuk menangkap cahaya matahari yang digunakan pada proses fotosintesis.
Bunga	Merupakan organ reproduksi pada tumbuhan.	Bunga pada tumbuhan cenderung memiliki bentuk dan warna yang menarik dan indah. Hal ini digunakan untuk menarik perhatian serangga, sehingga serangga dapat membantu penyerbukan tumbuhan.

### Pedoman Penulisan Laporan Aktivitas 3.3

1. Laporan dapat berupa tulisan dan non tulisan.
2. Laporan berupa tulisan dapat berbentuk grafik, tabel, narasi, PowerPoint dan grafik.
3. Laporan non tulisan dapat berbentuk video.
4. Komponen laporan memuat tujuan aktivitas, alat dan bahan, prosedur kerja, hasil pengamatan, dan kesimpulan.

### Kunci Jawaban Aktivitas 3.3

1. Jaringan apa saja yang kalian temukan pada daun monokotil?  
**Jawaban:** Parenkim palisade, parenkim spons, epidermis, pembuluh angkut (xilem & floem).
2. Jaringan apa yang kalian temukan pada daun dikotil?  
**Jawaban:** Parenkim palisade, parenkim spons, epidermis, pembuluh angkut (xilem & floem).
3. Apakah pola jaringan tersebut sama?  
**Jawaban:** Tidak, pola jaringan tersebut berbeda.
4. Bandingkanlah jaringan pada daun tumbuhan monokotil dan dikotil yang telah kalian amati!  
Jawaban:

**Tabel 3.2** Persamaan dan Perbedaan Daun Monokotil dan Dikotil

Persamaan			Perbedaan		
Aspek	Daun Monokotil	Daun Dikotil	Aspek	Daun Monokotil	Daun Dikotil
Jaringan	Memiliki parenkim palisade, parenkim spons, epidermis, pembuluh angkut (xilem & floem)	Memiliki parenkim palisade, parenkim spons, epidermis, pembuluh angkut (xilem & floem)	Ukuran jaringan angkut	Berbeda, jaringan yang ada di tengah lebih besar dibandingkan dengan jaringan lainnya.	Sama

- Buatlah kesimpulan kalian mengenai jaringan pada daun monokotil dan dikotil!

**Jawaban:** Daun tersusun oleh beberapa jenis jaringan, yakni jaringan epidermis, jaringan parenkim (parenkim palisade dan spons), dan jaringan angkut. Perbedaan antara daun monokotil dan dikotil terletak pada ukuran pembuluh angkut.

#### Kunci Jawaban Aktivitas 3.4

- Jaringan apa saja yang kalian temukan pada batang monokotil?  
**Jawaban:** epidermis, korteks, xilem, floem, parenkim, sklerenkim.
- Jaringan apa yang kalian temukan pada batang dikotil?  
**Jawaban:** epidermis, xilem, floem, kambium, parenkim, korteks, dan sklerenkim.
- Apakah pola jaringan batang pada kedua tumbuhan yang kalian amati sama?  
**Jawaban:** Tidak, pola jaringan batang pada kedua tumbuhan berbeda.
- Bandingkanlah jaringan pada batang tumbuhan monokotil dan dikotil yang telah kalian amati!

**Jawaban:**

**Tabel 3.3** Persamaan dan Perbedaan Batang Monokotil dan Dikotil

Persamaan			Perbedaan		
Aspek	Batang Monokotil	Batang Dikotil	Aspek	Batang Monokotil	Batang Dikotil
Jaringan	Epidermis, xilem, floem, parenkim, sklerenkim.	Epidermis, xilem, floem, parenkim, dan sklerenkim.	Keberadaan Kambium	Tidak ada	Ada
			Keberadaan Korteks	Tidak ada	Ada
			Persebaran floem dan xilem	Tersebar, floem dan xilem membentuk beberapa bulatan.	Terpusat membentuk pola lingkarang dengan dipisahkan oleh kambium.

- Buatlah kesimpulan kalian mengenai jaringan pada batang monokotil dan dikotil!

**Jawaban:** Jaringan pada batang tumbuhan tersusun atas jaringan epidermis, parenkim, xilem, dan floem. Namun tumbuhan dikotil memiliki jaringan korteks dan kambium yang berperan terhadap pertumbuhan

sekunder pada tumbuhan. Sementara pada tumbuhan monokotil tidak ada jaringan kambium. Selain itu, struktur jaringan xilem dan floem pada tumbuhan dikotil tersusun secara teratur, sementara pada tumbuhan monokotil tersebar.

### Kunci Jawaban Aktivitas 3.5

- Jaringan apa saja yang kalian temukan pada akar monokotil?  
**Jawaban:** Epidermis, korteks, perisikel, floem, dan xilem.
- Jaringan apa yang kalian temukan pada akar dikotil?  
**Jawaban:** Epidermis, korteks, perisikel, floem, dan xilem.
- Apakah pola jaringan tersebut sama?  
**Jawaban:** Tidak, pola jaringan tersebut berbeda.
- Bandungkanlah jaringan pada tumbuhan monokotil dan dikotil yang telah kalian amati!  
**Jawaban:**

**Tabel 3.4** Persamaan dan Perbedaan Akar Monokotil dan Dikotil

Persamaan			Perbedaan		
Aspek	Akar Monokotil	Akar Dikotil	Aspek	Akar Monokotil	Akar Dikotil
Jaringan	Epidermis, korteks, perisikel, floem, dan xilem.	Epidermis, korteks, perisikel, floem, dan xilem.	Persebaran floem dan xilem.	Tersebar membentuk pola lingkaran.	Tersebar membentuk pola bintang.

- Buatlah kesimpulan kalian mengenai jaringan pada akar monokotil dan dikotil!  
**Jawaban:** Terdapat beberapa jaringan yang terdapat pada akar monokotil dan dikotil, yakni epidermis, korteks, perisikel, floem, dan xilem. Hanya saja persebaran jaringan floem dan xilemnya berbeda, tumbuhan monokotil membentuk lingkaran sedangkan tumbuhan dikotil membentuk bintang.

### Kunci Jawaban Kegiatan Alternatif

Jawabannya seperti kunci jawaban Aktivitas 3.2, 3.3, 3.4, dan 3.5.

### Kunci Jawaban Aktivitas 3.6

1. Sel apa saja yang kalian temukan pada jaringan floem?

Jawaban: Sel pembuluh tapis, sel pengiring, sel parenkim floem, dan serabut floem.

2. Bagaimana kondisi sel-sel tersebut? Apakah hidup atau mati?

Jawaban: Hidup, kecuali serabut floem.

3. Mengapa sel-sel pada jaringan floem harus demikian kondisinya (hidup atau mati)? Hubungkanlah dengan fungsi dari floem!

Jawaban: Fungsi floem adalah mengantarkan hasil fotosintesis yang berupa makanan (karbohidrat dan sebagainya) dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan. Oleh karena itu, sel-sel yang terlibat di dalam perpindahan tersebut haruslah hidup, agar sistem fisiologinya dapat mendukung transportasi zat di dalamnya.

4. Sel apa saja yang kalian temukan pada jaringan xilem? Apakah terdapat perbedaan antara sel-sel yang kalian temukan pada floem dan xilem?

Jawaban: Sel trakea, sel trakeid, dan serabut xilem.

5. Bagaimana kondisi sel-sel tersebut? Apakah hidup atau mati?

Jawaban: Mati.

6. Mengapa sel-sel pada jaringan xilem harus demikian kondisinya? Hubungkanlah dengan fungsi dari xilem!

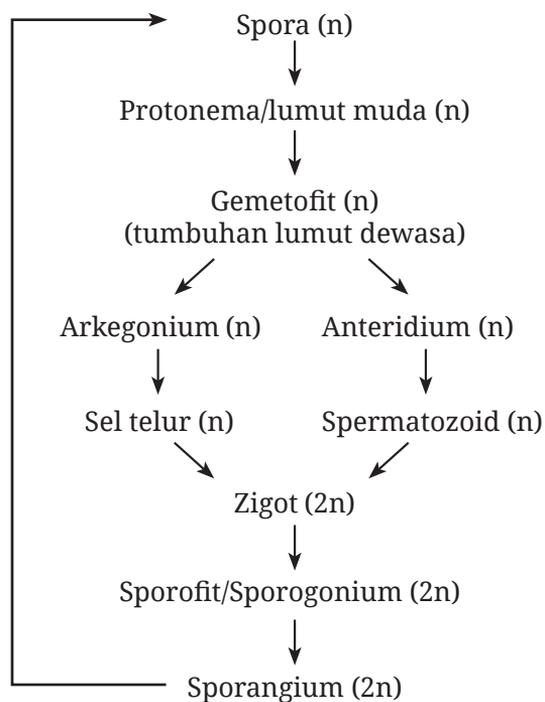
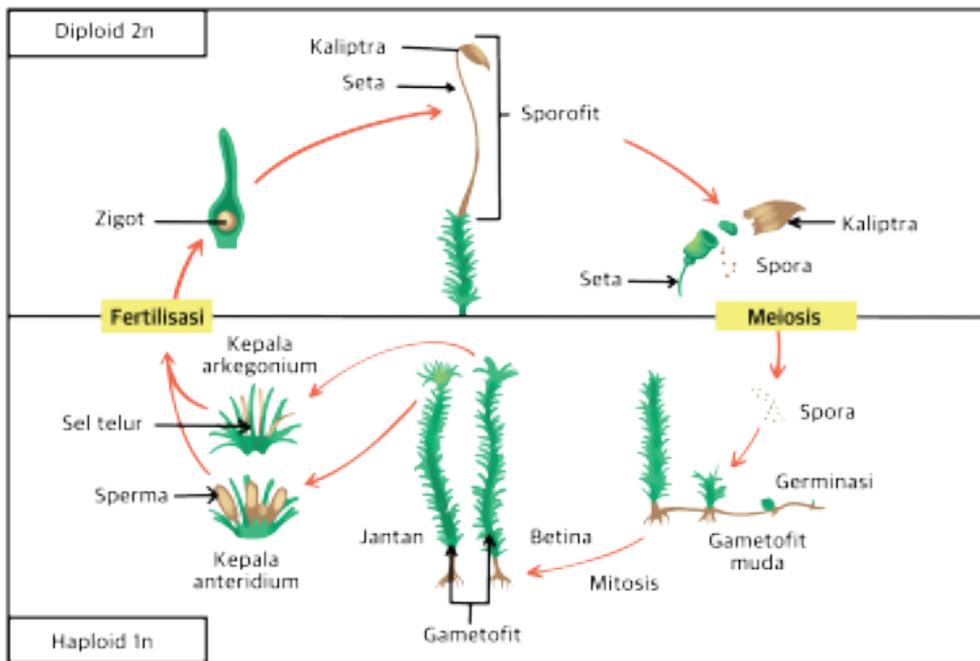
Jawaban: Sel-sel penyusun xilem merupakan sel-sel yang tidak memiliki sitoplasma artinya sel-sel penyusun xilem merupakan sel yang mati. Hal ini dikarenakan untuk dapat mengangkut air dari akar menuju organ tumbuhan lainnya, dibutuhkan pembuluh yang menyerupai pipa. Kondisi sel penyusun xilem yang mati memungkinkan xilem memiliki diameter atau rongga yang lebih besar untuk mentransportasikan air dan mineral menuju organ lainnya.

7. Buatlah Kesimpulan kalian mengenai jaringan floem dan xilem!

Jawaban: Jaringan pembuluh floem dan xilem terdiri dari sel-sel penyusun yang berbeda dengan kondisi yang berbeda pula. Hal ini disesuaikan dengan fungsi dari floem dan xilem itu sendiri. Sel-sel penyusun floem merupakan sel-sel yang hidup kecuali serabut floem, hal inilah yang menunjang fungsi dari floem untuk menghantarkan hasil fotosintesis menuju organ tumbuhan lainnya. Sedangkan sel-sel penyusun xilem merupakan sel-sel yang mati agar xilem memiliki diameter yang lebih besar, sehingga dapat menghantarkan air dari akar ke organ lainnya.

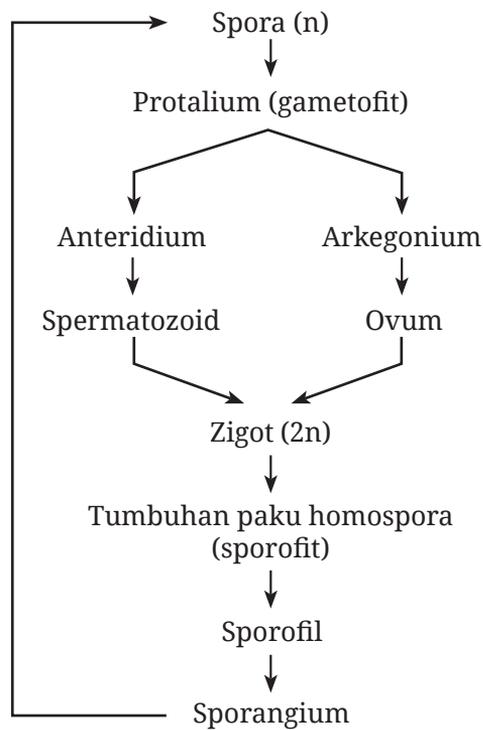
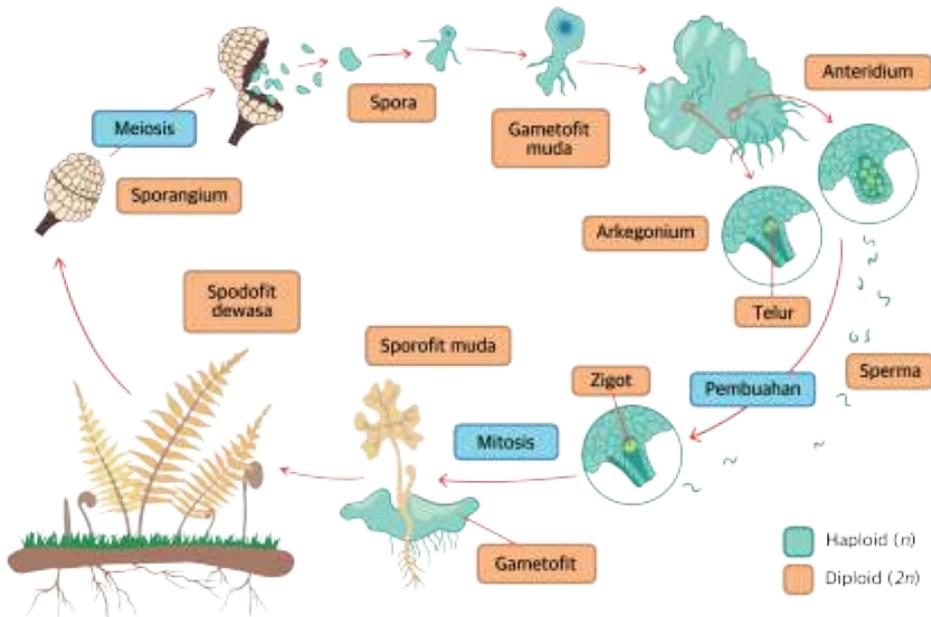
**Kunci Jawaban Aktivitas 3.7**

Gambar siklus hidup lumut.



**Gambar 3.1** Siklus Hidup Lumut

### Kunci Jawaban Aktivitas 3.8 Ayo Mengeksplorasi



**Gambar 3.2** Siklus Hidup Tumbuhan

**Tabel 3.8** Persamaan dan Perbedaan Siklus Hidup Lumut dan Paku

Persamaan	Perbedaan	
	Lumut	Paku
Memiliki fase sporofit dan gametofit.	Fase gametofit lebih dominan.	Fase sporofit lebih dominan.
	Sel hasil perkembangan zigot disebut protonema.	Sel hasil perkembangan disebut protalus.

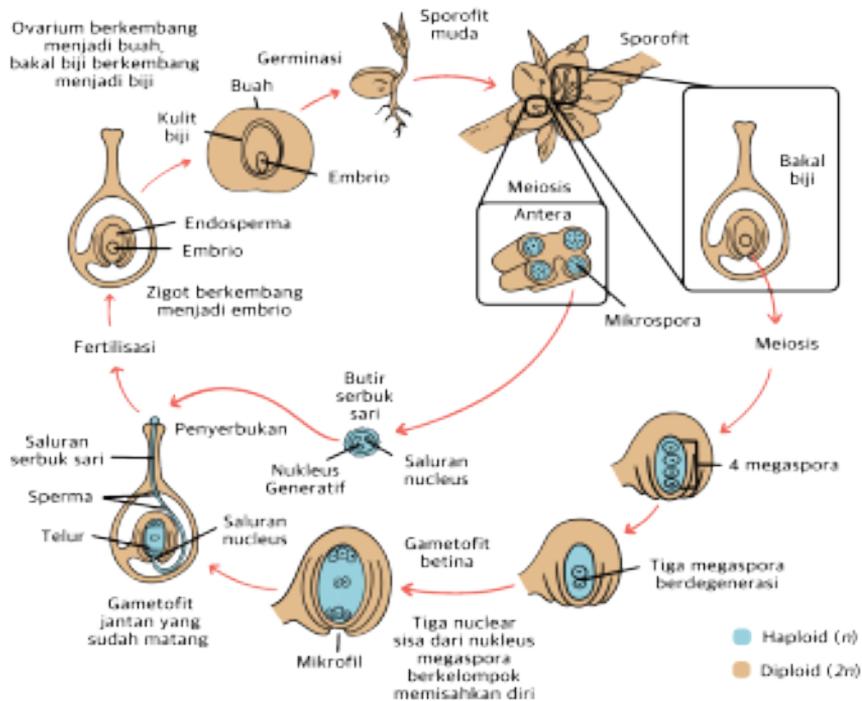
### Latihan 3.1

Pernyataan	Benar	Salah
Fase tumbuhan yang berasal dari zigot disebut sporofit.	√	
Tumbuhan dengan fase dominan sporofit dapat tumbuh tinggi.	√	
Tumbuhan selalu mengalami fase sporofit dan gametofit secara bergiliran dan terus-menerus.	√	
Fase gametofit pada lumut dapat melakukan fotosintesis.		√

### Kunci Jawaban Aktivitas 3.12

Bagian Bunga	Fungsinya
Mahkota bunga	Menarik perhatian serangga untuk penyerbukan.
Benang sari	Menghasilkan serbuk sari.
Kepala sari	Penghubung ruang sari dengan benang sari.
Tangkai putik	Jalur perjalanan sel jantan menuju ovarium bunga.
Kepala putik	Tempat jatuhnya serbuk sari.
Kelopak	Melindungi kuncup bunga.

### Kunci Jawaban Aktivitas 3.13



**Gambar 3.3** Proses Fertilisasi Ganda

### Kunci Jawaban Aktivitas 3.14



(a)

(b)

**Gambar 3.4** Bagian-bagian tumbuhan (a) biji dandelion dan (b) buah beri  
(b) Nguyen/Unsplash (2022)

Sumber: (a) Goetsch/Unsplash (2018)

Gambar di atas menunjukkan biji dandelion dan buah beri yang berasal dari tanaman Angiospermae. Bagaimana bentuk buah dan biji seperti itu memberikan keuntungan untuk tanamannya? Diskusikan pertanyaan tersebut dengan kelompokmu dan tampilkan hasilnya pada tabel.

Dandelion	Buah Beri
Keuntungan biji Dandelion yang terbuka menyebabkan tumbuhan ini dapat memanfaatkan angin untuk persebarannya karena difasilitasi biji yang ringan, terbuka, dan dapat terbang.	Adanya daging buah yang melindungi biji di dalamnya, menarik hewan serta manusia untuk mengonsumsinya, sehingga biji dapat disebarkan.

### Kunci Jawaban Aktivitas 3.15

**Tabel 3.9** Identifikasi Keterkaitan antara Kadar Nutrisi di dalam Tanah dengan Respons yang akan Tumbuhan Berikan

No	Jenis Nutrisi	Kondisi	Respon Tumbuhan
1.	Nitrogen	Defisiensi	Daun berwarna hijau pucat atau kuning; pertumbuhan terganggu, pembentukan buah rendah/buruk.
		Berlebihan	Daun berwarna hijau gelap; rentan terhadap kekeringan, penyakit, dan hama serangga.
2.	Fosfor	Defisiensi	Daun berwarna ungu, pertumbuhan terganggu dan berukuran kecil, rentan terhadap penyakit dan kekeringan.
		Berlebihan	Menunjukkan gejala defisiensi zinc dan zat besi.
3.	Kalium	Defisiensi	Tepi dan ujung daun dewasa berwarna kuning, daun kering, pembentukan buah dengan bentuk yang tidak normal, dan rentan terhadap kekeringan.
		Berlebihan	Menunjukkan gejala defisiensi magnesium dan kemungkinan kalsium.
4.	Kalsium	Defisiensi	Pembentukan dan tampilan buah yang buruk.
		Berlebihan	Menunjukkan gejala defisiensi magnesium atau kalium.

No	Jenis Nutrisi	Kondisi	Respon Tumbuhan
5.	Magnesium	Defisiensi	Daun berwarna kuning pada daun dewasa, perkembangan buah yang buruk.
		Berlebihan	Pertumbuhan terhambat karena adanya ketidakseimbangan kalsium dan kalium.
6.	Sulfur	Defisiensi	Daun muda berwarna kuning, gejala lainnya mirip defisiensi nitrogen.
		Berlebihan	Daun muda berguguran.
7.	Zat Besi	Defisiensi	Daun muda memiliki area berwarna kuning atau putih, ada beberapa bagian tanaman yang mati.
		Berlebihan	Daun memiliki bercak berwarna coklat.
8.	Mangan	Defisiensi	Daun muda berwarna kuning atau memiliki bercak warna kuning.
		Berlebihan	Munculnya bercak cokelat pada daun dewasa.
9.	Zinc	Defisiensi	Daun muda berwarna kekuningan, pertumbuhan terganggu, munculnya bunga juga lambat.
		Berlebihan	Menunjukkan gejala defisiensi besi.
10.	Boron	Defisiensi	Daun mengalami perubahan bentuk dan warna, tempat-tempat pertumbuhan mati.
		Berlebihan	Ujung dan tepi daun berwarna kuning, beberapa bagian tampak seperti bekas terbakar, daun muda berguguran.
11.	Molybdenum	Defisiensi	Chlorosis pada hampir seluruh bagian tumbuhan, muncul bercak-bercak pada daun.
		Berlebihan	Daun berwarna jingga cerah.

## Kunci Jawaban Aktivitas 3.16

**Tabel 3.10** Respons Tumbuhan terhadap Faktor-Faktor Eksternal

No	Faktor-Faktor	Deskripsi Respon Tumbuhan
1	Untuk melihat respon tanaman dewasa terhadap cahaya kunjungi link berikut ini. Kemudian deskripsikan responnya pada bagian Deskripsi Respon Tumbuhan.  Tautan: <a href="http://ringkas.kemdikbud.go.id/ResponTumbuhan1">http://ringkas.kemdikbud.go.id/ResponTumbuhan1</a>	Tumbuhan mengarahkan daunnya ke arah datangnya sinar matahari.
2	Untuk melihat respon bibit tanaman terhadap cahaya kunjungi link berikut ini. Kemudian deskripsikan responnya pada bagian Deskripsi Respon Tumbuhan.  Tautan: <a href="http://ringkas.kemdikbud.go.id/ResponTumbuhan1">http://ringkas.kemdikbud.go.id/ResponTumbuhan1</a>	Benih tumbuhan tumbuh lebih pelan ketika ada cahaya.
3	Untuk melihat respon tumbuhan terhadap sentuhan kunjungi link berikut ini. Kemudian deskripsikan responnya pada bagian Deskripsi Respon Tumbuhan. Tautan:  <a href="https://plantsinmotion.bio.indiana.edu/plantmotion/MovieFiles/VFlytrap.m4v">https://plantsinmotion.bio.indiana.edu/plantmotion/MovieFiles/VFlytrap.m4v</a>	Tumbuhan tersebut bergerak menutup ketika disentuh.
4	Untuk melihat respon tumbuhan mencari tiang untuk sulur tumbuh kunjungi link berikut ini. Kemudian deskripsikan responnya pada bagian Deskripsi Respon Tumbuhan.  Tautan: <a href="https://plantsinmotion.bio.indiana.edu/plantmotion/MovieFiles/morningglorygroup.m4v">https://plantsinmotion.bio.indiana.edu/plantmotion/MovieFiles/morningglorygroup.m4v</a>	Tumbuhan menggerakkan sulurnya untuk mencari tiang tempat tumbuh. Jika menemukan sentuhan atau tiang, maka sulur akan melilit dan kemudian tumbuh.

5	Untuk melihat respon tumbuhan terhadap suhu, carilah informasi secara mandiri. Kemudian deskripsikan responnya pada bagian Deskripsi Respon Tumbuhan.	Tumbuhan yang berada di suhu ekstrem (dingin di musim dingin dan panas di musim kemarau) mengalami dormansi dengan cara menggugurkan daunnya.
6	Untuk melihat <b>respon tumbuhan terhadap panjang siang-malam</b> , carilah informasi secara mandiri. Kemudian deskripsikan responnya pada bagian Deskripsi Respon Tumbuhan.	Tumbuhan tertentu membutuhkan panjang siang-malam yang berbeda untuk hidup dan mengembangkan bunganya.

### Kunci Jawaban Uji Kompetensi

- Hal ini dikarenakan air tidak selalu tersedia di dalam material yang digunakan untuk menumbuhkan tanaman.
- Pompa air yang digunakan pada sistem hidroponik yang hanya menyebabkan air melewati sistem sebanyak 4-6 kali sehari.
- Hal ini terjadi dikarenakan adanya regulasi pada tanaman. Tanaman akan menyesuaikan dirinya dengan lingkungan tempat hidupnya agar dapat terus hidup, tumbuh, dan berkembang. Sedikitnya jumlah air yang terdapat pada material menyebabkan tanaman harus beradaptasi dengan hal tersebut, sehingga tanaman akan mengurangi evaporasi dan menggunakan air yang tersedia dengan semaksimal mungkin.
- Salah, karena akar cenderung memiliki peran yang lebih penting dalam sistem hidroponik dibandingkan daun. Hal ini selaras dengan fungsi akar untuk menyerap air yang tersedia pada material.
- Benar, karena jumlah air yang berlebih dapat menyebabkan akar tanaman menjadi busuk.
- Salah, karena tanah liat tidak memiliki pori-pori yang besar. Akibatnya air tidak dapat masuk ke tanah liat, sehingga tanaman akan kekurangan air. Karakteristik tanah liat yang demikian juga kurang mendukung pertumbuhan akar tanaman.

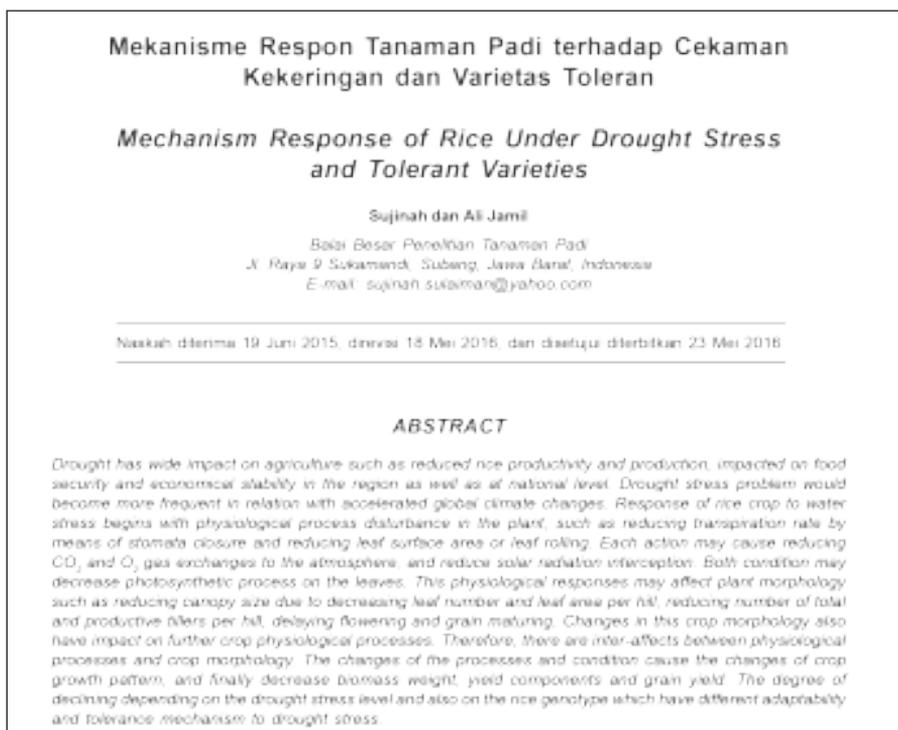
## G. Pengayaan

Tidak hanya di Indonesia, di beberapa negara lain di dunia, padi masih menjadi salah satu fokus riset para peneliti. Berbagai tantangan terkait produksi padi dicoba untuk dicari solusi dan penjelasannya. Berita terbaru dari dampak permasalahan kekeringan terhadap tanaman padi diangkat oleh media di Eropa dan Amerika.

<http://ringkas.kemdikbud.go.id/kekeringan1>

<http://ringkas.kemdikbud.go.id/kekeringan2>

Salah satu artikel penelitian terkait padi yang dipublikasikan oleh peneliti dari Balai Besar Penelitian Tanaman Padi Indonesia memuat penjelasan tentang mekanisme respons tanaman padi terhadap cekaman kekeringan dapat diakses di tautan berikut: <http://ringkas.kemdikbud.go.id/kekeringan3> Berikut adalah abstrak penelitian dari artikel yang dimaksud.



Berdasarkan artikel penelitian tersebut diketahui bahwa respons padi terhadap kekeringan dimulai dengan respons secara fisiologis yang diikuti oleh perubahan secara morfologis. Respons tersebut merupakan mekanisme ketahanan padi sekaligus dampak akibat cekaman kekeringan.

Telusuri lebih detail tentang dampak cekaman kekeringan terhadap padi menggunakan sumber berita dan artikel penelitian tersebut. Diskusikan dengan teman satu kelompok Kalian, apa contoh respons fisiologis dan respons morfologis tanaman terhadap cekaman kekeringan? Bagaimana dampaknya terhadap pertumbuhan dan produksi padi? Menurut Kalian, upaya apa yang harus dilakukan untuk meminimalkan dampak cekaman kekeringan terhadap tanaman padi?

## H. Bahan Bacaan Peserta Didik

Bahan bacaan lain yang juga disiapkan adalah tautan internet baik berupa video maupun artikel yang digunakan oleh peserta didik ketika mengikuti pembelajaran. Bahan bacaan peserta didik dapat dikembangkan dalam format cetak atau digital oleh guru.

## I. Bahan Bacaan Guru

Bahan bacaan pendukung untuk guru dapat menggunakan beragam sumber yang kredibel misal buku teks yang terkait dengan pokok materi bab ini. Beberapa artikel atau penggalan teks yang digunakan sebagai bahan bacaan peserta didik di buku teks juga harus dipahami sebelumnya oleh guru. Beberapa buku teks Biologi yang digunakan sebagai literatur dan ada di daftar pustaka buku teks dapat menjadi pilihan bacaan guru.

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi  
Republik Indonesia, 2022  
Buku Panduan Guru Biologi untuk SMA/MA Kelas XI  
Penulis: Rini Solihat, dkk.  
ISBN: 978-602-427-895-3



## **Bab 4**

# **Proses Transpor dan Pertukaran Zat pada Manusia**

*Sumber gambar: Zamzam Nursani (2022)*

## A. Pendahuluan

### Tujuan Pembelajaran

---

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta didik diharapkan mampu:

- b. Menjelaskan peran struktur dan fungsi berbagai organ dalam proses transport dan pertukaran zat pada manusia.
- c. Menjelaskan peran fungsi berbagai organ dalam proses transport dan pertukaran zat pada manusia.
- d. Menganalisis keterkaitan struktur organ tubuh dengan fungsi transport dan pertukaran zat pada manusia.
- e. Menganalisis keterkaitan fungsi transport dan pertukaran zat dengan kelainan atau gangguan yang muncul pada sistem organ.
- f. Memproses data hasil pengamatan yang menunjukkan keterkaitan antarstruktur organ dengan fungsi transportasi dan pertukaran zat pada manusia.
- g. Mengomunikasikan hasil penyelidikan tentang kasus kelainan atau gangguan fungsi transport dan pertukaran zat pada tubuh manusia.

### Pokok Materi dan Hubungan antara Pokok Materi Tersebut dalam Mencapai Tujuan Pembelajaran

---

Secara umum, sejumlah pokok materi pada bab ini terdiri dari:

- a. Struktur dan fungsi organ transport dan pertukaran zat (sistem organ sirkulasi, pernapasan, pencernaan dan ekskresi).
- b. Proses transport dan pertukaran zat pada sistem organ sirkulasi, pernapasan, pencernaan dan ekskresi.
- c. Kelainan dan gangguan sistem organ sirkulasi, pernapasan, pencernaan, dan ekskresi yang memengaruhi proses transport dan pertukaran zat.

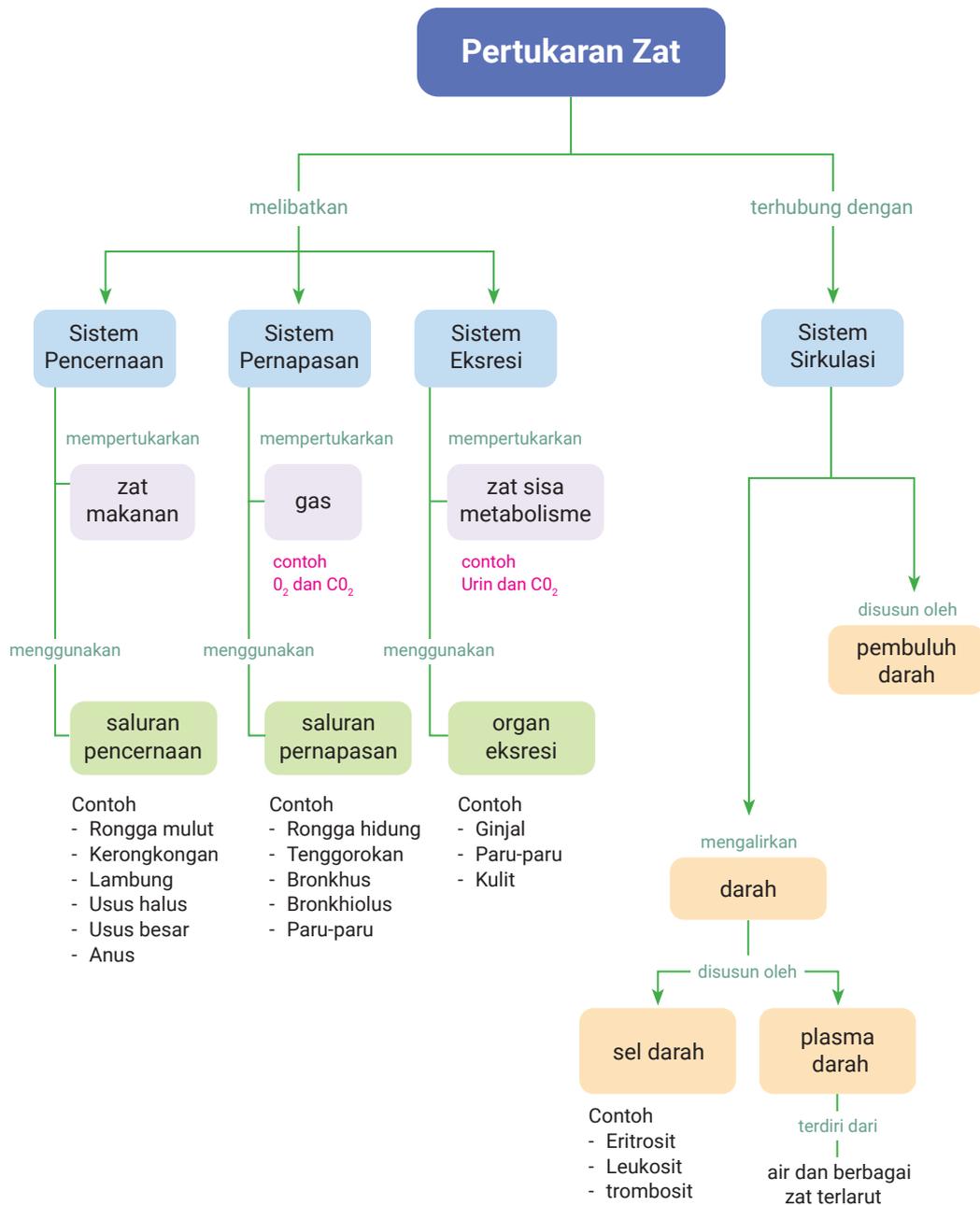
Berdasarkan tinjauan kurikuler, dasar-dasar materi pokok pertama dan ketiga pada bab ini sebagian materinya telah dipelajari pada pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam di tingkat SMP, tepatnya fase E (kelas VII dan IX). Di tingkat SMP, dasar materi tersebut dipelajari dalam kerangka capaian pembelajaran : mengidentifikasi sistem organisasi kehidupan serta melakukan analisis untuk menemukan keterkaitan sistem organ dengan fungsinya serta kelainan atau gangguan yang muncul pada sistem organ tertentu (sistem pencernaan, sistem peredaran darah, sistem pernapasan dan sistem reproduksi).

Adapun materi pokok kedua yang berfokus pada proses transport dan pertukaran zat pada masing-masing sistem organ selain memiliki keterkaitan materi dasar dengan pembelajaran di SMP, keterkaitan juga ditemukan dengan materi pada bab sebelumnya pada fase yang sama. Bab dalam satu fase yang terkait adalah pada bab 1 dan 2 tentang sel dan transport membran. Pada bab ini, keterkaitan tersebut disajikan dalam konteks sifat sel penyusun jaringan dan mekanisme transport yang dilakukan oleh sel sebagai inti proses fisiologis pada transport dan pertukaran zat dalam tubuh manusia.

Penanaman nilai-nilai Pancasila dalam pembelajaran pada bab ini dilakukan baik secara eksplisit maupun implisit dalam setiap aktivitas pembelajaran. Beberapa nilai-nilai Pancasila yang dikembangkan melalui pembelajaran meliputi dimensi:

Dimensi	Penjelasan
Beriman, Bertakwa Kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan Berahlak Mulia	Pada bab ini ditanamkan kesadaran akan pentingnya mensyukuri nikmat tubuh yang sehat dengan menjaga kesehatan dengan menerapkan gaya hidup sehat.
Bergotong royong	Pada sejumlah aktivitas belajar dalam bab ini dilakukan pembiasaan untuk dapat bekerjasama, berkomunikasi dan berkoordinasi melalui aktivitas kelompok.
Mandiri	Pada sejumlah aktivitas belajar dalam bab ini dilakukan pembiasaan untuk dapat berinisiatif dan bekerja secara mandiri.
Bernalar kritis	Pada sejumlah aktivitas belajar dalam bab ini dilakukan pembiasaan untuk dapat secara kritis mengklarifikasi serta menganalisis gagasan dan informasi yang kompleks dan abstrak dari berbagai sumber.
Kreatif	Pada sejumlah aktivitas belajar dalam bab ini dilakukan pembiasaan untuk peserta didik dapat mengeksplorasi dan mengekspresikan pikirannya dalam bentuk karya gagasan, dalam hal ini poster digital.

## Peta Konsep



## Gambaran Umum Bab

---

Transport dan pertukaran zat merupakan salah satu fungsi fisiologis berbagai sistem organ tubuh manusia dan organisme multiseluler lainnya. Proses ini memastikan setiap sel dapat menjalankan fungsinya dengan baik karena terpenuhinya zat-zat yang diperlukan untuk metabolismenya, serta dengan dibuangnya zat-zat sisa yang berbahaya. Mengingat pentingnya fungsi proses transport dan pertukaran zat dilakukan dengan melibatkan secara langsung setidaknya empat sistem organ yang berbeda, yaitu sistem sirkulasi, sistem pernapasan, sistem pencernaan, dan sistem ekskresi. Pada bab ini pembahasan mengenai sistem organ tubuh manusia akan difokuskan pada fungsi keempat sistem organ tersebut dalam kaitannya dalam transport dan pertukaran zat pada tubuh manusia.

Mempelajari sistem organ tubuh manusia sebagai materi biologi, mengenal sistem organ tubuh secara langsung mengajak peserta didik mengenali dan memahami berbagai fenomena biologi terkait tubuhnya. Kedekatan materi ini terhadap kehidupan sehari-hari peserta didik sangatlah tinggi. Oleh karenanya keterlibatan peserta didik dalam proses belajar secara langsung seharusnya dapat dengan optimal diupayakan.

Pada bahasan Bab 4 ini terasa istimewa, mengingat jika pada kurikulum sebelumnya pembahasan sistem organ dilakukan secara terpisah, namun pada bab ini dilakukan penyatuan bahasan beberapa sistem organ. Penyatuan ini memang disadari berisiko untuk menimbulkan kebingungan, terutama karena diperlukan pembiasaan. Namun demikian, jika dikaji lebih lanjut, dalam proses alaminya setiap sistem organ memang terkait satu sama lain. Perspektif keterkaitan ini yang diharapkan dapat dipahami dan diterapkan setiap guru saat memfasilitasi pembelajaran biologi ini, yakni membahasnya sebagai sebuah sistem yang saling terkait.

Untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah dirumuskan untuk bab ini, maka direncanakan keseluruhan materi bab dapat dituntaskan setidaknya dalam 10 pertemuan tatap muka dengan melibatkan 3 latihan dan 13 aktivitas pembelajaran baik dilakukan secara individual, berkelompok, maupun klasikal (bersama-sama sekelas). Detail dari masing-masing pertemuan dan aktivitasnya dijelaskan pada skema pembelajaran.

## B. Skema Pembelajaran

### 1. Subbab: Jaringan, Organ, dan Sistem Organ

Alokasi waktu: 1 Kali Pertemuan/3 Jam Pelajaran

**Tabel 4.1 Skema Pembelajaran Materi Struktur Tubuh untuk Pertukaran dan Transport Zat**

Tujuan Pembelajaran	Waktu	Pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
Pertemuan ke-1				
Menyelidiki perubahan kondisi tubuh saat melakukan beragam aktivitas.	45 menit	Aktivitas tubuh dan proses fisiologi yang menyertainya	Mensimulasikan dan mengukur perubahan kondisi tubuh dalam Aktivitas 4.1, memproses data hasil simulasi dalam Aktivitas 4.2, mengomunikasikan gagasan, menyimak pemaparan guru dan melakukan studi literatur terkait tipe aktivitas tubuh.	NON tes (lembar observasi)
Mengobservasi ciri jaringan penyusun struktur tubuh manusia dalam kaitannya dengan proses pertukaran zat.	30 menit	Jaringan hewan	Mengaitkan materi pembelajaran sebelumnya dalam Latihan 4.1, menyimak pemaparan guru dan melakukan studi literatur terkait tipe jaringan penyusun tubuh.	Tes dan Non tes (Tes tertulis, lembar kerja, lembar observasi)
Pertemuan ke-2				
Mengidentifikasi struktur organ sistem sirkulasi.	30 menit	Struktur organ sirkulasi	Mengidentifikasi ciri organ sirkulasi dalam Aktivitas 4.3, menyimak pemaparan guru, dan melakukan studi literatur.	Non tes (Lembar kerja, lembar observasi)

Tujuan Pembelajaran	Waktu	Pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
Menganalisis peran perbedaan struktur dan komponen sistem sirkulasi.	45 menit	Tipe pembuluh darah, komponen darah dan fungsinya	Menyimak pemaparan guru, melakukan studi literatur, bereksplorasi dengan morfologi pembuluh darah dalam Aktivitas 4.4, dan menganalisis data dan berpikir kritis dalam Aktivitas 4.5, 4.6 dan Latihan 4.2.	Tes dan Non tes  (Tes tertulis, penugasan, lembar kerja, lembar observasi)
Pertemuan ke-3				
Mengidentifikasi struktur pendukung penyerapan zat makanan.	20 menit	Organ pencernaan (usus halus)	Mengidentifikasi ciri organ pencernaan dalam Latihan 4.3, menyimak pemaparan guru, melakukan studi literatur	Tes dan Non tes  (Tes tertulis, penugasan, lembar kerja, lembar observasi)
Mengidentifikasi struktur pendukung pembuangan zat sisa metabolisme.	40 menit	Organ ekskresi (ginjal)	Mengidentifikasi ciri organ ekskresi dalam Aktivitas 4.9, menyimak pemaparan guru, dan melakukan studi literatur.	Non tes  (lembar kerja, lembar observasi)
Pertemuan ke-4				
Mengidentifikasi struktur pendukung pertukaran gas.	35 menit	Organ pernapasan (paru-paru)	Mengidentifikasi ciri organ pernapasan dalam Aktivitas 4.7, menyimak pemaparan guru, dan melakukan studi literatur.	Non tes  (lembar kerja, lembar observasi)

Tujuan Pembelajaran	Waktu	Pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
Menganalisis keterkaitan fungsi struktur organ pernapasan dengan proses pertukaran gas.	35 menit	Peran silia dalam saluran pernapasan	Menganalisis fungsi organ pernapasan dalam Aktivitas 4.8, menyimak pemaparan guru, dan melakukan studi literatur.	Non tes (lembar kerja, lembar observasi)

## 2. Subbab: Proses Pertukaran dan Transport Zat

**Alokasi waktu: 3 Kali Pertemuan/6 Jam Pelajaran**

**Tabel 4.2 Skema Pembelajaran Materi Proses Pertukaran dan Transport Zat**

Tujuan Pembelajaran	Waktu	Pokok materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
<b>Pertemuan ke-5</b>				
Mengidentifikasi proses pertukaran zat pada proses pencernaan.	20 menit	Absorpsi makanan	Menyimak pemaparan guru, dan melakukan studi literatur.	Non tes (Lembar observasi)
Memroses data tentang kandungan zat gizi pada makanan.	60 menit	Uji makanan	Melakukan kegiatan praktikum dalam aktivitas 4.10, menyimak pemaparan guru, dan melakukan studi literatur.	Non tes (Asesmen kinerja)
<b>Pertemuan ke-6</b>				
Mengidentifikasi proses pertukaran zat pada proses pernapasan.	20 menit	Difusi gas	Menyimak pemaparan guru, mengemukakan pendapat dan melakukan studi literatur.	Tes dan Non tes (Tes tertulis dan lembar observasi)

Tujuan Pembelajaran	Waktu	Pokok materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
Memproses data tentang faktor yang mempengaruhi pertukaran gas dalam proses bernapas.	40 menit	Faktor-faktor yang mempengaruhi laju respirasi	Melakukan kegiatan eksplorasi dalam aktivitas 4.11, menyimak pemaparan guru, dan melakukan studi literatur.	Tes dan Non tes  (Tes tertulis dan Asesmen kinerja)
Mengomunikasikan hasil pengamatan terhadap faktor yang mempengaruhi pertukaran zat pada proses bernapas.	20 menit	Faktor-faktor yang mempengaruhi laju respirasi	Mengomunikasikan hasil Aktivitas 4.11, menyimak pemaparan guru, dan melakukan studi literatur.	Non tes  (Lembar observasi)
Pertemuan ke-7				
Mengidentifikasi proses pertukaran zat pada pembentukan urin.	35 menit	Pembentukan urin	Mengemukakan pendapat, menyimak pemaparan guru, dan melakukan studi literatur.	Non tes  (lembar observasi)
Menyimpulkan keterkaitan proses pertukaran zat dengan fungsi sistem pencernaan, penapasan dan ekskresi.	35 menit	Proses pertukaran zat pada berbagai sistem organ	Mengemukakan pendapat, menyimak pemaparan guru, dan melakukan studi literatur.	Non tes  (lembar observasi)

### 3. Subbab: Kelainan pada Pertukaran dan Transport Zat

**Alokasi waktu: 3 Kali Pertemuan/6 Jam Pelajaran**

**Tabel 4.3 Skema Pembelajaran Materi Kelainan pada Pertukaran dan Transport Zat**

Tujuan Pembelajaran	Waktu	Pokok materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
Pertemuan ke-8				
Menyelidiki kondisi kesehatan menggunakan aplikasi pengukur kondisi tubuh.	40 menit	Aplikasi kesehatan	Menyelidiki kondisi tubuh dengan aplikasi pada aktivitas 4.12, mengemukakan pendapat, menyimak pemaparan guru, dan melakukan studi literatur.	Non tes (lembar observasi)
Menjelaskan keterkaitan struktur dan proses pertukaran zat dengan kelainan/ penyakit pada tubuh manusia.	30 menit	Kelainan/ gangguan tubuh manusia	Mengemukakan pendapat, menyimak pemaparan guru, dan melakukan studi literatur.	Tes dan Non tes (lembar observasi)
Pertemuan ke-9				
Menyelidiki keterkaitan tipe kelainan pada proses transport dan pertukaran zat .	70 menit	Kelainan/ gangguan tubuh manusia	Mengumpulkan data untuk bahan poster dalam aktivitas 4.13, menyimak pemaparan guru, dan melakukan studi literatur	Non tes (Lembar observasi)
Pertemuan ke-10				
Mengomunikasikan hasil penyelidikan terkait tipe kelainan pada proses transport dan pertukaran zat melalui poster digital.	70 menit	Kelainan/ gangguan tubuh manusia	Mempresentasikan poster pada aktivitas 4.13, mengemukakan pendapat, menyimak pemaparan guru, dan melakukan studi literatur.	Non tes (Asesmen kinerja dan lembar observasi)

## C. Prosedur Kegiatan Pembelajaran

### a. Pertemuan 1: Kegiatan 1

#### 1) Persiapan mengajar

Sebelum kegiatan pembelajaran, guru mempelajari terlebih dahulu materi pokok pada pertemuan ini, yaitu ragam aktivitas tubuh dan proses fisiologi yang menyertainya serta struktur dan fungsi jaringan hewan dalam mendukung proses pertukaran dan pengangkutan zat. Guru dapat menggunakan buku teks Biologi dasar, seperti Biologi Campbell, atau buku lainnya tentang fisiologi tubuh manusia khususnya pada bahasan tentang jaringan dan struktur tubuh manusia. Guru sangat dianjurkan telah membaca panduan pada buku guru terutama dalam penyiapan Aktivitas 4.1 dan Aktivitas 4.2 pada pertemuan ini. Guru juga perlu menyiapkan perangkat pembelajaran yang dibutuhkan dalam pertemuan ini yaitu media penyampain materi, baik yang berbasis digital (komputer dan proyektor) berupa gambar aktivitas dan jaringan, maupun konvensional (papan tulis, alat peraga dll).

#### 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

##### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen Diagnostik)

1. Guru mengarahkan peserta didik untuk memerhatikan gambar pada halaman pertama bab ini pada buku siswa.
2. Guru mengajukan pertanyaan pada peserta didik : 1) Aktivitas apakah yang dilakukan oleh remaja laki-laki pada Gambar?; 2) Dapatkah kalian memprediksi, bagaimana kondisi tubuh remaja tersebut saat melakukan aktivitas tersebut?; 3) Akan samakah kondisi tubuhna jika remaja tersebut melakukan aktivitas lain? Misal membaca atau menonton televisi?
3. Guru bersama peserta didik mengeksplorasi lebih lanjut tanya jawab terkait aktivitas lainnya yang biasa dilakukan peserta didik sehari-hari.
4. Guru mencatat peserta didik yang turut aktif dalam kegiatan apersepsi.

##### Kegiatan Inti

1. Guru mengaitkan ragam aktivitas sehari-hari dengan perubahan kondisi tubuh yang sering menyertainya, seperti nafas tersengal-sengal saat setelah berlari. Guru dapat mengeksplor ragam contoh aktivitas dan perubahan kondisi tubuh lainnya berdasarkan pandangan peserta didik.

2. Peserta didik dengan bimbingan guru melakukan Aktivitas 4.1 dan 4.2 secara berkelompok (lihat panduan dan kunci jawaban aktivitas), guru mengingatkan peserta didik untuk dapat bekerjasama dan berkolaborasi dalam kelompoknya.
3. Guru memastikan setiap kelompok peserta didik memperoleh pemahaman yang benar terkait perubahan tubuh akibat perbedaan aktivitas yang dilakukan.
4. Peserta didik mengaitkan perubahan kondisi tubuh tersebut sebagai tanda peningkatan atau penurunan proses fisiologis khususnya transport dan pertukaran zat pada sistem organ manusia.
5. Guru mengajak peserta didik mengingat kembali materi organisasi kehidupan dari tingkat sel hingga sistem organ. Guru menekankan fokus bahasan pada peran jaringan pada proses transport dan pertukaran zat pada sistem organ manusia.
6. Guru memberikan penjelasan tentang struktur dan fungsi jaringan-jaringan dasar pada sistem organ manusia serta kaitannya dengan proses transport dan pertukaran zat.
7. Guru memastikan penguasaan konsep peserta didik dengan memandu pengerjaan Latihan 4.1 oleh peserta didik (Lihat panduan dan kunci jawaban latihan)
8. Guru bersama peserta didik mengulas hasil latihan dengan memberikan kesempatan peserta didik mengemukakan pendapatnya dan menghormati pendapat peserta didik lainnya.
9. Guru bersama peserta didik mengelaborasi dan menyimpulkan hasil pembelajaran pada pertemuan ini dengan turut mengingatkan untuk senantiasa bersyukur atas nikmat struktur dan fungsi tubuh yang sehat sebagai karunia Tuhan YME.

### **Kegiatan Penutup (Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran)**

Guru mengajukan pertanyaan reflektif tentang apa saja yang telah peserta didik pelajari dalam pembelajaran tersebut. Lakukan melibatkan peserta didik secara acak untuk mengemukakan pendapat mereka.

### **(Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka guru memfasilitasi diskusi di luar kelas.
2. Bagi peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan terkait materi yang perlu dipelajari untuk pertemuan selanjutnya yang juga dilakukan di luar kelas.

## **b. Pertemuan 1: Kegiatan 2 (Alternatif)**

### **1) Persiapan mengajar**

\*sama seperti kegiatan 1

### **2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)**

#### **Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen Diagnostik Alternatif)**

1. Guru mengarahkan peserta didik untuk memerhatikan gambar pada halaman pertama bab ini pada buku siswa.
2. Guru mengajukan pertanyaan pada peserta didik : 1) Aktivitas apakah yang dilakukan oleh remaja laki-laki pada Gambar 4.1; 2) Dapatkah kalian memprediksi, bagaimana kondisi tubuh remaja tersebut saat melakukan aktivitas tersebut?
3. Guru menampilkan tiga gambar aktivitas lain (misal membaca buku, mendaki gunung, menonton TV, dan lain-lain) pada layar proyektor. Guru memastikan peserta didik memerhatikan dengan saksama.
4. Guru mengajukan pertanyaan pada peserta didik : Aktivitas manakah yang akan menunjukkan perubahan kondisi yang sama atau paling mendekati dengan remaja pada buku?
5. Guru bersama peserta didik mengeksplorasi lebih lanjut tanya jawab terkait aktivitas lainnya yang biasa dilakukan peserta didik sehari-hari.
6. Guru membuat catatan tentang tingkat partisipasi peserta didik dalam kegiatan apersepsi.

#### **Kegiatan Inti (Alternatif)**

Alternatif prosedur kegiatan secara umum sama seperti kegiatan 1, hanya pada tahapan 7 menjadikan Latihan 4.1 sebagai penugasan.

#### **Kegiatan Penutup (Alternatif)**

#### **(Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran, Tindak Lanjut Pembelajaran )**

\*sama seperti kegiatan 1

## **c. Pertemuan 2: Kegiatan 1**

### **1) Persiapan mengajar**

Sebelum kegiatan pembelajaran, guru mempelajari terlebih dahulu materi pokok pada pertemuan ini, yaitu struktur umum organ sirkulasi, tipe pembuluh darah dan komponen penyusun darah mendukung proses pengangkutan zat. Guru dapat menggunakan buku teks Biologi dasar,

seperti Biologi Campbell, atau buku lainnya tentang fisiologi tubuh manusia khususnya pada bahasan tentang struktur dan fungsi sistem sirkulasi pada tubuh manusia. Guru sangat dianjurkan telah membaca panduan pada buku guru terutama dalam penyiapan Aktivitas 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 dan Latihan 4.2 pada pertemuan ini. Guru juga perlu menyiapkan perangkat pembelajaran yang dibutuhkan dalam pertemuan ini yaitu media penyampain materi, baik yang berbasis digital (penyiapan komputer dan proyektor), maupun konvensional (papan tulis, alat peraga, dan lain-lain).

## 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen Diagnostik)

1. Guru mengajak peserta didik memerhatikan dan mengingat kembali apa yang terjadi pada tubuhnya saat memulai aktivitas di pagi hari.
2. Guru mengajukan pertanyaan pada peserta didik : 1) Kita dapat menghirup udara segar di pagi hari lewat hidung kita, kemanakah kemudian udara pernapasan itu di dalam tubuh kita?; 2) Kita dapat kembali merasakan tubuh yang segar setelah sarapan pagi, kemanakah kemudian zat makanan yang kita cerna? 3) Kita dapat merasakah lega setelah buang air kecil, samakah volume urin kita dengan jumlah air yang kita minum? Mengapa demikian?
3. Guru membahas jawaban peserta didik dengan mengaitkannya dengan peran sistem sirkulasi dalam tubuh manusia
4. Guru mengajak peserta didik mengingat kembali materi sistem sirkulasi dari pelajaran SMP. Tanyakan apa fungsi utama sistem sirkulasi?
5. Guru membuat catatan tentang tingkat partisipasi peserta didik dalam kegiatan apersepsi.

### Kegiatan Inti

1. Guru mengulas keterkaitan materi sistem sirkulasi yang akan dipelajari dengan yang telah dipelajari di tingkat SMP.
2. Peserta didik dengan bimbingan guru melakukan Aktivitas 4.3 secara individu, guru memastikan setiap peserta didik berpartisipasi dalam Aktivitas 4.3.
3. Guru mengulas hasil Aktivitas 4.3 dan menjadikannya pengantar untuk masuk pada penjelasan tentang fungsi sistem sirkulasi lebih lanjut, yakni dalam proses pengangkutan dan pertukaran zat.
4. Guru membahas pentingnya struktur dan fungsi pembuluh darah dalam proses pengangkutan dan pertukaran zat. Peserta didik melakukan Aktivitas 4.4 untuk menguatkan pemahaman peserta didik tentang pembuluh darah.

5. Guru membahas materi tentang darah dan komponen penyusunnya sebagai bagian dari sistem sirkulasi. Guru memfokuskan bahasan pada peran komponen penyusun darah dalam proses pengangkutan dan pertukaran zat dengan memandu peserta didik mengerjakan Latihan 4.2.
6. Peserta didik dengan bimbingan guru melakukan Aktivitas 4.5 dan 4.6 sebagai penugasan di dalam pembelajaran untuk mengukur sejauh mana penguasaan materi peserta didik.
7. Guru mengulas hasil latihan dengan memberikan kesempatan peserta didik mengemukakan pendapatnya dan menghormati pendapat peserta didik lainnya.
8. Guru dan peserta didik mengelaborasi dan menyimpulkan hasil pembelajaran pada pertemuan ini dengan turut mengingatkan untuk senantiasa bersyukur atas nikmat struktur dan fungsi tubuh yang sehat sebagai karunia Tuhan YME.

#### **Kegiatan Penutup (Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran)**

Guru mengajukan pertanyaan reflektif tentang apa saja yang telah peserta didik pelajari dalam pembelajaran tersebut. Lakukan pelibatan peserta didik secara acak untuk mengemukakan pendapat mereka.

#### **(Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka guru memfasilitasi diskusi di luar kelas.
2. Bagi peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan terkait materi yang perlu dipelajari untuk pertemuan selanjutnya yang juga dilakukan di luar kelas.

### **d. Pertemuan 2: Kegiatan 2 (Alternatif)**

#### **1) Persiapan mengajar**

\*secara umum sama seperti kegiatan 1. Namun, terdapat tambahan persiapan torso sistem organ tubuh manusia.

#### **2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)**

##### **Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen Diagnostik Alternatif)**

1. Guru mengajak peserta didik memerhatikan gambar atau model (torso) sistem organ manusia.

2. Guru mengajukan pertanyaan pada peserta didik : 1) Ada berapa sistem organ yang dapat kalian identifikasi dari model ini?; 2) Adakah sistem yang menghubungkan sistem-sistem organ tersebut? Sistem apakah itu?
3. Guru membahas jawaban peserta didik dengan mengaitkannya dengan peran sistem sirkulasi dalam tubuh manusia.
4. Guru mengajak peserta didik mengingat kembali materi sistem sirkulasi dari pelajaran SMP. Tanyakan apa fungsi utama sistem sirkulasi?
5. Guru membuat catatan tentang tingkat partisipasi peserta didik dalam kegiatan apersepsi.

#### **Kegiatan Inti (Alternatif)**

Alternatif prosedur kegiatan secara umum sama seperti kegiatan 1, hanya pada tahapan 6 menjadikan Aktivitas 4.5 dan 4.6 sebagai penugasan di luar kelas, untuk dibahas pada pertemuan selanjutnya.

#### **Kegiatan Penutup (Alternatif)**

#### **(Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran, Tindak Lanjut Pembelajaran )**

\*sama seperti kegiatan 1

### **e. Pertemuan 3: Kegiatan 1**

#### **1) Persiapan mengajar**

Sebelum kegiatan pembelajaran, guru mempelajari terlebih dahulu materi pokok pada pertemuan ini, yaitu struktur organ pencernaan dan ekskresi mendukung proses pertukaran zat. Guru dapat menggunakan buku teks Biologi dasar, seperti Biologi Campbell, atau buku lainnya tentang fisiologi tubuh manusia khususnya pada bahasan tentang struktur dan fungsi sistem pencernaan manusia. Guru sangat dianjurkan telah membaca panduan pada buku guru terutama dalam penyiapan Aktivitas 4.9 dan Latihan 4.3 pada pertemuan ini. Guru juga perlu menyiapkan perangkat pembelajaran yang dibutuhkan dalam pertemuan ini yaitu media penyampain materi, baik yang berbasis digital (penyiapan komputer dan proyektor), maupun konvensional (papan tulis, alat peraga, dan lain-lain).

#### **2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)**

#### **Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen Diagnostik)**

1. Guru mengulas kembali materi yang telah dipelajari pada pertemuan sebelumnya dengan menekankan pentingnya proses pertukaran zat pada tubuh.

2. Guru mengajak peserta didik memerhatikan gambar atau model (torso) sistem organ manusia
3. Guru mengajukan pertanyaan : 1) *Organ-organ manakah yang terlibat dalam proses pertukaran zat?*; 2) *Apakah saluran pencernaan dan ginjal termasuk di dalamnya?*
4. Guru mengulas jawaban peserta didik dan mengaitkannya dengan struktur organ saluran pencernaan dan ginjal dalam pertukaran zat.

### **Kegiatan Inti**

1. Guru bersama peserta didik membahas materi sistem organ pencernaan dengan mengingatkan kembali peserta didik pada materi yang telah dipelajari di tingkat SMP dan menekankan pada pertukaran zat makanan di saluran pencernaan.
2. Peserta didik dengan bimbingan guru mengerjakan Latihan 4.3 untuk mengukur pemahaman peserta didik terhadap materi struktur organ pencernaan dalam mendukung proses pertukaran zat makanan.
3. Guru mengulas jawaban peserta didik dan menekankan struktur saluran pencernaan dalam menunjang pertukaran zat makanan sebagai bagian metabolisme tubuh.
4. Guru bersama peserta didik membahas pertukaran zat dalam pembuangan sisa metabolisme tubuh dengan mengaitkan materi organ ekskresi dari pembelajaran biologi pada tingkat SMP dan struktur jaringan dasar pada pertemuan sebelumnya (khususnya tipe jaringan epitel).
5. Peserta didik dengan bimbingan guru mengerjakan Aktivitas 4.9 untuk memastikan pemahaman peserta didik terhadap struktur ginjal sebagai organ ekskresi.
6. Guru mengulas jawaban peserta didik dan menekankan struktur ginjal dalam menunjang pertukaran zat sisa metabolisme tubuh.
7. Guru dan peserta didik mengelaborasi dan menyimpulkan hasil pembelajaran pada pertemuan ini dengan turut mengingatkan untuk senantiasa bersyukur atas nikmat struktur dan fungsi tubuh yang sehat sebagai karunia Tuhan YME.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran)**

Guru mengajukan pertanyaan reflektif tentang apa saja yang telah peserta didik pelajari dalam pembelajaran tersebut. Lakukan melibatkan peserta didik secara acak untuk mengemukakan pendapat mereka.

### (Tindak Lanjut Pembelajaran)

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka guru memfasilitasi diskusi di luar kelas.
2. Bagi peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan terkait materi yang perlu dipelajari untuk pertemuan selanjutnya yang juga dilakukan di luar kelas.

## f. Pertemuan 4: Kegiatan 1

### 1) Persiapan mengajar

Sebelum kegiatan pembelajaran, guru mempelajari terlebih dahulu materi pokok pada pertemuan ini, yaitu struktur organ pernapasan dalam mendukung proses pertukaran gas. Guru dapat menggunakan buku teks Biologi dasar, seperti Biologi Campbell, atau buku lainnya tentang fisiologi tubuh manusia khususnya pada bahasan tentang struktur dan fungsi sistem pernapasan pada manusia. Guru sangat dianjurkan telah membaca panduan pada buku guru terutama dalam penyiapan Aktivitas 4.7 dan 4.8 pada pertemuan ini. Guru juga perlu menyiapkan perangkat pembelajaran yang dibutuhkan dalam pertemuan ini yaitu media penyampain materi, baik yang berbasis digital (penyiapan komputer dan proyektor), maupun konvensional (papan tulis, alat peraga, dan lain-lain).

### 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

#### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen Diagnostik)

1. Guru mengulas kembali materi yang telah dipelajari pada pertemuan sebelumnya dengan menekankan pentingnya proses pertukaran zat pada tubuh.
2. Guru mengajak peserta didik untuk berdiri tegak di posisi masing-masing, lalu menarik dan menghembuskan napas secara perlahan.
3. Guru mengajukan pertanyaan : *1) Bagaimana rasanya dapat menghirup udara dengan leluasa? Adakah proses pertukaran zat selama proses bernapas?*
4. Guru mengulas jawaban peserta didik dan mengaitkannya dengan struktur organ saluran pernapasan dalam pertukaran zat

#### Kegiatan Inti

1. Guru bersama peserta didik membahas materi tentang sistem organ pernapasan dengan mengingatkan kembali materi yang dipelajari peserta didik di tingkat SMP dan struktur jaringan dasar pada pertemuan sebelumnya (khususnya tipe jaringan epitel dan modifikasinya).

2. Peserta didik dengan bimbingan guru mengerjakan Aktivitas 4.7 untuk mengukur pemahaman peserta didik terhadap materi struktur organ pernapasan.
3. Guru mengulas jawaban peserta didik dan menekankan struktur saluran pernapasan, khususnya paru-paru dalam menunjang pertukaran zat makanan sebagai bagian metabolisme tubuh.
4. Guru bersama peserta didik membahas pertukaran gas proses pernapasan dengan mengaitkan materi organ paru-paru dari pembelajaran biologi pada tingkat SMP dan struktur jaringan dasar pada pertemuan sebelumnya (khususnya tipe jaringan epitel).
5. Peserta didik dengan bimbingan guru mengerjakan Aktivitas 4.8 untuk menerapkan pemahaman peserta didik tentang struktur organ pernapasan dalam mendukung pertukaran gas.
6. Guru mengulas jawaban peserta didik dan menekankan struktur paru-paru dalam menunjang pertukaran gas di dalam tubuh.
7. Guru dan peserta didik mengelaborasi dan menyimpulkan hasil pembelajaran pada pertemuan ini dengan turut mengingatkan untuk senantiasa bersyukur atas nikmat struktur dan fungsi tubuh yang sehat sebagai karunia Tuhan YME.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran)**

Guru mengajukan pertanyaan reflektif tentang apa saja yang telah peserta didik pelajari dalam pembelajaran tersebut. Lakukan melibatkan peserta didik secara acak untuk mengemukakan pendapat mereka.

#### **(Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka guru memfasilitasi diskusi di luar kelas.
2. Bagi peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan terkait materi yang perlu dipelajari untuk pertemuan selanjutnya yang juga dilakukan di luar kelas.

## **g. Pertemuan 4: Kegiatan 2 (Alternatif)**

### **1) Persiapan mengajar**

\*sama seperti kegiatan 1

## 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen Diagnostik Alternatif)

1. Guru mengajak peserta didik memerhatikan gambar atau model (torso) sistem organ manusia
2. Guru mengajukan pertanyaan pemantik: 1) *Pada tubuh manusia, proses apakah yang terjadi pada organ yang ditunjuk?*; 2) *Apakah proses tersebut melibatkan pengangkutan dan pertukaran zat?*
3. Guru mengulas jawaban peserta didik dan mengaitkannya dengan struktur organ pernapasan dalam mendukung proses pertukaran zat.

### Kegiatan Inti (Alternatif)

\*sama seperti kegiatan 1

### Kegiatan Penutup (Alternatif)

#### (Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran, Tindak Lanjut Pembelajaran)

\*sama seperti kegiatan 1

## 2. Subbab: Proses Pertukaran dan Transport Zat Alokasi waktu: 3 Kali Pertemuan/6 Jam Pelajaran

### a. Pertemuan 5: Kegiatan 1

#### 1) Persiapan mengajar

Sebelum kegiatan pembelajaran, guru mempelajari terlebih dahulu materi pokok pada pertemuan ini, yaitu penyerapan zat makanan dan pengujian bahan makanan. Guru dapat menggunakan buku teks Biologi dasar, seperti Biologi Campbell, atau buku lainnya tentang fisiologi tubuh manusia khususnya pada bahasan tentang struktur dan fungsi sistem pencernaan pada tubuh manusia. Guru sangat dianjurkan telah membaca panduan pada buku guru terutama dalam persiapan Aktivitas 4.10 pada pertemuan ini. Guru juga perlu menyiapkan perangkat pembelajaran yang dibutuhkan dalam pertemuan ini, yaitu media penyampain materi, baik yang berbasis digital (penyiapan komputer dan proyektor), maupun konvensional (papan tulis, alat peraga, dan lain-lain) terutama dalam persiapan alat dan bahan praktikum.

## 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen Diagnostik)

1. Guru menampilkan gambar nasi goreng.
2. Guru mengajukan pertanyaan :
  - Apakah kalian mengenal nama makanan pada gambar?;
  - Terdiri dari apa saja bahan yang diperlukan untuk membuatnya?;
  - Apakah kesemua bahan akan dicerna tubuh kita saat memakanya?;
  - Apakah kesemua bahan akan diserap dengan cara yang sama?
3. Guru mengulas jawaban peserta didik dan mengaitkannya dengan materi pembelajaran sebelumnya tentang struktur organ saluran pencernaan dan proses mencerna makanan.

### Kegiatan Inti

1. Guru membahas proses pencernaan dan penyerapan makanan dengan mengingatkan kembali materi yang dipelajari di tingkat SMP dan mengaitkannya dengan materi transport sel pada Bab 1 kelas XI buku siswa.
2. Guru mengaitkan pembahasan proses pencernaan dengan ragam zat makanan yang dapat membedakan mekanisme pencernaan dan penyerapannya di dalam saluran pencernaan. Tekankan hal tersebut sebagai pengantar bagi kegiatan praktikum, bahwa penting untuk memahami kandungan zat gizi pada makanan.
3. Peserta didik dengan bimbingan guru melakukan kegiatan praktikum pengujian bahan makanan dalam Aktivitas 4.10. Sejumlah catatan penting untuk diperhatikan dalam pelaksanaan praktikum adalah sebagai berikut.
  - Guru perlu memastikan peserta didik memerhatikan keamanan dalam berinteraksi dengan peralatan lab dan senyawa kimia. Panduan keselamatan kerja lab ada di bagian bahan bacaan guru.
  - Kegiatan praktikum dilakukan dalam kelompok, atur pembagian kelompok secara efektif.
  - Akurasi diperlukan sampai tahap tertentu (tidak harus persisi) dalam pengukuran bahan dan senyawa pereaksi yang digunakan.
  - Praktikum dapat dikembangkan dengan jenis uji zat makanan lainnya selama bahan pengujian tersedia di sekolah.

4. Peserta didik dengan bimbingan guru mendiskusikan hasil praktikum dengan memersilahkan setiap kelompok memaparkan temuannya. Diskusi difokuskan pada perbandingan data antar kelompok. Jika terdapat perbedaan, pastikan penjelasan yang guru berikan terkait dengan materi dan prosedur yang tepat.
5. Guru dan peserta didik mengelaborasi dan menyimpulkan hasil pembelajaran pada pertemuan ini dengan turut mengingatkan untuk senantiasa bersyukur atas nikmat struktur dan fungsi tubuh yang sehat sebagai karunia Tuhan YME.

### **Kegiatan Penutup (Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran)**

Guru mengajukan pertanyaan reflektif tentang apa saja yang telah peserta didik pelajari dalam pembelajaran tersebut. Lakukan pelibatan peserta didik secara acak untuk mengemukakan pendapat mereka.

### **Tindak Lanjut Pembelajaran**

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka guru memfasilitasi diskusi di luar kelas.
2. Bagi peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan terkait materi yang perlu dipelajari untuk pertemuan selanjutnya yang juga dilakukan di luar kelas.

## **b. Pertemuan 5: Kegiatan 2 (Alternatif)**

### **1) Persiapan mengajar**

\*sama seperti kegiatan 1

### **2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)**

#### **Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen Diagnostik Alternatif)**

1. Guru menampilkan gambar saluran pencernaan manusia.
2. Guru mengajukan pertanyaan: *1) Pada bagian manakah makanan akan mengalami pencernaan dan penyerapan?; 2) Faktor apakah yang dapat memengaruhi proses pencernaan dan penyerapan makanan?*
3. Guru mengulas jawaban peserta didik dan mengaitkannya dengan materi pembelajaran sebelumnya tentang struktur organ pencernaan dan proses mencerna dan menyerap makanan.

### Kegiatan Inti (Alternatif)

Alternatif prosedur kegiatan secara umum sama seperti kegiatan 1, hanya pada tahap 3 dapat menggunakan alternatif praktikum dengan virtual lab. Adapun lembar kerja yang telah disusun adalah sebagai berikut !



Ayo Mencoba

**Tabel 4.5** Hasil Pengujian Protein

No.	Bahan Makanan	Hasil Uji	
		Warna (Tangkapan layar)	Kandungan Protein (+/-)
1			
2			
3			

Kalian dapat menuliskan perbedaan tingkat intensitas kandungan protein (kepekatan warna sampel hasil uji) dengan simbol dibawah ini!

+++ = banyak (ungu tua)

++ = cukup (ungu)

+ = sedikit (biru keunguan)

- = tidak ada (biru muda)

### Kegiatan Penutup (Alternatif)

**(Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran, Tindak Lanjut Pembelajaran)**

\*sama seperti kegiatan 1

## c. Pertemuan 6: Kegiatan 1

### 1) Persiapan mengajar

Sebelum kegiatan pembelajaran, guru mempelajari terlebih dahulu materi pokok pada pertemuan ini, yaitu proses pertukaran gas di paru-paru dan faktor-faktor yang mempengaruhi laju pernapasan. Guru dapat menggunakan buku teks Biologi dasar, seperti Biologi Campbell, atau buku lainnya tentang fisiologi tubuh manusia khususnya pada bahasan tentang mekanisme dan faktor yang memengaruhi pertukaran gas pada sistem

respirasi manusia. Guru sangat dianjurkan telah membaca panduan pada buku guru terutama dalam penyiapan Aktivitas 4.11 pada pertemuan ini. Guru juga perlu menyiapkan perangkat pembelajaran yang dibutuhkan dalam pertemuan ini yaitu media penyampain materi, baik yang berbasis digital (penyiapan komputer dan proyektor), maupun konvensional (papan tulis, alat peraga, dan lain-lain).

## 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen Diagnostik)

1. Guru menampilkan gambar perbandingan paru-paru laki-laki dan perempuan yang sehat.
2. Guru mengajukan pertanyaan: 1) *Adakah perbedaan pada kedua gambar tersebut?*; 2) *Jika ada, bagaimana pengaruhnya terhadap proses pertukaran gas didalam masing-masing organ?*
3. Guru mengulas jawaban peserta didik, menekankan bahwa terdapat perbedaan kapasitas paru-paru antara laki-laki dan perempuan serta dengan mengaitkannya dengan materi pembelajaran sebelumnya tentang struktur organ pernapasan, khususnya paru-paru dalam mendukung proses pertukaran zat.

### Kegiatan Inti

1. Guru membahas proses pernapasan dengan mengingatkan kembali materi yang dipelajari di tingkat SMP dan mengaitkannya dengan materi transport sel (difusi) pada Bab 1 kelas XI buku siswa.
2. Guru mengaitkan pembahasan dukungan struktur paru-paru dalam proses pertukaran gas dengan perbedaan kapasitas paru-paru dalam menopang proses bernapas dan memenuhi kebutuhan tubuh akan gas oksigen serta membuang karbondioksida.
3. Peserta didik dengan bimbingan guru melakukan kegiatan praktikum pengujian bahan makanan dalam Aktivitas 4.10. Sejumlah catatan penting untuk diperhatikan dalam pelaksanaan praktikum adalah sebagai berikut.
  - Guru perlu memastikan peserta didik memerhatikan keamanan dalam berinteraksi dengan peralatan lab dan senyawa kimia. Panduan keselamatan kerja lab ada di bagian bahan bacaan guru.
  - Kegiatan praktikum dilakukan dalam kelompok, atur pembagian kelompok secara efektif.
  - Akurasi diperlukan sampai tahap tertentu (tidak harus persisi) dalam pengukuran bahan dan senyawa pereaksi yang digunakan.

4. Peserta didik dengan bimbingan guru mendiskusikan hasil praktikum dengan memersilahkan setiap kelompok memaparkan temuannya. Diskusi difokuskan pada perbandingan data antar kelompok. Jika terdapat perbedaan, pastikan penjelasan yang guru berikan terkait dengan materi dan prosedur yang tepat.
5. Guru dan peserta didik mengelaborasi dan menyimpulkan hasil pembelajaran pada pertemuan ini dengan turut mengingatkan untuk senantiasa bersyukur atas nikmat struktur dan fungsi tubuh yang sehat sebagai karunia Tuhan YME.

### **Kegiatan Penutup**

#### **Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran**

Guru mengajukan pertanyaan reflektif tentang apa saja yang telah peserta didik pelajari dalam pembelajaran tersebut. Lakukan pelibatan peserta didik secara acak untuk mengemukakan pendapat mereka.

#### **Tindak Lanjut Pembelajaran**

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka guru memfasilitasi diskusi di luar kelas.
2. Bagi peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan terkait materi yang perlu dipelajari untuk pertemuan selanjutnya yang juga dilakukan di luar kelas.

## **d. Pertemuan 7: Kegiatan 1**

### **1) Persiapan mengajar**

Sebelum kegiatan pembelajaran, guru mempelajari terlebih dahulu materi pokok pada pertemuan ini, yaitu pertukaran zat dalam pembentukan urin di ginjal. Guru dapat menggunakan buku teks Biologi dasar, seperti Biologi Campbell, atau buku lainnya tentang fisiologi tubuh manusia khususnya pada bahasan tentang struktur dan fungsi ginjal dalam sistem ekskresi pada tubuh manusia. Guru sangat dianjurkan telah membaca panduan pada buku guru terutama dalam penyiapan materi pertemuan ini. Perangkat penyampaian materi berbasis digital (penyiapan komputer dan proyektor), maupun konvensional (papan tulis, alat peraga dll) juga perlu disiapkan.

## 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen Diagnostik)

1. Guru menampilkan video tentang kebiasaan menahan kencing lewat tautan berikut : [https://youtu.be/lvdI559\\_l5c](https://youtu.be/lvdI559_l5c)
2. Guru mengajukan pertanyaan: 1) Mengapa menahan kencing adalah kebiasaan yang tidak sehat?; 2) Apa pentingnya pengeluaran urin bagi kesehatan tubuh manusia?
3. Guru mengulas jawaban peserta didik, menekankan bahwa terdapat pentingnya pengeluaran urin sebagai sisa metabolisme dan pengaturan keseimbangan cairan tubuh serta mengaitkannya dengan materi pembelajaran sebelumnya tentang struktur ginjal dalam mendukung proses pertukaran zat.

### Kegiatan Inti

1. Guru menampilkan gambar struktur ginjal, khususnya nefron dan bagian-bagiannya.
2. Guru bersama peserta didik membahas struktur nefron ginjal dan tahapan pembentukan urin dengan kembali mengingatkan materi yang dipelajari di tingkat SMP dan dipertemuan sebelumnya.
3. Peserta didik dengan bimbingan guru menyimak tayangan video tentang proses pembentukan urin pada tautan berikut: <https://youtu.be/Znw6CfnsaMI>
4. Guru mengajukan pertanyaan: Adakah proses pertukaran zat pada pembentukan urin? Pada tahapan manakah proses tersebut terjadi? Bagaimana dengan pertukaran zat pada sistem organ lainnya yang telah dipelajari, adakah persamaanya?
5. Peserta didik dengan bimbingan guru menyimpulkan keterkaitan proses pertukaran zat dengan fungsi sistem pencernaan, penapasan dan ekskresi
6. Guru dan peserta didik mengelaborasi dan menyimpulkan hasil pembelajaran pada pertemuan ini dengan turut mengingatkan untuk senantiasa bersyukur atas nikmat struktur dan fungsi tubuh yang sehat sebagai karunia Tuhan YME.

### **Kegiatan Penutup (Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran)**

Guru mengajukan pertanyaan reflektif tentang apa saja yang telah peserta didik pelajari dalam pembelajaran tersebut. Lakukan pelibatan peserta didik secara acak untuk mengemukakan pendapat mereka.

### **(Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka guru memfasilitasi diskusi di luar kelas.
2. Bagi peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan terkait materi yang perlu dipelajari untuk pertemuan selanjutnya yang juga dilakukan di luar kelas.

## **e. Pertemuan 7 : Kegiatan 2 (Alternatif)**

### **1) Persiapan mengajar**

\*sama seperti kegiatan 1

### **2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)**

**Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen Diagnostik Alternatif)**

### **Kegiatan Inti (Alternatif)**

Secara umum tahapan apersepsi dan kegiatan inti sama dengan kegiatan 1, hanya tampilan video dapat diganti dengan gambar yang representatif.

### **Kegiatan Penutup (Alternatif)**

**(Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran, Tindak Lanjut Pembelajaran)**

\*sama seperti kegiatan 1

## **3. Subbab: Kelainan pada Pertukaran dan Transport Zat Alokasi waktu: 3 Kali Pertemuan / 6 Jam Pelajaran**

### **a. Pertemuan 8: Kegiatan 1**

#### **1) Persiapan mengajar**

Sebelum kegiatan pembelajaran, guru mempelajari terlebih dahulu materi pokok pada pertemuan ini, yaitu indikator kesehatan tubuh dan tipe kelainan/penyakit pada sistem organ yang terkait dengan pertukaran zat. Guru dapat menggunakan buku teks Biologi dasar, seperti Biologi

Campbell, atau buku lainnya tentang fisiologi tubuh manusia khususnya pada bahasan tentang kelainan/gangguan/penyakit pada sistem sirkulasi, pernapasan, pencernaan dan ekskresi pada manusia. Guru sangat dianjurkan telah membaca panduan pada buku guru terutama dalam persiapan Aktivitas 4.12. Perangkat penyampaian materi berbasis digital (persiapan komputer dan proyektor), maupun konvensional (papan tulis, alat peraga, dan lain-lain) juga perlu disiapkan.

## 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen Diagnostik)

1. Guru mengulas kembali materi yang telah dipelajari pada pertemuan sebelumnya terutama menekankan pentingnya proses pertukaran zat pada tubuh pada berbagai sistem organ
2. Guru menampilkan kembali gambar ragam aktivitas yang pernah ditunjukkan pada pertemuan pertama dalam bahasan materi bab ini.
3. Guru mengajukan pertanyaan: 1) Apakah berbagai aktivitas pada gambar dapat selalu dengan mudah kita lakukan?; 2) Akan samakah perubahan kondisi tubuh yang terjadi pada saat melakukan ragam aktivitas tersebut jika dilakukan saat tubuh tidak sedah sehat?
4. Guru mengulas jawaban peserta didik dan mengaitkannya dengan topik bahasan pertemuan kali ini yaitu tentang kelainan/penyakit yang memengaruhi proses pertukaran zat pada tubuh manusia.

### Kegiatan Inti

1. Guru membahas pentingnya proses pertukaran zat di dalam tubuh, berdasarkan materi yang telah dipelajari pada pertemuan-pertemuan sebelumnya.
2. Guru bersama peserta didik mengembangkan bahasan bahwa proses pertukaran zat tidak selalu berjalan dengan baik karena adanya berbagai faktor yang memengaruhi, baik internal (kondisi fisiologi tubuh) maupun eksternal (infeksi mikroorganisme)
3. Guru menekankan pada peserta didik akan pentingnya hidup sehat dan terukur dalam mendeteksi perubahan-perubahan indikator kesehatan tubuh.
4. Peserta didik dengan bimbingan guru melakukan Aktivitas 4.12 dengan berfokus pada proses pengukuran menggunakan aplikasi pada gawai tidaklah menjadi patokan yang pasti. Konteks kegiatan ini adalah

memberikan gambaran bagi peserta didik bahwa kondisi tubuh perlu senantiasa diperhatikan agar dapat mengantisipasi kelainan/penyakit yang bisa terjadi.

5. Peserta didik dengan bimbingan guru melakukan Aktivitas 4.12 dengan berfokus pada proses pengukuran menggunakan aplikasi pada gawai tidaklah menjadi patokan yang pasti. Konteks kegiatan ini adalah memberikan gambaran bagi peserta didik bahwa kondisi tubuh perlu senantiasa diperhatikan agar dapat mengantisipasi kelainan/penyakit yang bisa terjadi.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran)**

Guru mengajukan pertanyaan reflektif tentang apa saja yang telah peserta didik pelajari dalam pembelajaran tersebut. Lakukan melibatkan peserta didik secara acak untuk mengemukakan pendapat mereka.

#### **(Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka guru memfasilitasi diskusi di luar kelas.
2. Bagi peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan terkait materi yang perlu dipelajari untuk pertemuan selanjutnya yang juga dilakukan di luar kelas.

## **b. Pertemuan 9: Kegiatan 1**

### **1) Persiapan mengajar**

Sebelum kegiatan pembelajaran, guru mempelajari terlebih dahulu materi pokok pada pertemuan ini, yaitu indikator kesehatan tubuh dan tipe kelainan/penyakit pada sistem organ yang terkait dengan pertukaran zat. Guru sangat dianjurkan telah membaca panduan pada buku guru terutama dalam penyiapan aktivitas 4.13. Perangkat penyampaian materi berbasis digital (penyiapan komputer dan proyektor), maupun konvensional (papan tulis, alat peraga dll) juga perlu disiapkan.

### **2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)**

#### **Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen Diagnostik)**

1. Guru menyajikan data statistik tentang angka pengidap penderita anemia pada kalangan remaja, seperti contoh pada halaman berikut:



Sumber: Riset Kesehatan Dasar – Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2022)

2. Guru mengajukan pertanyaan: 1) Apa yang dapat ditafsirkan dari data pada grafik? 2) Perlukah remaja menyadari risiko terkena anemia? Apa kaitan penyakit anemia dengan proses pertukaran zat di tubuh?
3. Guru mengulas jawaban peserta didik dengan mengaitkannya pada materi pertemuan sebelumnya tentang kelainan/penyakit yang memengaruhi pertukaran zat pada tubuh manusia.

### Kegiatan Inti

1. Guru meminta peserta didik untuk duduk dalam kelompok masing-masing.
2. Guru menampilkan informasi terkait penugasan pembuatan poster kampanye gaya hidup sehat dalam Aktivitas 4.13
3. Guru mempersilahkan peserta didik untuk mendiskusikan rencana rancangan poster kelompoknya.
4. Guru sesekali memantau dan memastikan peserta didik memahami instruksi penugasan dengan baik.
5. Guru mengelaborasi dan menyimpulkan hasil pembelajaran pada pertemuan ini dengan turut mengingatkan untuk senantiasa bersyukur atas nikmat struktur dan fungsi tubuh yang sehat sebagai karunia Tuhan YME.

### Kegiatan Penutup

#### (Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran)

Guru mengajukan pertanyaan reflektif tentang apa saja yang telah peserta didik pelajari dalam pembelajaran tersebut. Lakukan melibatkan peserta didik secara acak untuk mengemukakan pendapat mereka.

### (Tindak Lanjut Pembelajaran)

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka guru memfasilitasi diskusi di luar kelas.
2. Guru memastikan setiap kelompok telah memiliki rancangan awal dari poster mereka dan menginformasikan teknis presentasi pada pertemuan berikutnya.

## c. Pertemuan 10: Kegiatan 1

### 1) Persiapan Mengajar

Sebelum kegiatan pembelajaran, guru mempelajari terlebih dahulu materi pokok pada pertemuan ini, yaitu indikator kesehatan tubuh dan tipe kelainan/penyakit pada sistem organ yang terkait dengan pertukaran zat. Guru sangat dianjurkan telah membaca panduan pada buku guru terutama dalam persiapan aktivitas 4.13. Perangkat penyampaian materi berbasis digital (persiapan komputer dan proyektor), maupun konvensional (papan tulis, alat peraga dll) juga perlu disiapkan. Guru juga perlu mengkonfirmasi setiap kelompok peserta didik terkait progress pengerjaan posternya.

### 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

#### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen Diagnostik)

1. Guru mengulas kembali penugasan pembuatan poster pada pertemuan sebelumnya.
2. Guru memastikan kesiapan setiap kelompok dalam mempresentasikan posternya.

#### Kegiatan Inti

1. Guru mengemukakan aturan presentasi.
2. Guru mempersilahkan setiap kelompok mempresentasikan posternya.
3. Guru memimpin sesi diskusi terkait presentasi yang telah dilakukan.
4. Guru bersama peserta didik merangkum seluruh materi konseptual yang telah dipelajari terkait pentingnya proses transport dan pertukaran zat pada tubuh manusia.
5. Guru bersama peserta didik mengelaborasi dan menyimpulkan hasil pembelajaran pada pertemuan ini dengan turut mengingatkan untuk senantiasa bersyukur atas nikmat struktur dan fungsi tubuh yang sehat sebagai karunia Tuhan YME.

## Kegiatan Penutup

### (Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran)

Guru mengajukan pertanyaan reflektif tentang apa saja yang telah peserta didik pelajari dalam pembelajaran tersebut. Lakukan pelibatan peserta didik secara acak untuk mengemukakan pendapat mereka.

### (Tindak Lanjut Pembelajaran)

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka guru memfasilitasi diskusi di luar kelas.
2. Bagi peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan terkait materi yang perlu dipelajari untuk pertemuan selanjutnya yang juga dilakukan di luar kelas.

## D. Interaksi dengan Orang Tua

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua terkait penugasan yang diberikan kepada anaknya. Ketika peserta didik mendapat tugas untuk mencari informasi di internet, diharapkan orang tua juga ikut mengawasi. Selain itu, Guru dapat menginformasikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab.

## E. Refleksi Guru

Guru perlu melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan pada bab ini untuk menemukan hal-hal yang menjadi kendala untuk diperbaiki pada pembelajaran selanjutnya. Guru juga perlu melakukan refleksi terhadap konsep-konsep yang sulit dipahami siswa dan cenderung menjadi miskonsepsi untuk dicatat dan ditekankan pada pembelajaran selanjutnya.

## F. Asesmen/Penilaian

### 3. Penilaian saat Pembelajaran (Formatif)

Jenis	Bentuk	Teknik	Aktivitas
Pengetahuan	Tes	Tes tertulis	Latihan 4.1, 4.2 dan 4.3
Pengetahuan	Non Tes	Penugasan, LKPD	Aktivitas 4.4, 4.5, dan 4.6 Aktivitas 4.1, 4.2, 4.3, 4.7, 4.8, 4.9
Keterampilan	Non Tes	Asesmen kinerja, lembar observasi	Aktivitas 4.10, 4.11, 4.12 dan 4.13
Sikap	Non Tes	Lembar observasi, catatan anekdot	Observasi pada aktivitas yang disesuaikan dengan kebutuhan guru

### 2 Penilaian Setelah Pembelajaran (Sumatif)

Jenis	Bentuk	Aktivitas
Pengetahuan	Tes tertulis	Seluruh aktivitas yang berorientasi pada pengukuran pengetahuan peserta didik

### 3. Instrumen Penilaian

Contoh lembar observasi penilaian kinerja praktikum Aktivitas 4.10

No.	Aktivitas	Ya/Tidak
1.	Merumuskan tujuan kegiatan dengan bahasa sendiri.	
2.	Menentukan bahan uji yang sesuai.	
3.	Menggunakan alat dan bahan secukupnya.	
4.	Menuliskan hasil uji dengan jelas sesuai dengan kebenaran konsep.	
5.	Menjawab pertanyaan sesuai dengan hasil praktikum dan kebenaran konsep.	
6.	Merumuskan kesimpulan yang sesuai hasil praktikum.	
<b>Skor Total</b>		

Contoh lembar observasi penilaian kinerja praktikum Aktivitas 4.11

No.	Aktivitas	Ya/Tidak
1.	Merumuskan tujuan kegiatan dengan bahasa sendiri.	
2.	Menentukan aktivitas yang aman dan terukur.	
3.	Menghitung laju pernapasan dengan seakurat mungkin.	
4.	Menuliskan hasil uji dengan lengkap sesuai dengan kebenaran konsep.	
5.	Menyajikan grafik yang benar sesuai hasil praktikum.	
6..	Menjawab pertanyaan sesuai dengan hasil praktikum dan kebenaran konsep.	
7	Merumuskan kesimpulan yang sesuai hasil praktikum.	
<b>Skor Total</b>		

Contoh rubrik penilaian poster dalam aktivitas 4.13

Aspek	Skor		
	3	2	1
Kejelasan informasi	Memenuhi 3 kriteria: Isi teks singkat, padat informasi dan jelas keterbacaanya.	Isi poster hanya memenuhi sebagian besar kriteria kejelasan informasi.	Isi poster hanya memenuhi sebagian kecil kriteria kejelasan informasi.
Kebenaran konsep biologi	Penjelasan penyakit dan pencegahannya sesuai dengan konsep biologi yang benar.	Hanya salah satu aspek yang sesuai dengan konsep biologi yang benar.	Poster tidak sesuai dengan konsep biologi yang benar.
Desain	Memenuhi kriteria: warna yang menarik, komponen yang proporsional dan inti informasi menjadi perhatian utama.	Isi poster hanya memenuhi sebagian besar kriteria desain yang baik.	Isi poster hanya memenuhi sebagian kecil kriteria desain yang baik.

*Keterangan : 3 = baik, 2 = cukup baik, 1 = kurang*

## Kunci Jawaban Aktivitas 4.1

### Memilih aktivitas

Guru dapat membantu peserta didik menentukan aktivitas fisik yang akan diukur menggunakan referensi di bawah ini! Pertimbangkan juga waktu yang tersedia, kondisi peserta didik dan kondisi kelas saat menentukan jenis aktivitas fisik yang diukur.



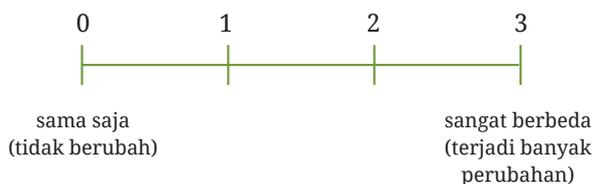


sumber: p2ptm.kemkes.go.id (2018)

### Memilih indikator perubahan

Pada aktivitas ini guru terlebih dahulu memandu peserta didik dalam menentukan indikator perubahan kondisi tubuh yang akan diukur. Pada buku siswa tertulis sejumlah pilihan perubahan kondisi tubuh, yaitu : perubahan pada laju napas, produksi keringat, warna kulit, kecepatan denyut jantung, kondisi otot dan bahkan sensasi lapar dapat terjadi saat atau setelah tubuh beraktivitas. Guru dapat memandu peserta didik untuk mengukur perubahan yang mudah diobservasi dalam durasi tertentu. Perubahan yang disarankan adalah *perubahan jumlah napas yang diukur dalam 1 menit* baik sebelum maupun sesudah aktivitas. Tapi pada dasarnya, biarkan *peserta didik memilih tipe perubahan yang ingin diukurnya*.

### Menggunakan skala pengukuran



Guru juga perlu memastikan peserta didik menggunakan skala pengukuran dengan benar.

Jika terdapat kebingungan dalam menentukan nilai 1 dan 2 pada skala, bisa menggunakan patokan waktu atau durasi perubahan. Skor 1 jika terjadi perubahan tapi kurang dari durasi 30 detik, dan skor 2 diberikan jika perubahan terjadi dalam kisaran kurang dari 1 menit tapi lebih dari 30 detik.

### Kunci Jawaban Aktivitas 4.2

Panduan pengisian tabel:

Guru mengoordinir peserta didik untuk dapat berbagi data hasil pengukuran dengan rekan di sekitar tempat duduknya

Panduan jawaban:

Pertanyaan	Kerangka jawaban benar
Aktivitas apa yang paling banyak menyebabkan perubahan kondisi tubuh?	Jawaban sesuai dengan hasil pengukuran dan sejalan dengan kategori aktivitasnya.
Perubahan kondisi tubuh apa yang paling banyak teramati pada berbagai aktivitas?	Laju pernapasan lebih mudah diukur dibanding yang lain.
Adakah perbedaan hasil pengamatan antar kalian? Jika ada, mengapa hal tersebut terjadi?	Perbedaan hasil dipengaruhi pemilihan aktivitas dan akurasi pengukuran.

### Kunci Jawaban Latihan 4.1

Jaringan yang paling banyak terlibat dalam pengaturan transport zat adalah jaringan epitel. Selain karena letak jaringan yang selalu dipermukaan organ, sejumlah tipe epitel memang secara khusus berfungsi untuk pertukaran zat, seperti epitel selapis pipih pada paru-paru.

### Kunci Jawaban Aktivitas 4.3

Panduan jawaban:

1. Jantung manusia memiliki 4 ruang yang terpisah = **Benar**
2. Pada sistem peredaran darah tertutup, darah dapat keluar dari pembuluh darah = **Salah**, pada sistem peredaran darah tertutup, darah selalu di dalam pembuluh darah.
3. Lapisan otot pembuluh arteri lebih tebal dibanding vena = **Benar**, tekanan darah yang tinggi di dalam arteri mengharuskannya memiliki lapisan otot yang lebih tebal.

4. pembuluh dengan total permukaan terluas adalah kapiler = **Benar**, walaupun diameternya paling kecil, tapi jumlah kapiler paling banyak sehingga luas totalnya permukaannya paling besar.
5. Sel darah merah berfungsi mengangkut zat makanan = **Salah**, zat makanan terlarut dalam plasma darah

#### Kunci Jawaban Aktivitas 4.4

Panduan jawaban:

Pertanyaan	Kerangka jawaban benar
Adakah pembuluh darah yang terdeteksi pada pergelangan tangan kalian? Jika ada, berdasarkan ciri apakah kalian menyimpulkan hasil pengamatan kalian?	<b>Arteri (tepatnya arteriol)</b> jika terasa kuat denyutnya, namun tidak teramati pembuluhnya (karena posisi terlalu dalam)
Jenis pembuluh darah apakah yang dapat diamati pada pergelangan tangan?	<b>Vena (tepatnya venul)</b> jika teramati pembuluhnya (biasanya kebiruan) tapi kurang terasa denyutannya.

#### Kunci Jawaban Aktivitas 4.5

Pertanyaan	Kerangka jawaban benar
Mengapa kapiler memiliki luas permukaan terbesar diantara tipe pembuluh lainnya?	Walau diameter kapiler paling kecil, tapi jumlahnya pembuluhnya paling banyak dan bercabang-cabang. Total luas permukaan seluruh kapiler lebih besar dibandingkan pembuluh lainnya
Mengapa data luas permukaan pembuluh kapiler berbanding terbalik dengan kecepatan aliran?	Meskipun luas permukaan kapiler besar, tapi hal itu karena banyak jumlah pembuluhnya, sedangkan diameter masing-masing pembuluh kapiler pada dasarnya kecil yang dapat memperlambat aliran darah.
Dengan kecepatan aliran yang lebih lambat, apakah hal tersebut menguntungkan proses pertukaran zat di kapiler? Jelaskan!	Menguntungkan, karena dengan darah mengalir lambat di dalam kapiler, pertukaran zat dapat lebih optimal.

### Kunci Jawaban Latihan 4.2

Sel darah merah dan plasma darah berperan dalam proses pertukaran zat. Sel darah merah mengangkut gas (sebagian besar oksigen dan sebagian kecil karbondioksida), sementara plasma darah mengangkut zat makanan, hormon, obat dan sampah metabolisme.

### Kunci Jawaban Aktivitas 4.6

Dalam jangka waktu yang lama, tubuh orang-orang yang tinggal di pegunungan akan beradaptasi dengan memproduksi lebih banyak eritrosit (sel darah merah) yang mengandung hemoglobin (protein dalam sel darah merah). Hemoglobin ini fungsinya untuk mengikat oksigen, kemudian mendistribusikannya ke seluruh tubuh.

Tubuh masyarakat di pegunungan membutuhkan jumlah hemoglobin yang lebih banyak agar dapat mengikat oksigen yang jumlahnya terbatas secara optimal. Pipi yang bersemu merah terjadi akibat adanya pelebaran pembuluh darah atau istilah medisnya vasodilatasi. Vasodilatasi ini yang memungkinkan semakin banyak darah dan oksigen yang mengalir ke seluruh tubuh.

### Kunci Jawaban Latihan 4.3

Penyerapan zat makanan terjadi di sepanjang usus halus, terutama di bagian usus penyerapan (ileum). Proses penyerapan juga terjadi di usus besar, khususnya penyerapan air.

### Kunci Jawaban Aktivitas 4.7

Ciri Struktur	Organ 1	Organ 2	Organ 3	Organ 4
Rambut	√	×	×	×
Epitel bersillia	×	√	×	√
Epitel pipih selapis	×	×	√	×
Kartilago	×	√	×	×
Kelenjar lendir	√	√	×	√

1. Rongga hidung
2. Trakhea
3. Alveolus
4. Bronkhiolus

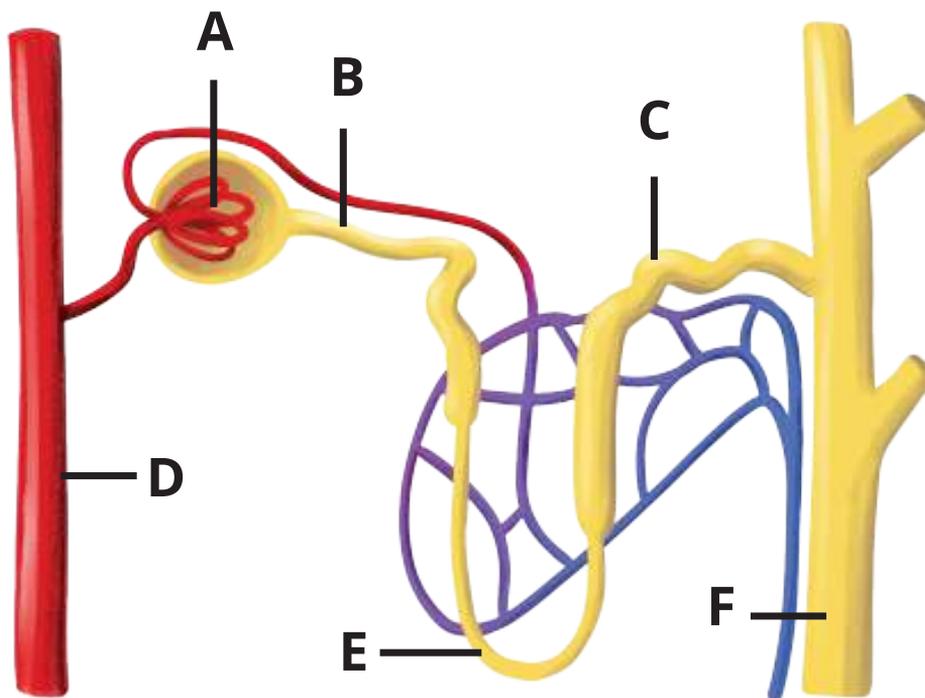
Keterangan: √ = ada    × = tidak ada

### Kunci Jawaban Aktivitas 4.8

Pertanyaan	S/TS
1. Efek buruk asap rokok terhadap kesehatan berlaku sama, baik pada perokok aktif maupun pasif.	TS
2. Silia pada saluran pernapasan akan menjalankan fungsinya dengan baik pada lingkungan yang bebas asap rokok.	S
3. Merokok dengan frekuensi yang rendah tidak berdampak buruk pada kesehatan karena adanya silia.	TS
4. Dengan adanya silia pada saluran pernapasan, dampak buruk asap rokok dapat diminimalisir.	TS
5. Perokok memiliki saluran pernapasan yang lebih rentan terhadap penyakit.	S

Ket : S = sesuai ; TS = tidak sesuai

### Kunci Jawaban Aktivitas 4.9



No.	Deskripsi	Huruf
1.	Saluran sempit terdiri dari bagian naik dan turun.	E
2.	Pertemuan pembuluh darah dengan tubulus ginjal.	A
3.	Struktur pertemuan ujung-ujung tubulus nefron.	F
4.	Dindingnya dilapisi jaringan endotelium.	A/D
5.	Tempat pertama terbentuknya urine.	B

*Catatan : Untuk nomor 4, bagian A merupakan glomerulus yang pada dasarnya merupakan struktur pembuluh darah, sehingga juga dilapisi jaringan endotelium.*

#### **Kunci Jawaban Aktivita 4.10**

Aktivitas 4.10 merupakan kegiatan praktikum. Selain menyiapkan alat yang telah ditentukan, guru juga memandu peserta didik dalam mengatur penyediaan bahan makanan yang akan diuji. Karena pengujian dilakukan untuk mendeteksi kandungan karbohidrat, maka perlu dipastikan bahwa dari kelima bahan yang dipilih, beberapa diantaranya adalah sumber karbohidrat.

\*Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) Terlampir

#### **Panduan jawaban pertanyaan praktikum:**

Pertanyaan	Kerangka jawaban benar
1. Dari 5 bahan makanan yang telah diuji, bahan manakah yang mengandung karbohidrat?	Sesuai dengan pemilihan bahan makanan yang guru tentukan
2. Bagaimana kesimpulan dari praktikum ini?	Kesimpulan dapat berupa penegasan kandungan karbohidrat pada bahan makanan yang diuji maupun ciri pembeda indikator perbedaan kandungan makanan berdasarkan observasi hasil pengujian.(contoh : perbedaan warna)

#### **Kunci Jawaban Aktivita 4.11**

Aktivitas 4.11 merupakan aktivitas praktikum dimana peserta didik secara berkelompok melakukan pengamatan dan pengukuran proses napas dalam

aktivitas yang telah ditentukan. Guru dapat memandu peserta didik dalam memilih aktivitas yang mudah dilakukan, terukur, dan tidak berisiko menimbulkan cedera dan bahaya lainnya. Alternatif aktivitas yang dapat dipilih seperti : lari di tempat, berjalan bolak balik di lorong kelas, naik-turun tangga dll.

**Panduan jawaban pertanyaan praktikum:**

Pertanyaan	Kerangka jawaban benar
1. Adakah perbedaan laju pernapasan pada sumber data dengan perbedaan jenis kelamin dan aktifitas fisik? Jelaskan, manakah faktor yang paling terlihat berbeda?	Jawaban pertanyaan tergantung hasil pengamatan.  Pengamatan dianggap berhasil jika hasil menunjukkan laju napas berbanding lurus dengan intensitas aktivitasnya.
2. Mengapa faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi laju pernapasan?	Jenis kelamin dan intensitas aktivitas mempengaruhi laju napas berkaitan dengan kecepatan metabolisme (aktivitas) dan masa otot (jenis kelamin). Laki-laki yang umumnya lebih tinggi di banding perempuan

**Kunci Jawaban Aktivitas 4.12**

Peserta didik mencari dan menentukan jenis aplikasi yang dapat digunakan untuk mengukur kondisi tubuh dengan sederhana, seperti mengukur suhu dan denyut jantung. Guru dapat mencari Beberapa aplikasi **termometer digital** dan **pengukur denyut jantung** menggunakan kata pencarian tersebut di mesin pencari. Banyak referensi mengenai aplikasi yang dapat digunakan.

**Ingat: guru perlu menekankan bahwa pengukuran dengan aplikasi memiliki akurasi yang belum bisa dibandingkan dengan pengukuran secara manual dengan alat ukur khusus!**

**Kunci Jawaban Aktivitas 4.13**

Pada aktivitas ini guru dapat mengarahkan peserta didik untuk memilih jenis penyakit yang sesuai dengan materi yang akan dibahasnya dalam kelompok. Peserta didik diminta untuk menyusun poster terkait penyakit yang dipilihnya. Untuk penilaian, guru dapat menggunakan rubrik seperti pada contoh instrumen penilaian di bagian sebelumnya.

## Kunci Jawaban Uji Kompetensi

No	Pernyataan	Ket
1	Joging akan lebih menguras energi jika dilakukan oleh pekerja bangunan dibandingkan pekerja kantoran	TS
2	Pada dasarnya setiap aktivitas akan memerlukan besaran energi yang berbeda-beda	S
3	Pekerja kantoran akan lebih sering mengalami perubahan kondisi tubuh jika dibandingkan dengan pengejar asam	TS

Ket : sesuai (S) dan tidak sesuai (TS)

4. C

5. D

## G. Pengayaan

### Covid-19 dan Infeksi Multiorgan

Pandu peserta didik untuk memerhatikan informasi pada video di kanal youtube: <https://youtu.be/eHBGjPKZcN0>. Guru dapat mengarahkan peserta didik untuk menggunakan gawainya masing-masing, menggunakan gawai yang tersedia di kelas, atau menjadikannya sebagai penugasan di rumah.

#### Panduan jawaban pertanyaan pengayaan:

Pertanyaan	Kerangka jawaban benar
1. Selain paru-paru, organ apa saja yang memiliki fungsi pertukaran zat yang juga dapat terinfeksi virus Covid-19? Jelaskan!	Ginjal dan usus dapat diserang virus Covid-19 karena seperti halnya pada paru-paru, organ tersebut juga memiliki reseptor ACE2 yang dikenali oleh virus.
2. Bagaimana pengaruh infeksi pada proses pertukaran zat di organ-organ tersebut? Jelaskan!	Infeksi Covid-19 di ginjal mengganggu pertukaran zat hingga menyebabkan gagal ginjal, sementara gangguan pertukutan di usus akibat infeksi Covid-19 menyebabkan diare hebat.

## H. Lembar Kegiatan Peserta Didik

### LKPD Aktivitas 4.10

Nama : \_\_\_\_\_

Kelas : \_\_\_\_\_

#### Uji Karbohidrat Makanan

Tujuan kegiatan : \_\_\_\_\_

Hasil Uji

Bahan makanan	Hasil Observasi		Kandungan Amilum
	Warna awal	Warna akhir	
Bahan 1			
Bahan 2			
Bahan 3			
Bahan 4			
Bahan 5			

Ket : kandungan amilum :

- (tidak ada); + (sedikit); ++ (cukup banyak);

+++ (banyak); ++++ (banyak sekali)

Jawaban pertanyaan

1. Dari 5 bahan makanan yang telah diuji, bahan manakah yang mengandung karbohidrat?

Jawaban : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Bagaimana kesimpulan dari praktikum ini?

Jawaban : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## LKPD Aktivitas 4.11

Nama : \_\_\_\_\_

Kelas : \_\_\_\_\_

### Mengukur Laju Napas

Tujuan kegiatan : \_\_\_\_\_

Hasil Pengukuran Kelompok

Jenis aktivitas : \_\_\_\_\_

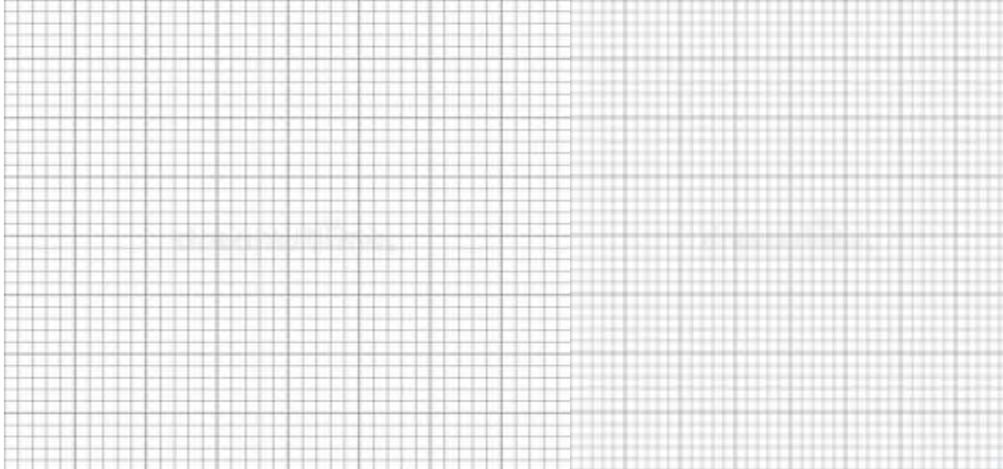
No	Nama	L/P	Jumlah napas			Laju Pernapasan (jumlah napas/menit)
			P-1	P-2	P-3	
1						
2						
3						
dst						
Rerata						

Hasil Pengukuran Kelas (data gabungan)

Kelompok	Jenis Aktivitas	Rerata Jumlah napas			Laju Pernapasan (jumlah napas/menit)
		P-1	P-2	P-3	
1					
2					
3					
dst					

Jenis kelamin	Rerata Jumlah napas			Laju Pernapasan (jumlah napas/menit)
	P-1	P-2	P-3	
Laki-laki				
Perempuan				

### Grafik



### Hasil diskusi

1. Adakah perbedaan laju pernapasan pada sumber data dengan perbedaan jenis kelamin dan aktifitas fisik? Jelaskan, manakah faktor yang paling terlihat berbeda?

Jawaban : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

2. Mengapa faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi laju pernapasan?

Jawaban : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

### Kesimpulan

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

## I. Bahan Bacaan Peserta Didik

Bahan bacaan pendukung untuk peserta didik mencakup beberapa penggalan teks artikel yang digunakan dalam aktivitas belajar di bab ini. Bahan bacaan lain yang juga disiapkan adalah LKPD yang digunakan oleh peserta didik ketika mengikuti pembelajaran. LKPD dapat dikembangkan dan disesuaikan kondisi peserta didik di sekolah masing-masing oleh Guru. Bahan bacaan peserta didik dapat dikembangkan dalam format cetak atau digital oleh guru. Adapun bahan bacaan tambahan yang disarankan untuk peserta didik gunakan disajikan pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.5** Bahan Bacaan Tambahan Peserta Didik untuk Bab 4

No.	Jenis	Topik	Sumber / Tautan
1	Buku	Biologi dasar	Biologi Campbell Reece, J. B., Taylor, M. R., Simon, E. J., & Dickey, J. L. (2012). <i>Campbell biology: concepts &amp; connections</i> (p. 779). San Francisco, CA: Benjamin Cummings.
2	E-book	Biologi dasar	<a href="https://core.ac.uk/download/pdf/127438218.pdf">https://core.ac.uk/download/pdf/127438218.pdf</a>
3	Video	Sistem sirkulasi	<a href="https://youtu.be/M-grG3vIEAA">https://youtu.be/M-grG3vIEAA</a>
4	Video	Sistem pencernaan	<a href="https://youtu.be/g9LvjuUavRMg">https://youtu.be/g9LvjuUavRMg</a>
5	Video	Sistem pernapasan	<a href="https://youtu.be/1QaKk6H3gJU">https://youtu.be/1QaKk6H3gJU</a>
6	Video	Sistem ekskresi	<a href="https://youtu.be/N6oly45yK6A">https://youtu.be/N6oly45yK6A</a>

## J. Bahan Bacaan Guru

Bahan bacaan pendukung untuk guru dapat menggunakan beragam sumber yang kredibel misal buku teks yang terkait dengan pokok materi bab ini. Beberapa artikel atau penggalan teks yang digunakan sebagai bahan bacaan peserta didik di buku teks juga harus dipahami sebelumnya oleh guru. Beberapa buku teks Biologi yang digunakan sebagai literatur dan ada di daftar

pustaka buku teks dapat menjadi pilihan bacaan guru. Adapun sumber bacaan tambahan baik digital dan buku cetak yang disarankan untuk guru gunakan disajikan pada Tabel 4.6.

**Tabel 4.6** Bahan Bacaan Tambahan Guru untuk Bab 4

No.	Jenis	Topik	Sumber / Tautan
1	Buku	Biologi dasar	Biologi Campbell Reece, J. B., Taylor, M. R., Simon, E. J., & Dickey, J. L. (2012). <i>Campbell biology: concepts &amp; connections</i> (p. 779). San Francisco, CA: Benjamin Cummings.
2	E-book	Biologi dasar	<a href="https://core.ac.uk/download/pdf/127438218.pdf">https://core.ac.uk/download/pdf/127438218.pdf</a>
2	E-book	Anatomi fisiologi manusia	<a href="http://bppsdmk.kemkes.go.id/pusdiksdmk/wp-content/uploads/2017/08/Anatomi-dan-Fisiologi-Manusia-Komprehensif.pdf">http://bppsdmk.kemkes.go.id/pusdiksdmk/wp-content/uploads/2017/08/Anatomi-dan-Fisiologi-Manusia-Komprehensif.pdf</a>

### Panduan Keselamatan Kerja selama Aktivitas

1. Siapkan perlengkapan pertolongan pertama keselamatan di laboratorium dan pastikan kesediaan peralatan tersebut.
2. Pastikan siswa mengetahui cara penggunaan alat dan bahan untuk kegiatan praktikum.
3. Awasi peserta didik apabila menggunakan bersumber daya listrik dan alat bahan berbahaya.
4. Mintalah peserta didik untuk berhati-hati saat melaksanakan praktikum dan tidak bercanda di laboratorium.
5. Khusus untuk aktivitas yang melibatkan sampel segar khususnya yang berasal dari tubuh hewan dan manusia (seperti darah) pastikan penerapan protocol kesehatan diterapkan dengan menerapkan prinsip aseptik untuk mencegah penularan penyakit. Serta dengan memerhatikan penanganan limbah medis yang benar dengan tidak dicampur bersama sampah lainnya..

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi  
Republik Indonesia, 2022  
Buku Panduan Guru Biologi  
untuk SMA/MA Kelas XI  
Penulis: Rini Solihat, dkk.  
ISBN: 978-602-427-895-3



## **Bab 5**

# **Sistem Pertahanan Tubuh terhadap Penyakit**

*Sumber gambar: Zamzam Nursani (2022)*

## A. Pendahuluan

### Tujuan Pembelajaran

---

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta didik diharapkan mampu:

- a. Mendeskripsikan komponen sel, jaringan dan organ yang menyusun sistem pertahanan tubuh
- b. Mengidentifikasi mekanisme pertahanan tubuh dalam merespon infeksi patogen
- c. Memproses data hasil pengamatan yang menunjukkan keterkaitan struktur dan fungsi komponen penyusun sistem pertahanan tubuh manusia
- d. Menganalisis keterkaitan struktur dan fungsi antar komponen penyusun sistem pertahanan tubuh manusia
- e. Menyelidiki kondisi kesehatan masyarakat terutama terkait sistem pertahanan tubuh melalui pihak kompeten terkait.
- f. Mengomunikasikan hasil penyelidikan secara utuh tentang sistem pertahanan tubuh manusia berdasarkan kasus kelainan atau gangguan pada sistem organ tersebut.

### Pokok Materi dan Hubungan antara Pokok Materi tersebut dalam Mencapai Tujuan Pembelajaran

---

Secara umum, pokok - pokok materi pada bab ini terdiri dari:

- a. Fungsi dan peran sistem pertahanan tubuh terhadap patogen, baik pertahanan eksternal non spesifik maupun internal spesifik.
- b. Ragam bentuk respon imun dan keterkaitannya dengan proses pengenalan tubuh.
- c. Komponen seluler dalam sistem pertahanan tubuh dan mekanisme kerjanya (fagosit dan limfosit).
- d. Imunitas tubuh dalam kehidupan sehari-hari dan pengenalan terhadap cara menangani kelainan/gangguannya.

Berdasarkan tinjauan kurikuler, dasar-dasar materi pokok pada bab ini sebagian telah dipelajari pada pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam di tingkat SMP, tepatnya fase E (kelas VII dan IX) yakni pada bahasan sistem peredaran darah. Namun demikian, pembahasan darah sebagai komponen utama sistem pertahanan tubuh belum secara khusus dijadikan pokok materi ajar pada pembelajaran fase sebelumnya. Di tingkat SMP, dasar materi

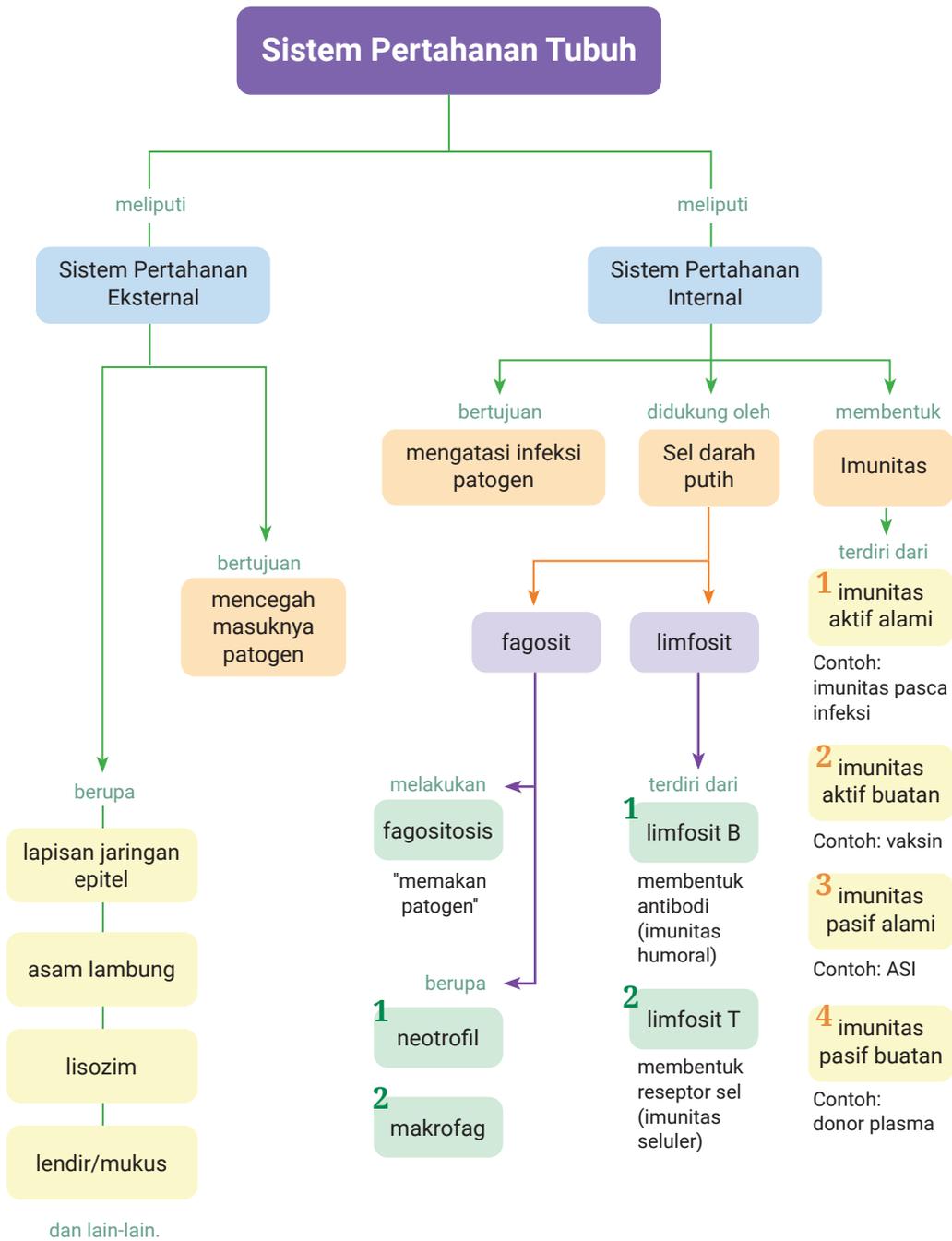
tersebut dipelajari dalam kerangka capaian pembelajaran: mengidentifikasi sistem organisasi kehidupan serta melakukan analisis untuk menemukan keterkaitan sistem organ dengan fungsinya serta kelainan atau gangguan yang muncul pada sistem organ tertentu (sistem pencernaan, sistem peredaran darah, sistem pernafasan dan sistem reproduksi).

Pada beberapa bagian pembahasan pada bab ini, keterkaitan dengan materi sel dan jaringan khususnya pada hewan dan manusia juga cukup mendasar. Fungsi seluler yang terkait dengan struktur dan fungsi organel seperti membran sel dan lisosom akan mendasari sejumlah pembahasan mekanisme pertahanan tubuh. Materi sel dan jaringan telah dibahas dalam Bab 1 dan bagian awal Bab 4 pada buku siswa.

Penanaman nilai-nilai Pancasila dalam pembelajaran pada bab ini dilakukan baik secara eksplisit maupun implisit dalam setiap aktivitas pembelajaran. Beberapa nilai-nilai Pancasila yang dikembangkan melalui pembelajaran meliputi dimensi:

Dimensi	Penjelasan
Beriman, Bertakwa Kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan Berahlak Mulia	Pada bab ini ditanamkan kesadaran akan pentingnya bersyukur nikmat tubuh yang sehat dengan menjaga kesehatan dengan menerapkan gaya hidup sehat.
Bergotong royong	Pada sejumlah aktivitas belajar dalam bab ini dilakukan pembiasaan untuk dapat bekerjasama, berkomunikasi dan berkoordinasi melalui aktivitas kelompok.
Mandiri	Pada sejumlah aktivitas belajar dalam bab ini dilakukan pembiasaan untuk dapat berinisiatif dan bekerja secara mandiri.
Bernalar kritis	Pada sejumlah aktivitas belajar dalam bab ini dilakukan pembiasaan untuk dapat secara kritis mengklarifikasi serta menganalisis gagasan dan informasi yang kompleks dan abstrak dari berbagai sumber.
Kreatif	Pada sejumlah aktivitas belajar dalam bab ini dilakukan pembiasaan untuk peserta didik dapat mengeksplorasi dan mengekspresikan pikirannya dalam bentuk karya gagasan, dalam hal ini poster digital.

## Peta Konsep



## Gambaran Umum Bab

---

Sistem pertahanan tubuh atau sistem imun merupakan sistem organ yang berperan penting dalam memastikan tubuh dapat mengatasi berbagai kelainan/gangguan baik akibat infeksi patogen maupun lainnya. Sistem pertahanan juga memastikan tubuh lebih antisipatif dalam mengurangi dampak kerusakan tubuh akibat infeksi. Secara khusus, peran sistem pertahanan tubuh lebih banyak dilakukan oleh komponen darah khususnya sel-sel darah putih. Tapi pada umumnya, sistem pertahanan tubuh juga melibatkan peran berbagai organ dari lintas sistem organ untuk memperkuat fungsi pertahanan tubuh.

Pembelajaran biologi pada materi sistem pertahanan tubuh memiliki banyak aspek aplikatif dalam kehidupan sehari-hari. Fungsi fisiologi tubuh akan sangat disadari pentingnya ketika seseorang dalam kondisi tidak sehat. Kondisi ini erat kaitannya dengan peran sistem pertahanan tubuh. Oleh karenanya guru sangat perlu untuk memastikan menerapkan pendekatan yang aplikatif dan dekat dengan kehidupan peserta didik. Tentu dengan salah satu misi besar agar pembelajaran materi sistem pertahanan tubuh tidak hanya menambah pengetahuan, tapi juga menumbuhkan kesadaran peserta didik dalam menjaga kesehatan.

Beberapa bagian dalam materi pada bab ini juga memiliki keterkaitan erat dengan materi sebelumnya. Seperti dalam pembahasan peran sel darah dalam sistem pertahanan tubuh. Sejumlah aktivitas yang dikembangkan juga menerapkan keterampilan yang diharapkan telah terbentuk dari aktivitas pada pembelajaran sebelumnya.

Untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah dirumuskan untuk bab ini, maka direncanakan keseluruhan materi bab dapat dituntaskan setidaknya dalam 8-10 pertemuan tatap muka dengan melibatkan 3 latihan dan 10 aktivitas pembelajaran baik dilakukan secara individual, berkelompok, maupun klasikal (bersama-sama sekelas). Detail dari masing-masing pertemuan dan aktivitasnya dijelaskan pada skema pembelajaran.

## B. Skema Pembelajaran

### 1. Subbab: Sistem Pertahanan Eksternal dan Internal Alokasi waktu: 3 Kali Pertemuan/6 Jam Pelajaran

Tabel 5.1 Skema Pembelajaran Materi Sistem Pertahanan Eksternal dan Internal

Tujuan Pembelajaran	Waktu	Pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
Pertemuan ke-1				
Membedakan tipe penyakit infeksi dan non infeksi dalam sistem pertahanan tubuh.	30 menit	Ragam ciri dan tipe penyakit / kelainan / gangguan kesehatan pada manusia; ciri penyakit infeksi.	Menjelaskan fungsi sistem pertahanan tubuh melalui Aktivitas 5.1, menyimak pemaparan guru dan melakukan studi literatur terkait ciri penyakit	Non tes (lembar kerja dan lembar observasi)
Mengidentifikasi mekanisme pertahanan eksternal tubuh.	60 menit	Ciri dan mekanisme imunitas eksternal (non spesifik).	Mengidentifikasi mekanisme pertahanan eksternal tubuh melalui Aktivitas 5.2; menyimak pemaparan guru dan melakukan studi literatur terkait ciri mekanisme pertahanan tubuh eksternal.	Non tes (lembar kerja dan lembar observasi)

Tujuan Pembelajaran	Waktu	Pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
Pertemuan ke-2				
Mengidentifikasi mekanisme kerja antibodi.	20 menit	Ciri dan mekanisme imunitas internal (spesifik), interaksi antigen-antibodi	Mengidentifikasi ragam respon antibodi melalui Aktivitas 5.3; menyimak pemaparan guru dan melakukan studi literatur terkait ciri mekanisme kerja imunitas spesifik.	Tes dan non tes  (Tes tertulis, lembar kerja dan lembar observasi)
Menganalisis mekanisme kerja antibodi dalam penentuan golongan darah.	60 menit	Dasar dan jenis golongan darah	Mengidentifikasi tipe golongan darah dan menganalisis berdasarkan fenomena aglutinasi pada praktikum dalam Aktivitas 5.4.	Non tes  (Asesmen kinerja, lembar kerja dan lembar observasi)
Pertemuan ke-3				
Menerapkan konsep penentuan golongan darah dalam studi kasus transfusi darah.	60 menit	Dasar dan jenis golongan darah	Menerapkan konsep tipe golongan darah dalam simulasi virtual dengan kerja kelompok pada Aktivitas 5.5.	Tes dan non tes  (Tes tertulis, lembar kerja dan lembar observasi)
Menjelaskan keterkaitan mekanisme sistem pertahanan tubuh dengan penentuan golongan darah.	30 menit	Tipe antigen-antibodi pada tipe golongan darah	Menyimak pemaparan guru dan melakukan studi literatur untuk menyimpulkan hubungan respon antibodi pada tipe golongan darah.	Tes dan non tes  (Tes tertulis, lembar kerja dan lembar observasi)

## 2. Subbab: Komponen Sistem Pertahanan Tubuh

Alokasi waktu: 3 Kali Pertemuan/ 6 Jam Pelajaran

**Tabel 5.2 Skema Pembelajaran Materi Komponen Sistem Pertahanan Tubuh**

Tujuan Pembelajaran	Waktu	Pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
<b>Pertemuan ke-4</b>				
Menjelaskan tipe komponen seluler penyusun sistem pertahanan tubuh	60 menit	Tipe sel darah putih (leukosit) dan fungsi spesifiknya	Menyimak pemaparan guru dan melakukan studi literatur untuk memahami tipe sel darah putih dengan kemampuan fagositosis.	Non tes (lembar kerja dan lembar observasi)
Membedakan fungsi komponen seluler penyusun sistem pertahanan tubuh.	30 menit	Fagosit (neutrofil dan Makrofag) dan fagositosis.	Mengidentifikasi ciri-ciri sel fagosit dari tipe neutrofil dan makrofag melalui Latihan 5.1.	Tes dan non tes (Tes tertulis, lembar kerja dan lembar observasi)
<b>Pertemuan ke-5</b>				
Menyelidiki letak kelenjar limfa berdasarkan kriteria yang dapat diamati.	45 menit	Ciri dan letak kelenjar dalam sistem limfatik.	Menyelidiki letak kelenjar limfa dengan melakukan pengukuran suhu bagian-bagian tubuh dalam aktivitas 5.6; melakukan kerja kelompok dan berdiskusi terkait hasil penyelidikan.	Non tes (lembar kerja dan lembar observasi)

Tujuan Pembelajaran	Waktu	Pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
Menganalisis ciri dan cara kerja limfosit B sebagai komponen sistem pertahanan tubuh.	15 menit	Ciri dan cara kerja limfosit B; mekanisme kerja antibodi (imun spesifik humoral)	Menganalisis data tentang kaitan fluktuasi kadar antibodi tubuh dengan kerja limfosit B dalam Aktivitas 5.7; mendiskusikan hasil analisis.	Tes dan non tes  (Tes tertulis, lembar kerja dan lembar observasi)
Menerapkan konsep cara kerja limfosit B dalam metode uji klinis terkait Covid-19.	30 menit	Uji klinis Covid-19; mekanisme tes swab antigen.	Mengaitkan mekanisme respon imun tubuh pada mekanisme tes antigen dalam aktivitas 5.8; mengomunikasikan hasil diskusi terkait mekanisme tes antigen.	Non tes  (lembar kerja dan lembar observasi)
<b>Pertemuan ke-6</b>				
Menjelaskan ciri dan cara kerja limfosit T dalam sistem pertahanan tubuh.	20 menit	Ciri dan cara kerja limfosit T (imun Spesifik seluler)	Menyimak pemaparan guru dan melakukan studi literatur tentang ciri dan cara kerja limfosit T dalam sistem pertahanan tubuh.	Non tes  (Lembar kerja dan lembar observasi)
Membedakan ciri dan cara kerja limfosit T dengan komponen sistem pertahanan tubuh lainnya.	60 menit	Ciri dan cara kerja limfosit T (imun spesifik seluler)	Membedakan mekanisme kerja limfosit T dan B dalam latihan 5.2; menyimak pemaparan guru dan melakukan studi literatur.	Tes dan non tes  (Tes tertulis, lembar kerja dan lembar observasi)

### 3. Subbab: Imunitas Tubuh dan Kelainannya

Alokasi waktu: 2-4 Kali Pertemuan/4 Jam Pelajaran

**Tabel 5.3 Skema Pembelajaran Materi Imunitas Tubuh dan Kelainannya**

Tujuan Pembelajaran	Waktu	Pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
<b>Pertemuan ke-7</b>				
Mengidentifikasi tipe imunitas pada sistem pertahanan tubuh manusia.	30 menit	Imunitas aktif dan pasif; imunitas alami dan buatan.	Menjelaskan ciri dan contoh tipe imunitas dalam latihan 5.3; menyimak pemaparan guru dan melakukan studi literatur.	Tes dan non tes  (Tes tertulis, lembar kerja dan lembar observasi)
Menyelidiki kondisi kesehatan masyarakat terkait sistem pertahanan tubuh melalui pihak kompeten terkait.	60 menit	Kesehatan masyarakat	Melakukan kegiatan wawancara terhadap pihak terkait tentang isu kesehatan masyarakat dalam Aktivitas 5.9.	Non tes  (Asesmen kinerja, lembar kerja dan lembar observasi)
<b>Pertemuan ke-8</b>				
Mengomunikasikan hasil penyelidikan kesehatan masyarakat terkait sistem pertahanan tubuh.	90 menit	Kesehatan masyarakat	Mengomunikasikan hasil wawancara dalam bentuk Poster dalam Aktivitas 5.10; mempresentasikan poster.	Non tes  (Asesmen kinerja, lembar kerja dan lembar observasi)
<b>Pertemuan ke-9 dan 10</b> Sebagai cadangan jika Aktivitas 5.9 dan 5.10 memerlukan waktu yang lebih banyak.				

## C. Prosedur Kegiatan Pembelajaran

### 1. Subbab: Sistem Pertahanan Eksternal dan Internal Alokasi waktu: 3 Kali Pertemuan/ 6 Jam Pelajaran

#### a. Pertemuan 1: Kegiatan 1

##### 1) Persiapan mengajar

Sebelum kegiatan pembelajaran, guru mempelajari terlebih dahulu materi pokok pada pertemuan ini, yaitu ragam ciri dan tipe penyakit/kelainan/gangguan kesehatan pada manusia; ciri penyakit infeksi sebagai pengantar dalam memahami peran sistem pertahanan tubuh. Guru dapat menggunakan buku teks Biologi dasar, seperti Biologi Campbell, atau buku lainnya tentang fisiologi tubuh manusia khususnya pada bahasan tentang fungsi sistem pertahanan tubuh pada manusia. Guru sangat dianjurkan telah membaca panduan pada buku guru terutama dalam penyiapan Aktivitas 5.1 (literasi dan analisis data numerik) dan 5.2 (observasi) pada pertemuan ini. Guru juga perlu menyiapkan perangkat pembelajaran yang dibutuhkan dalam pertemuan ini yaitu media penyampain materi, baik yang berbasis digital (komputer dan proyektor) maupun perangkat untuk kegiatan observasi seperti termometer tubuh dan kaca pembesar.

##### 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

###### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen Diagnostik)

1. Guru mengarahkan peserta didik untuk memerhatikan gambar pada halaman pertama bab ini pada buku siswa.
2. Guru mengajukan pertanyaan pada peserta didik: 1) *Aktivitas apakah yang dilakukan oleh remaja laki-laki pada gambar?*; 2) *Adakah diantara kalian yang juga telah melakukan hal serupa dengan remaja laki-laki pada gambar? Apa manfaat aktivitas tersebut untuk kesehatan tubuh?*
3. Guru bersama peserta didik mengeksplorasi lebih lanjut jawaban peserta didik dengan mengarahkan bahasan pada pentingnya vaksinasi bagi kesehatan.
4. *Guru membuat catatan tentang tingkat partisipasi peserta didik dalam kegiatan apersepsi.*

###### Kegiatan Inti

1. Guru memulai pembahasan materi dengan mengaitkan berbagai upaya untuk menjaga kesehatan tubuh (termasuk vaksinasi) sebagai bentuk pencegahan terhadap terjangkitnya penyakit.

2. Guru mengenalkan ragam jenis penyakit berdasarkan faktor penyebab, sifatnya dll pada peserta didik.
3. Peserta didik dengan bimbingan guru melakukan Aktivitas 5.1 secara individu, guru mengingatkan peserta didik untuk mencermati data pada informasi yang disediakan.
4. Guru memberikan penjelasan tentang bagaimana penyakit infeksi dapat timbul karena mikroorganisme patogen yang mustahil untuk dihindari sepenuhnya interaksinya dengan tubuh manusia.
5. Guru mengaitkan penjelasan dengan strategi tubuh untuk mencegah paparan patogen dengan sistem imun eksternal dan internal tubuh.
6. Peserta didik dengan bimbingan guru melakukan Aktivitas 5.2 secara berkelompok, Guru mengingatkan peserta didik untuk melakukan pengamatan dengan teliti dan saksama
7. Peserta didik dengan bimbingan guru melakukan diskusi tentang hasil pengamatan, peserta didik dari masing-masing kelompok mengemukakan hasil pengamatannya.
8. Guru memberikan penjelasan penjelasan sekaligus pemaknaan dari hasil diskusi dikaitkan dengan peran kulit sebagai organ utama dalam sistem pertahanan eksternal tubuh.
9. Guru meminta peserta didik mengungkapkan contoh-contoh lainnya dari sistem pertahanan eksternal tubuh.
10. Guru Bersama peserta didik mengelaborasi dan menyimpulkan hasil pembelajaran pada pertemuan ini dengan turut mengingatkan untuk senantiasa bersyukur atas nikmat struktur dan fungsi tubuh yang sehat sebagai karunia Tuhan YME.

### **Kegiatan Penutup (Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran)**

Guru mengajukan pertanyaan reflektif tentang apa saja yang telah peserta didik pelajari dalam pembelajaran tersebut. Lakukan melibatkan peserta didik secara acak untuk mengemukakan pendapat mereka.

### **(Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka guru memfasilitasi diskusi di luar kelas.
2. Bagi peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan terkait materi yang perlu dipelajari untuk pertemuan selanjutnya yang juga dilakukan di luar kelas.

## b. Pertemuan 2: Kegiatan 1

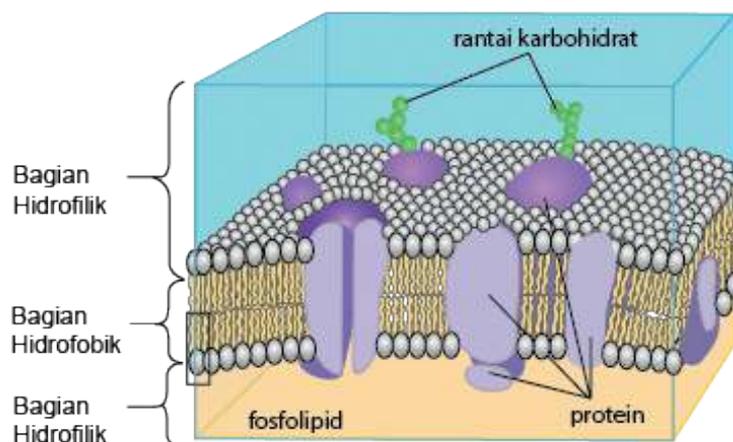
### 1) Persiapan mengajar

Sebelum kegiatan pembelajaran, guru mempelajari terlebih dahulu materi pokok pada pertemuan ini, yaitu ciri dan mekanisme imunitas internal (spesifik), interaksi antigen-antibodi serta dasar dan jenis golongan darah sebagai bagian dari sistem pertahanan tubuh. Guru dapat menggunakan buku teks Biologi dasar, seperti Biologi Campbell, atau buku lainnya tentang fisiologi tubuh manusia khususnya pada bahasan tentang peran antigen dan antibodi dalam sistem pertahanan tubuh manusia. Guru sangat dianjurkan telah membaca panduan pada buku guru terutama dalam penyiapan aktivitas 5.3 dan 5.4 pada pertemuan ini. Guru juga perlu menyiapkan perangkat pembelajaran yang dibutuhkan dalam pertemuan ini yaitu media penyampain materi, baik yang berbasis digital (komputer dan proyektor) maupun konvensional (papan tulis, alat peraga dll). Guru juga perlu menyiapkan perangkat percobaan yang diperlukan untuk aktivitas 5.4, petunjuk kegiatan dan LKPD terlampir pada bagian asesmen dan penilaian dari buku ini.

### 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

#### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen Diagnostik)

1. Guru menampilkan gambar struktur membran sel dengan keterangan pada setiap bagian pentingnya, seperti contoh berikut! (Guru diperkenankan menampilkan gambar lain yang sesuai dan dapat diakses!)



Gambar 5.1 Struktur membran sel

2. Guru mengajukan pertanyaan pemantik: 1) Masih ingatkah kalian pada gambar struktur sel ini? Apa fungsi struktur tersebut?; 2) Apakah pengenalan sel satu dengan yang lain juga melibatkan peran struktur tersebut?; 3) Bagaimana struktur tersebut dapat berperan dalam pertahanan tubuh?
3. Guru mengeksplorasi lebih lanjut jawaban peserta didik dengan mengarahkan bahasan pada fungsi glikoprotein dalam pengenalan sel baik oleh sel lainnya maupun terhadap komponen lain yang masuk ke dalam tubuh.
4. Guru membuat catatan tentang tingkat partisipasi peserta didik dalam kegiatan apersepsi.

### Kegiatan Inti

1. Guru bersama peserta didik membahas pengertian dan perbedaan peran antigen serta antibodi dalam mekanisme pengenalan sel sebagai bentuk sistem pertahanan tubuh yang spesifik.
2. Guru mengenalkan pada peserta didik ragam respon imun spesifik pada sistem pertahanan tubuh.
3. Peserta didik dengan bimbingan guru melakukan Aktivitas 5.3 secara individu, guru memastikan setiap peserta didik mengerjakan tagihan aktivitas dengan benar pada lembar kerja di buku siswa.
4. Guru bersama peserta didik mengulas hasil Aktivitas 5.3 dengan mengaitkan peran leukosit khususnya limfosit dalam mekanisme pengenalan antibodi terhadap antigen.
5. Guru menjelaskan adanya perbedaan mekanisme pada jenis leukosit yang berbeda dalam sistem pertahanan tubuh.
6. Guru dan peserta didik membahas respon kecocokan antigen-antibodi digunakan dalam penentuan golongan darah.
7. Peserta didik dengan bimbingan guru melakukan Aktivitas 5.4 secara berkelompok, guru memastikan peserta didik mematuhi protokol keselamatan kerja laboratorium dan menuntaskan tugas dengan baik dan benar.
8. Guru bersama peserta didik mengulas hasil kerja peserta didik dengan memberikan kesempatan peserta didik mengemukakan pendapatnya dan menghormati pendapat peserta didik lainnya.

9. Guru bersama peserta didik mengelaborasi dan menyimpulkan hasil pembelajaran pada pertemuan ini dengan turut mengingatkan untuk senantiasa bersyukur atas nikmat struktur dan fungsi tubuh yang sehat sebagai karunia Tuhan YME.

### **Kegiatan Penutup (Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran)**

Guru mengajukan pertanyaan reflektif tentang apa saja yang telah peserta didik pelajari dalam pembelajaran tersebut. Lakukan pelibatan peserta didik secara acak untuk mengemukakan pendapat mereka.

### **Tindak Lanjut Pembelajaran**

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka guru memfasilitasi diskusi di luar kelas.
2. Bagi peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan terkait materi yang perlu dipelajari untuk pertemuan selanjutnya yang juga dilakukan di luar kelas.

## **c. Pertemuan 3: Kegiatan 1**

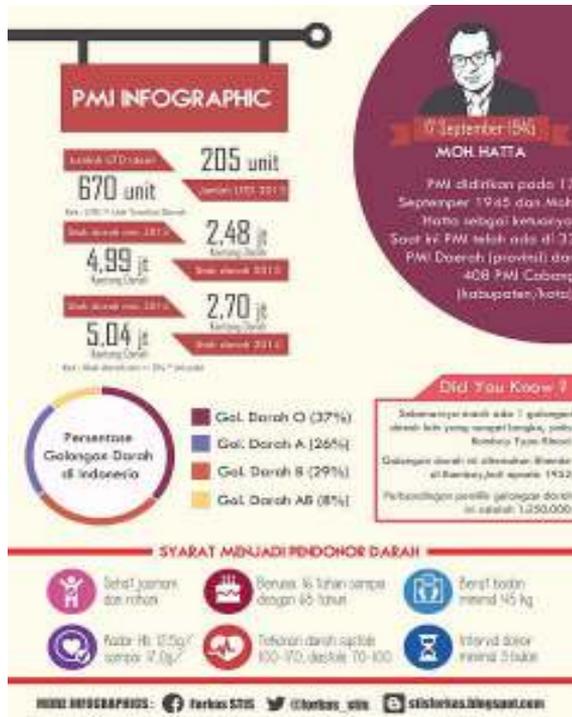
### **1) Persiapan mengajar**

Sebelum kegiatan pembelajaran, guru mempelajari terlebih dahulu materi pokok pada pertemuan ini, yaitu dasar dan jenis golongan darah serta tipe dan bentuk reaksi antigen-antibodi dalam mekanisme penentuan golongan darah. Guru dapat menggunakan buku teks Biologi dasar, seperti Biologi Campbell, atau buku lainnya tentang fisiologi tubuh manusia khususnya pada bahasan tentang jenis dan mekanisme penentuan golongan darah pada manusia. Guru sangat dianjurkan telah membaca panduan pada buku guru terutama dalam penyiapan Aktivitas 5.5 pada pertemuan ini. Guru juga perlu menyiapkan perangkat pembelajaran yang dibutuhkan dalam pertemuan ini yaitu media penyampain materi, baik yang berbasis digital (komputer dan proyektor) maupun konvensional (papan tulis, alat peraga, dan lain-lain). Guru juga perlu memastikan dapat diaksesnya tautan simulasi virtual untuk Aktivitas 5.5 (Terlampir pada bagian asesmen dan penilaian dari buku ini)

## 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen Diagnostik)

1. Guru menampilkan infografis terkait data tipe golongan darah di Indonesia seperti contoh berikut!



**Gambar 5.2.** Infografis profil golongan darah di Indonesia.

Sumber: Palang Merah Indonesia / ForkasSTIS (2022)

2. Guru mengajukan pertanyaan pemantik: 1) Apakah penduduk Indonesia sama menunjukkan porsi yang sama berdasarkan tipe golongan darahnya?; 2) Tipe golongan darah apakah yang paling langka? 3) Bagaimana jika orang dengan tipe golongan darah tersebut mengalami kekurangan darah?; 4) Apa pentingnya donor darah?
3. Guru mengeksplorasi lebih lanjut jawaban peserta didik dengan mengaitkan bahasan dengan hasil praktikum di pertemuan sebelumnya dan mengarahkan bahasan pada pentingnya kebiasaan donor darah bagi yang memenuhi syarat
4. Guru membuat catatan tentang tingkat partisipasi peserta didik dalam kegiatan apersepsi.

### Kegiatan Inti

1. Guru menjelaskan bagaimana keterkaitan interaksi antigen-antibodi dengan penentuan tipe golongan darah dan ketentuan transfusi darah.

2. Peserta didik dengan bimbingan guru melakukan Aktivitas 5.5 berupa studi kasus dalam simulasi virtual secara individu, guru memastikan peserta didik dapat mengakses tautan simulasi virtual. Jika tidak memungkinkan guru dapat menyajikannya dalam kegiatan demonstrasi.
3. Guru mengulas hasil kerja peserta didik dengan memberikan kesempatan peserta didik mengemukakan pendapatnya dan menghormati pendapat peserta didik lainnya.
4. Guru menekankan pentingnya pengenalan tubuh terhadap antigen sebagai mekanisme sistem pertahanan tubuh spesifik yang akan dibahas pada pertemuan berikutnya
5. Guru mengelaborasi dan menyimpulkan hasil pembelajaran pada pertemuan ini dengan turut mengingatkan untuk senantiasa bersyukur atas nikmat struktur dan fungsi tubuh yang sehat sebagai karunia Tuhan YME.

### **Kegiatan Penutup (Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran)**

Guru mengajukan pertanyaan reflektif tentang apa saja yang telah peserta didik pelajari dalam pembelajaran tersebut. Lakukan pelibatan peserta didik secara acak untuk mengemukakan pendapat mereka.

### **(Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka guru memfasilitasi diskusi di luar kelas.
2. Bagi peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan terkait materi yang perlu dipelajari untuk pertemuan selanjutnya yang juga dilakukan di luar kelas.

## **2. Subbab: Komponen Sistem Pertahanan Tubuh Alokasi waktu: 3 Kali Pertemuan/6 Jam Pelajaran**

### **a. Pertemuan 4: Kegiatan 1**

#### **1) Persiapan mengajar**

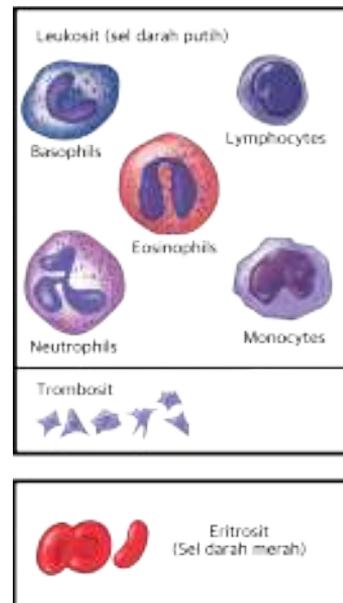
Sebelum kegiatan pembelajaran, guru mempelajari terlebih dahulu materi pokok pada pertemuan ini, yaitu tipe dan fungsi spesifik sel darah putih (leukosit) khususnya dari kelompok fagosit (neutrofil dan makrofag) dan mekanisme fagositosis sebagai bagian dari sistem pertahanan tubuh. Guru dapat menggunakan buku teks Biologi dasar, seperti Biologi Campbell, atau buku lainnya tentang fisiologi tubuh manusia khususnya pada bahasan

tentang jenis dan peran sel darah putih pada sistem pertahanan tubuh manusia.. Guru sangat dianjurkan telah membaca panduan pada buku guru terutama dalam penyiapan Latihan 5.1 pada pertemuan ini. Guru juga perlu menyiapkan perangkat pembelajaran yang dibutuhkan dalam pertemuan ini yaitu media penyampain materi, baik yang berbasis digital (komputer dan proyektor) maupun konvensional (papan tulis, alat peraga, dan lain-lain).

## 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen Diagnostik)

1. Guru menampilkan gambar ragam jenis sel darah (misalnya Gambar 5.3), atau mintalah peserta didik membuka kembali bab sebelumnya pada buku siswa, khususnya dalam bahasan sistem sirkulasi.
2. Guru mengajukan pertanyaan pemantik:
  - Adakah jenis sel darah yang berperan dalam sistem pertahanan tubuh?;
  - Bagaimana peran yang dijalankan jenis sel tersebut dalam sistem pertahanan tubuh?;
  - Apakah sistem pertahanan internal atau eksternal? Spesifik atau non spesifik?
3. Guru mengeksplorasi lebih lanjut jawaban peserta didik dengan mengaitkan/mengarahkan bahasan sebelumnya tentang peran sel darah putih dalam sistem pertahanan tubuh.
4. Guru membuat catatan tentang tingkat partisipasi peserta didik dalam kegiatan apersepsi.



Gambar 5.3 Jenis-jenis sel darah

### Kegiatan Inti

1. Guru menjelaskan peran sel darah putih dari tipe fagosit dalam menopang sistem pertahanan non spesifik dengan melakukan fagositosis terhadap patogen.
2. Guru menekankan pada peserta didik untuk lebih memahami perbedaan karakter fagosit neutrofil dan makrofag dalam jumlah, ketahanan dan keterkaitannya dengan mekanisme imun lainnya.
3. Guru membimbing peserta didik dalam mengerjakan Latihan 5.1, pastikan peserta didik dapat mengidentifikasi perbedaan ciri fagosit dengan baik dan benar.

4. Guru mengulas hasil kerja peserta didik dengan memberikan kesempatan peserta didik mengemukakan pendapatnya dan menghormati pendapat peserta didik lainnya.
5. Guru menekankan pentingnya peran fagosit yang walaupun merupakan mekanisme non spesifik tapi dapat mendukung mekanisme sistem pertahanan tubuh spesifik yang akan dibahas pada pertemuan berikutnya.
6. Guru dan peserta didik mengelaborasi dan menyimpulkan hasil pembelajaran pada pertemuan ini dengan turut mengingatkan untuk senantiasa bersyukur atas nikmat struktur dan fungsi tubuh yang sehat sebagai karunia Tuhan YME.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran)**

Guru mengajukan pertanyaan reflektif tentang apa saja yang telah peserta didik pelajari dalam pembelajaran tersebut. Lakukan pelibatan peserta didik secara acak untuk mengemukakan pendapat mereka.

#### **(Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka guru memfasilitasi diskusi di luar kelas.
2. Bagi peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan terkait materi yang perlu dipelajari untuk pertemuan selanjutnya yang juga dilakukan di luar kelas.

## **b. Pertemuan 5: Kegiatan 1**

### **1) Persiapan mengajar**

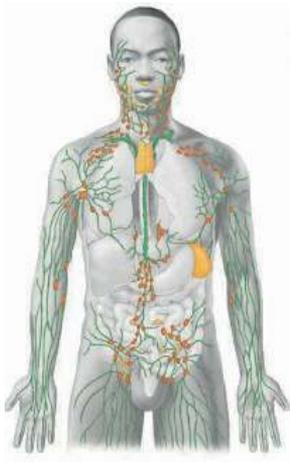
Sebelum kegiatan pembelajaran, guru mempelajari terlebih dahulu materi pokok pada pertemuan ini, yaitu ciri dan letak kelenjar pada sistem limfatik, ciri dan cara kerja limfosit B dan mekanisme uji antigen sebagai bagian dari sistem pertahanan tubuh. Guru dapat menggunakan buku teks Biologi dasar, seperti Biologi Campbell, atau buku lainnya tentang fisiologi tubuh manusia khususnya pada bahasan tentang struktur dan fungsi sistem limfatik pada tubuh manusia. Guru sangat dianjurkan telah membaca panduan pada buku guru terutama dalam persiapan Aktivitas 5.6 (observasi), 5.7 (analisis data) dan 5.8 (studi kasus). pada pertemuan ini. Guru juga perlu menyiapkan perangkat pembelajaran yang dibutuhkan dalam pertemuan ini yaitu media penyampain materi, baik yang berbasis

digital (komputer dan proyektor), konvensional (papan tulis, alat peraga dll) maupun perangkat untuk kegiatan observasi seperti termometer tubuh dan kaca pembesar.

## 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen Diagnostik)

1. Guru menampilkan gambar sistem limfa yang menunjukkan sebaran kelenjar limfa pada tubuh manusia (seperti pada contoh di samping!) Guru dapat menampilkan gambar versi lain yang sesuai.



**Gambar 5.4 Sistem Limfa**

*Sumber: Campbell, dkk (2022)*

2. Guru mengajukan pertanyaan pemantik: 1) Sistem organ apakah yang ditunjukkan pada Gambar 5.4; 2) Struktur apakah yang nampak tersebar di bagian tubuh tersebut?; 3) Pernahkah kalian mengalami demam? Apakah bagian-bagian pada gambar tersebut terkait dengan bagian yang berubah suhunya saat kondisi demam? Mengapa demikian?
3. Guru mengeksplorasi lebih lanjut jawaban peserta didik dengan mengaitkan/mengarahkan bahasan peran sistem limfa dan perbedaannya dengan sistem sirkulasi.
4. Guru membuat catatan tentang tingkat partisipasi peserta didik dalam kegiatan apersepsi.

### Kegiatan Inti

1. Guru mengulas peran sistem limfa dalam kaitannya dengan pembentukan dan pematangan limfosit.
2. Peserta didik dengan bimbingan guru melakukan Aktivitas 5.6 secara berkelompok (sebaiknya dipisahkan antara laki-laki dan perempuan), guru perlu memastikan peserta didik melakukan observasi dan pengukuran suhu bagian tubuh dengan benar.

3. Guru mengulas hasil aktivitas peserta didik dengan mengklarifikasi bagian-bagian yang menjadi letak kelenjar limfa dan alasan dibalik perbedaan suhunya dibanding bagian tubuh lain.
4. Guru bersama peserta didik membahas ciri dan karakter limfosit B sebagai penghasil antibodi dan kaitannya dengan kerja kelenjar limfa serta fase infeksi patogen pada tubuh.
5. Peserta didik dengan bimbingan melakukan Aktivitas 5.7 secara individu, guru mengingatkan peserta didik agar memerhatikan data dan kaitannya dengan cara kerja limfosit B khususnya sel memori dan tipe antibodi.
6. Guru mengulas hasil aktivitas peserta didik dengan menekankan mekanisme kerja limfosit B secara umum dan antibodi secara khusus.
7. Guru menjelaskan pengantar untuk penugasan terkait mekanisme tes swab antigen dan kaitannya dengan peran antibodi.
8. Guru memberikan penugasan Aktivitas 5.8 untuk dikerjakan peserta didik secara individu di rumah dan akan dibahas hasilnya pada pertemuan selanjutnya.
9. Guru bersama peserta didik mengelaborasi dan menyimpulkan hasil pembelajaran pada pertemuan ini dengan turut mengingatkan untuk senantiasa bersyukur atas nikmat struktur dan fungsi tubuh yang sehat sebagai karunia Tuhan YME.

### **Kegiatan Penutup**

#### **Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran**

Guru mengajukan pertanyaan reflektif tentang apa saja yang telah peserta didik pelajari dalam pembelajaran tersebut. Lakukan melibatkan peserta didik secara acak untuk mengemukakan pendapat mereka.

#### **Tindak Lanjut Pembelajaran**

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka guru memfasilitasi diskusi di luar kelas.
2. Bagi peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan terkait materi yang perlu dipelajari untuk pertemuan selanjutnya yang juga dilakukan di luar kelas.

## **c. Pertemuan 6: Kegiatan 1**

### **1) Persiapan mengajar**

Sebelum kegiatan pembelajaran, guru mempelajari terlebih dahulu materi pokok pada pertemuan ini, yaitu ciri dan cara kerja limfosit T sebagai bagian dari imun spesifik seluler dalam sistem pertahanan tubuh. Guru

dapat menggunakan buku teks Biologi dasar, seperti Biologi Campbell, atau buku lainnya tentang fisiologi tubuh manusia khususnya pada bahasan tentang peran dan mekanisme kerja limfosit pada sistem pertahanan tubuh manusia. Guru sangat dianjurkan telah membaca panduan pada buku guru terutama dalam penyiapan Latihan 5.2 pada pertemuan ini. Guru juga perlu menyiapkan perangkat pembelajaran yang dibutuhkan dalam pertemuan ini yaitu media penyampain materi, baik yang berbasis digital (komputer dan proyektor) maupun konvensional (papan tulis, alat peraga, dan lain-lain).

## 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen Diagnostik)

1. Guru menampilkan gambar orang yang tengah melakukan tes swab antigen, seperti pada contoh berikut! (Guru dapat menggunakan gambar yang lebih sesuai, misalnya Gambar 5.5)



**Gambar 5.5** Teknik swab untuk sampel tes antigen

*Sumber: HumasMenpanRB (2021)*

2. Guru mengajukan pertanyaan pemantik: 1) Pernahkah kalian melakukan tes antigen? Atau mengetahui apa itu tes antigen?; 2) Mengapa perlu dilakukan teknik swab seperti pada gambar?
3. Guru mengeksplorasi lebih lanjut jawaban peserta didik dengan mengaitkan bahasan dengan interaksi antigen-antibodi yang telah dibahas dalam pertemuan sebelumnya.
4. Guru membuat catatan tentang tingkat partisipasi peserta didik dalam kegiatan apersepsi.

### **Kegiatan Inti**

1. Guru mengulas hasil penugasan aktivitas 5.8 sebagai penugasan dari pertemuan sebelumnya. Ulasan dikaitkan dengan pengujian keberadaan antigen Covid-19 sebagai indikator infeksi.
2. Guru menekankan pemahaman tentang keberadaan antigen dalam tubuh yang tidak hanya memicu respon pengenalan oleh antibodi namun juga oleh limfosit T.
3. Guru bersama peserta didik membahas ciri dan mekanisme kerja limfosit T dengan menitikberatkan pada perbedaan dan persamaannya dengan mekanisme kerja limfosit B.
4. Guru membimbing peserta didik mengerjakan Latihan 5.2.
5. Guru mengulas hasil latihan peserta didik dan menekankan kembali peran penting kedua tipe limfosit dalam menjalankan fungsi sistem pertahanan tubuh.
6. Guru dan peserta didik mengelaborasi dan menyimpulkan hasil pembelajaran pada pertemuan ini dengan turut mengingatkan untuk senantiasa bersyukur atas nikmat struktur dan fungsi tubuh yang sehat sebagai karunia Tuhan YME.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran)**

Guru mengajukan pertanyaan reflektif tentang apa saja yang telah peserta didik pelajari dalam pembelajaran tersebut. Lakukan pelibatan peserta didik secara acak untuk mengemukakan pendapat mereka.

#### **(Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka guru memfasilitasi diskusi di luar kelas.
2. Bagi peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan terkait materi yang perlu dipelajari untuk pertemuan selanjutnya yang juga dilakukan di luar kelas.

### 3. Subbab: Imunitas Tubuh dan Kelainannya

#### Alokasi waktu: 2-4 Kali Pertemuan/4 Jam Pelajaran

#### a. Pertemuan 7: Kegiatan 1

##### 1) Persiapan mengajar

Sebelum kegiatan pembelajaran, guru mempelajari terlebih dahulu materi pokok pada pertemuan ini, yaitu tipe imunitas aktif dan pasif serta tipe imunitas alami dan buatan serta permasalahan kesehatan masyarakat yang terkait dengan sistem pertahanan tubuh. Guru dapat menggunakan buku teks Biologi dasar, seperti Biologi Campbell, atau buku lainnya tentang fisiologi tubuh manusia khususnya pada bahasan tentang upaya manusia dalam mengoptimalkan fungsi sistem pertahanan tubuhnya. Guru sangat dianjurkan telah membaca panduan pada buku guru terutama dalam menyiapkan latihan 5.3 dan aktivitas 5.9 pada pertemuan ini. Guru juga perlu menyiapkan perangkat pembelajaran yang dibutuhkan dalam pertemuan ini yaitu media penyampain materi, baik yang berbasis digital (komputer dan proyektor) maupun konvensional (papan tulis, alat peraga, dan lain-lain).

##### 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

#### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen Diagnostik)

1. Guru menampilkan gambar terkait kegiatan imunisasi di masyarakat, sebagai contoh Gambar 5.6! (Guru dapat menggunakan gambar lain sesuai dengan kebutuhan)

Vaksinasi	Umur																						
	Bulan						Tahun						Lulus										
	1	2	3	4	5	6	9	12	15	18	24	3	5	6	7	8	9	10	12	14	15	16	18
Hepatitis B	1	2	3	4							5												
Polio	1	2	3							4													
BCG	1 kali																						
DTP		1	2	3						4			5									Td/Tdap	
Hib		1	2	3						4													
PCV		1	2		3					4													
Rotavirus		1	2		3 (ops)																		
MMR						1					MR		MR / MMR										
JE											1		2										
Varicella											2 kali, interval 5 minggu - 3 bulan												
Hepatitis A											2 kali, interval 6 - 36 bulan												
Typhoid											1												
IPV																						1 kali	
Dengue																						3 kali, interval 6 bulan	

Gambar 5.6 Teknik swab untuk sampel tes antigen

Sumber : Ikatan Dokter Anak Indonesia (2020)

2. Guru mengajukan pertanyaan pemantik: 1) *Apa itu imunisasi? Samakah dengan vaksinasi?;* 2) *Apakah kalian pernah diimunisasi?;* 3) *Apa dampaknya jika anak dan remaja tidak menjalani program imunisasi?*
3. Guru mengeksplorasi lebih lanjut jawaban peserta didik dengan mengarahkan bahasan pada berbagai program kesehatan yang bertujuan meningkatkan imunitas masyarakat.
4. Guru membuat catatan tentang tingkat partisipasi peserta didik dalam kegiatan apersepsi.

### **Kegiatan Inti**

1. Guru menjelaskan perbedaan sistem imun aktif dan pasif, alami dan buatan dalam konteks kaitannya dengan mekanisme pertahanan tubuh yang telah dibahas pada pertemuan-pertemuan sebelumnya.
2. Guru membimbing peserta didik dalam mengerjakan Latihan 5.3 secara individu.
3. Guru mengulas hasil kerja peserta didik dengan memberikan kesempatan peserta didik mengemukakan pendapatnya dan menghormati pendapat peserta didik lainnya.
4. Guru menekankan pada peserta didik akan pentingnya mengikuti program imunisasi baik secara mandiri maupun program pemerintah sebagai upaya menjaga dan meningkatkan ketahanan tubuh terhadap risiko infeksi penyakit.
5. Guru menginformasikan penugasan untuk Aktivitas 5.9. Guru perlu mengatur pembagian kelompok yang efektif mengingat aktivitas tersebut lebih banyak dilakukan di luar jam pelajaran. Pastikan peserta didik nyaman dengan kelompoknya.
6. Guru bersama peserta didik mengelaborasi dan menyimpulkan hasil pembelajaran pada pertemuan ini dengan turut mengingatkan untuk senantiasa bersyukur atas nikmat struktur dan fungsi tubuh yang sehat sebagai karunia Tuhan YME.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran)**

Guru mengajukan pertanyaan reflektif tentang apa saja yang telah peserta didik pelajari dalam pembelajaran tersebut. Lakukan melibatkan peserta didik secara acak untuk mengemukakan pendapat mereka.

### (Tindak Lanjut Pembelajaran)

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka guru memfasilitasi diskusi di luar kelas.
2. Bagi peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan terkait materi yang perlu dipelajari untuk pertemuan selanjutnya yang juga dilakukan di luar kelas.

## b. Pertemuan 8: Kegiatan 1

### 1) Persiapan mengajar

Sebelum kegiatan pembelajaran, guru mempelajari terlebih dahulu materi pokok pada pertemuan ini, yaitu ragam permasalahan kesehatan masyarakat yang terkait dengan sistem pertahanan tubuh. Guru sangat dianjurkan telah membaca panduan pada buku guru terutama dalam persiapan aktivitas 5.10 pada pertemuan ini. Guru juga perlu menyiapkan perangkat pembelajaran yang dibutuhkan dalam pertemuan ini yaitu media penyampain materi, baik yang berbasis digital (komputer dan proyektor) maupun konvensional (papan tulis, alat peraga dll).

### 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

#### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, & Asesmen Diagnostik)

1. Guru menampilkan data terkait topik-topik berikut (dapat dipilih sesuai kondisi di sekolah masing-masing) :
  - Kesadaran masyarakat Indonesia terhadap vaksinasi Covid-19 (atau data dari tingkat kota/provinsi setempat).
  - Jenis gangguan sistem imun tubuh di masyarakat.
  - Mitos dan fakta seputar sistem imun yang dekat dengan kehidupan peserta didik, misal tentang alergi
2. Guru mengajukan pertanyaan pemantik: *1) Bagaimana pembahasan isu (salah satu topik) di sekitar lingkungan kalian?, 2) Adakah kaitannya isu-isu tersebut dengan tingkat kesadaran masyarakat?*
3. Guru mengeksplorasi lebih lanjut jawaban peserta didik dengan mengarahkan bahasan pada ragam kelainan sistem pertahanan tubuh yang sering ditemukan di lingkungan sekitar.
4. Guru membuat catatan tentang tingkat partisipasi peserta didik dalam kegiatan apersepsi.

### Kegiatan Inti

1. Guru mengulas jenis-jenis kelainan sistem pertahanan tubuh populer dan dekat risikonya dengan kehidupan peserta didik, seperti alergi, HIV-AIDS, dan penyakit autoimun.
2. Guru menekankan pada peserta didik akan pentingnya kesadaran dan literasi terkait kelainan sistem pertahanan tubuh sebagai upaya pencegahan.
3. Peserta didik mengomunikasikan hasil penugasan dalam aktivitas 5.9 secara berkelompok. Aktivitas ini dapat dilanjutkan pada pertemuan berikutnya (sesuai kebutuhan) jika tidak cukup hanya satu pertemuan untuk mempresentasikan hasil kerja setiap kelompok.
4. Guru dan peserta didik mengelaborasi dan menyimpulkan hasil pembelajaran pada pertemuan ini dengan turut mengingatkan untuk senantiasa bersyukur atas nikmat struktur dan fungsi tubuh yang sehat sebagai karunia Tuhan YME.

### Kegiatan Penutup

#### (Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran)

Guru mengajukan pertanyaan reflektif tentang apa saja yang telah peserta didik pelajari dalam pembelajaran tersebut. Lakukan pelibatan peserta didik secara acak untuk mengemukakan pendapat mereka.

#### (Tindak Lanjut Pembelajaran)

1. Bagi peserta didik yang masih belum memahami materi yang telah dipelajari maka guru memfasilitasi diskusi di luar kelas.
2. Bagi peserta didik yang telah memahami materi maka akan diberikan pengayaan terkait materi yang perlu dipelajari untuk pertemuan selanjutnya yang juga dilakukan di luar kelas.

## D. Interaksi dengan Orang Tua

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua terkait penugasan yang diberikan kepada anaknya. Ketika peserta didik mendapat tugas untuk mencari informasi di internet, diharapkan orang tua juga ikut mengawasi. Selain itu, Guru dapat menginformasikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab.

## E. Refleksi Guru

Guru perlu melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan pada bab ini untuk menemukan hal-hal yang menjadi kendala untuk diperbaiki pada pembelajaran selanjutnya. Guru juga perlu melakukan refleksi terhadap konsep-konsep yang sulit dipahami siswa dan cenderung menjadi miskonsepsi untuk dicatat dan ditekankan pada pembelajaran selanjutnya.

## F. Asesmen/Penilaian

### 1. Penilaian Saat Pembelajaran (Formatif)

Jenis	Bentuk	Teknik	Aktivitas
Pengetahuan	Tes	Tes tertulis	Latihan 5.1, 5.2, dan 5.3
Pengetahuan	Non Tes	Penugasan, LKPD	Aktivitas 5.3, 5.5, 5.7 Aktivitas 5.1, 5.3, 5.5, dan 5.8
Keterampilan	Non Tes	Asesmen kinerja, lembar observasi	Aktivitas 5.2, 5.4, 5.6, 5.9, dan 5.10
Sikap	Non Tes	Lembar observasi, catatan anekdot	Observasi pada aktivitas sesuai kebutuhan guru.

### 2. Penilaian Setelah Pembelajaran (Sumatif)

Jenis	Bentuk	Aktivitas
Pengetahuan	Tes tertulis	Seluruh aktivitas yang berorientasi pada pengukuran pengetahuan peserta didik

### 3. Instrumen Penilaian

Contoh lembar observasi penilaian kinerja praktikum Aktivitas 5.4

No.	Aktivitas	Ya/Tidak
1.	Merumuskan tujuan kegiatan dengan bahasa sendiri.	
2.	Menentukan bahan uji yang sesuai.	
3.	Menggunakan alat dan bahan secukupnya.	

No.	Aktivitas	Ya/Tidak
4.	Menuliskan hasil uji dengan jelas sesuai dengan kebenaran konsep.	
5.	Menjawab pertanyaan sesuai dengan hasil praktikum dan kebenaran konsep.	
6.	Merumuskan kesimpulan yang sesuai hasil praktikum.	
<b>Skor Total</b>		

Contoh rubrik penilaian poster dalam Aktivitas 5.10

Aspek	Skor		
	3	2	1
Kejelasan informasi	Memenuhi 3 kriteria: Isi teks singkat, padat informasi dan jelas keterbacaanya.	Isi poster hanya memenuhi sebagian besar kriteria kejelasan informasi.	Isi poster hanya memenuhi sebagian kecil kriteria kejelasan informasi.
Kebenaran konsep biologi	Penjelasan penyakit dan pencegahannya sesuai dengan konsep biologi yang benar.	Hanya salah satu aspek yang sesuai dengan konsep biologi yang benar.	Poster tidak sesuai dengan konsep biologi yang benar.
Desain	Memenuhi kriteria: warna yang menarik, komponen yang proporsional dan inti informasi menjadi perhatian utama.	Isi poster hanya memenuhi sebagian besar kriteria desain yang baik.	Isi poster hanya memenuhi sebagian kecil kriteria desain yang baik.

*Keterangan : 3 = baik, 2 = cukup baik, 1 = kurang*

### Kunci Jawaban Aktivitas 5.1

Pada Aktivitas 5.1 peserta didik menganalisis informasi pada infografis. Perlu diperhatikan agar guru dapat memandu proses analisis dilakukan dengan memerhatikan informasi secara terperinci.

**Panduan jawaban:**

No.	Pernyataan	Fakta	Opini
1.	Laki-laki lebih berisiko terserang Tuberculosis dibandingkan perempuan.	√	
2.	Pneumonia lebih banyak menimbulkan kematian pada perempuan dibandingkan pada laki-laki.		√
3.	Lima penyebab kematian tertinggi di Indonesia dapat dihindari dengan pola hidup sehat.		√
4.	Minimnya jenis penyakit infeksi pada daftar penyebab kematian di Indonesia menunjukkan risiko penularan yang rendah.		√
5.	Stroke adalah penyakit non-infektif yang paling mematikan di Indonesia.	√	

**Kunci Jawaban Aktivitas 5.2**

Pada aktivitas 5.2 peserta didik melakukan observasi yang dapat dilakukan secara mandiri maupun kelompok (sesuaikan dan kondisi dan pertimbangan guru). Guru memfasilitasi proses observasi dengan menyediakan alat bantu, dalam hal ini kaca pembesar (lup). Peserta didik juga dimungkinkan untuk melakukan observasi dengan indera lainnya (tidak hanya dilihat), seperti diraba atau dibau. Guru memastikan peserta didik melakukan observasi dengan aman.

**Panduan jawaban:**

No.	Struktur	Ciri Teramati	Fungsi
1.	Pori-pori	Lubang kecil di sekitar rambut.	Pengeluaran keringat yang mengandung lisozim.
2.	Rambut	Berwarna kehitaman, bentuk seperti batang kecil, meruncing di bagian ujung.	Membantu menjaga suhu tubuh.
3.	Warna kulit	Sesuai dengan warna kulit peserta didik.	Melindungi kulit dari radiasi UV.
4.	Lipatan kulit	Berlipat-lipat dan bercelah.	Membantu

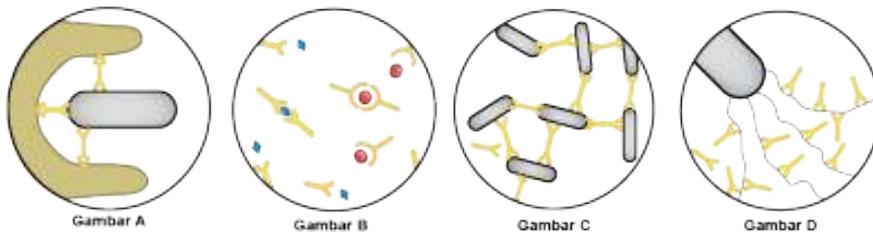


**Gambar 5.7** Pori-pori dan lipatan pada kulit manusia

Sumber : Smith (2016)

### Kunci Jawaban Aktivitas 5.3

Pada Aktivitas 5.3 peserta didik mengidentifikasi reaksi antibodi berdasarkan gambar ilustrasi dan menyesuaikannya dengan deskripsi yang tepat. Guru perlu mengaitkan aktivitas dengan materi pembelajaran tentang interaksi antigen dan antibodi.



Deskripsi Reaksi Antibodi	Nomor Gambar
Antibodi bergabung dengan virus dan racun bakteri yang mencegahnya memasuki atau merusak sel	<b>B</b>
Antibodi menempel pada flagela bakteri membuatnya kurang aktif dan lebih mudah ditelan oleh fagosit	<b>D</b>
Antibodi melapisi bakteri, membuatnya lebih muda bagi fagosit untuk menelannya	<b>A</b>
Antibodi dengan beberapa situs pengikatan antigen menyebabkan aglutinasi (penggumpalan) bakteri yang mengurangi kemungkinan penyebaran keseluruhan tubuh	<b>C</b>

### Kunci Jawaban Aktivitas 5.4

Pada Aktivitas 5.4 peserta didik melakukan aktivitas praktikum pengujian golongan darah. Aktivitas ini melibatkan penggunaan sampel darah peserta didik. Untuk memastikan protokol kesehatan penggunaan sampel darah dilakukan, guru perlu memastikan :

1. Pastikan sukarelawan yang bersedia diambil sampel darahnya tidak dalam kondisi sakit, khususnya sakit infeksi, juga tidak memiliki riwayat penyakit menular dan kelainan darah (hemofilia dll).
2. Penyediaan kapas antiseptik atau kapas yang telah diberi alkohol 70% untuk mengusap bagian ujung jari sebelum dan setelah pengambilan sampel darah
3. Menggunakan jarum lanset (pengambil sampel darah) yang steril dan hanya satu kali pakai
4. Sampah kapas dan jarum lanset bekas pakai tidak dibuang sembarangan, melainkan dimasukkan kedalam kantong plastik terpisah dari sampah lainnya. Jika dimungkinkan, guru dapat memusnahkan sampah medis tersebut dengan cara dibakar.

Guru harus memastikan peserta didik melakukan dengan sukarela, dan jika tidak terdapat sukarelawan diantara peserta didik, atau hal-hal teknis tidak dimungkinkan dilakukan, maka guru dapat menyiasati dengan uji golongan darah secara virtual, melakukan demonstrasi atau strategi pembelajaran lainnya. Adapun bentuk LKPD untuk aktivitas ini tersedia pada bagian lampiran di bawah!

#### Panduan jawaban:

No.	Nama	Penggumpalan		Golongan Darah
		Sampel + Serum Anti A	Sampel + Serum Anti B	
1	Siswa A	√	×	A
2	Siswi B	×	×	O
	dst.			

Jawaban pertanyaan :

1. Pola penggumpalan darah terhadap serum menjadi dasar penentuan golongan darah karena serum mendeteksi keberadaan antigen yang menjadi penanda jenis golongan darah
2. Kesimpulan percobaan menggambarkan hubungan antara reaksi penggumpalan dengan jenis golongan darah

### Kunci Jawaban Aktivitas 5.5

Pada Aktivitas 5.5 peserta didik melakukan aktivitas praktikum virtual menggunakan simulasi pengujian golongan darah pada tautan ini : <https://www.sciencefromscientists.org/game/bloodtype.html>.

Peserta didik melakukan aktivitas dengan mengakses simulasi virtual pada tautan, menuliskan hasil pengamatan pada LKPD dan menjawab pertanyaan.

### Gambaran jawaban hasil pengamatan

No.	Nama	Hasil Reaksi			Golongan Darah
		Antigen A	Antigen B	Antigen Rhesus	
1.	Nona Brown	×	×	×	O -
2.	Tuan Green	√	√	√	AB +
3.	Tuan Jones	×	√	×	B -
4.	Tuan Smith	√	×	√	A +

### Panduan jawaban:

No.	Pertanyaan	Kerangka Jawaban Benar
1.	Siapa yang dapat mendonorkan darahnya untuk Tuan Potter?	Tuan Smith
2.	Dapatkah kawan Tuan Potter mendapatkan donor dari kawan yang tipe rhesusnya sama walau tipe AB0 nya berbeda? Jelaskan jawaban Kalian!	Hal tersebut hanya dapat dilakukan jika pendonor bergolongan darah O + tapi sayangnya tidak ada kawan Tuan Potter dengan kriteria demikian.

### Kunci Jawaban Aktivitas 5.6

Pada Latihan 5.1 peserta didik diajak untuk mengulas kembali materi tentang dua tipe sel fagosit, yakni neutrofil dan makrofag. Guru diharapkan dapat mengulas jawaban peserta didik dan memastikan penguatan pemahaman terhadap materi tersebut.

#### Panduan jawaban:

No.	Faktor Pembeda	Neutrofil	Makrofag
1.	Jumlah	Banyak	Sedikit
2.	Durasi hidup	Lebih singkat (beberapa hari)	Lebih panjang (beberapa pekan bahkan bulan)
3.	Tempat pematangan	Sumsu tulang belakang	Jaringan tubuh
4.	Respon terhadap antigen	Neutrofil datang ke area terinfeksi dan memfagositosis patogen yang ditemui.	Makrofag bersiaga di jaringan dan akan melakukan fagositosis jika ada patogen yang datang.
5.	Hasil fagositosis	Serpihan patogen dibuang dari sel.	Serpihan patogen dipaparkan pada membran sel sebagai pengenalan bagi sel imun lain.

### Kunci Jawaban Aktivitas 5.7

Pada aktivitas 5.6 peserta didik melakukan kegiatan eksplorasi melalui observasi dari bagian luar tubuh yang menjadi letak dari kelenjar limfa. Observasi dilakukan dengan mengukur suhu permukaan tubuh tersebut. Guru sebelumnya perlu mengingatkan kembali atau mungkin mengenalkan letak kelenjar limfa pada tubuh manusia melalui gambar di buku siswa atau dari sumber di internet. Guru kemudian memandu peserta didik untuk menentukan 3 titik pengukuran. Pastikan:

- 2 titik pengukuran adalah bagian yang menjadi letak kelenjar limfa tapi yang mudah diukur suhunya. Titik yang disarankan adalah: lipatan ketiak, lipatan siku sebelah dalam, leher dan lipatan dalam lutut. Ada kemungkinan peserta didik mengusulkan pemilihan titik di selangangan,

walaupun memang di sana terletak kelenjar limfa, namun sebaiknya guru memberikan pengertian untuk tidak melakukan pengukuran suhu di bagian tersebut. Jika dilakukan, dikhawatirkan dapat memicu ketidaknyamanan dan persepsi yang tidak tepat.

- 1 titik lainnya adalah bagian kontrol (yang tidak terdapat kelenjar limfanya). Titik yang disarankan adalah telapak tangan

**Tabel 5.6** Hasil Pengukuran Suhu Beberapa Titik Tubuh

No.	Nama	Hasil pengukuran suhu (°C)			
		Suhu tubuh	Titik 1	Titik 2	Titik 3
1.	Siswa A				
2.	Siswa B				
3.	dst				

**Keterangan :**

Lokasi titik 1 = ....

Lokasi titik 2 = ....

**Kunci Jawaban Aktivitas 5.8**

**Panduan jawaban:**

No.	Pertanyaan	Kerangka Jawaban Benar
1.	Mengapa jumlah antibodi jumlah lebih banyak diproduksi setelah paparan patogen yang kedua?	Karena limfosit memori telah terbentuk sehingga dapat menstimulasi respon imun khususnya pembentukan antibodi dengan lebih cepat dan banyak
2.	Apa yang akan terjadi jika pada paparan kedua, patogen telah mengalami perubahan struktur tubuhnya? Apakah akan memicu respon humoral yang sama?	Jika perubahan struktur melibatkan perubahan antigen, maka tubuh akan meresponnya sebagai respon primer (dianggap antigen baru). Tapi jika masih dikenali sebagai antigen seperti pada respon primer sebelumnya, maka respon yang terjadi adalah respon sekunder.

## Kunci Jawaban Aktivitas 5.9

### Panduan jawaban:

No.	Pertanyaan	Kerangka Jawaban Benar
1.	Mengapa pengujian Covid-19 menggunakan swab antigen melibatkan respon antibodi?	Karena detektor alami antigen adalah antibodi.
2.	Dari berbagai tipe immunoglobulin, mengapa immunoglobulin G dan M yang diuji? Apa kaitannya dengan fungsi kedua antibodi tersebut?	Ig G dan Ig M banyak dibentuk sebagai respon terhadap infeksi primer dan sekunder.
3.	Mengapa tes swab antigen dianggap memiliki tingkat akurasi yang rendah dibanding tes lainnya, seperti tes PCR?	Swab antigen tidak mengidentifikasi jenis antigennya, hanya menyimpulkan dari respon antibodi. Sehingga sangat mungkin antigen yang terdeteksi tidak berasal dari virus yang spesifik. Respon antibodi juga dapat muncul dalam infeksi yang umum.

## Kunci Jawaban Aktivitas 5.10

Karakteristik	Sel B	Sel T
Membentuk sel sitotoksik	×	√
Membentuk sel memori	√	√
Melakukan fagitosis	×	×
Membentuk antibodi	√	×
Menjadi sel penyaji antigen	×	×
Membentuk sel plasma	√	×

## Aktivitas 5.11 Ayo Bekerja Sama

Peserta didik secara berkelompok melakukan pengumpulan data dengan teknik wawancara terkait tiga topik (*pilih salah satu*) berikut ini:

1. Kesadaran masyarakat pada pentingnya vaksinasi Covid-19 di lingkungan sekitar Kalian.
  2. Kondisi terkini gangguan sistem imun tubuh di masyarakat sekitar Kalian.
  3. Mitos dan fakta seputar alergi dan langkah efektif mengantisipasinya.
- Pada aktivitas ini guru berperan sebagai pembimbing dan pengarah jika peserta didik memerlukan konsultasi. Selibuhnya peserta didik melakukan aktivitas secara mandiri.

### Aktivitas 5.12 Ayo Berpikir Kreatif

Peserta didik menyusun poster secara berkelompok dan mempresentasikannya di hadapan kelas. Poster tersebut disusun berdasarkan informasi yang diperoleh dari Aktivitas 5.9. Rubrik penilaian poster terlampir pada instrumen asesmen di atas.

### Kunci Jawaban Uji Kompetensi

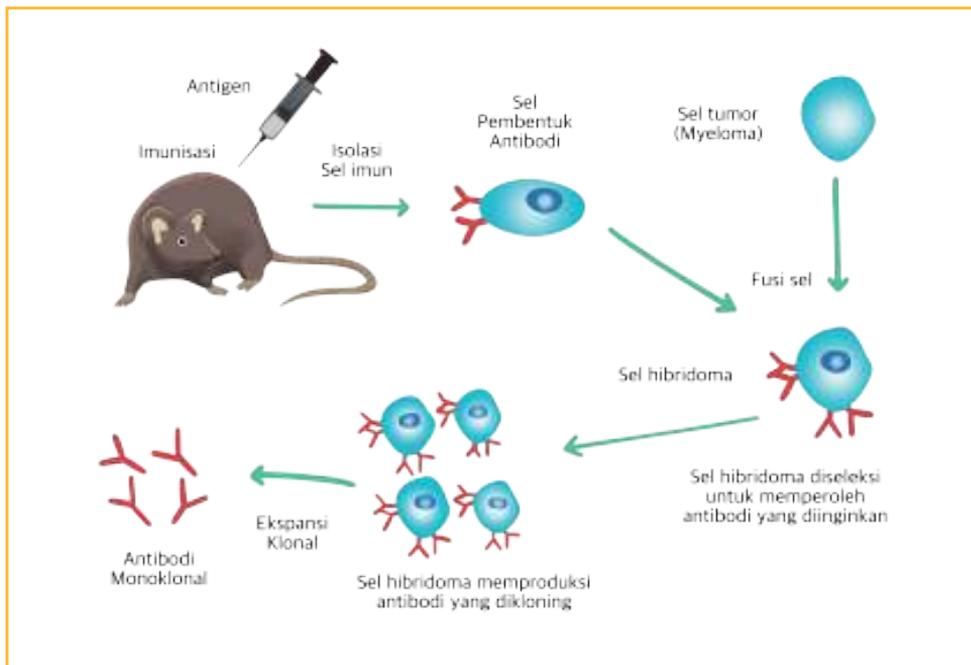
No.	Pernyataan	S	TS
1.	Perlu dosis paparan yang tepat agar sinar matahari dapat mengoptimalkan fungsi sistem imun tubuh.	√	
2.	Vitamin D diperlukan tubuh untuk membantu sistem imun dalam mengoptimalkan fungsi pengenalan spesifik terhadap antigen.		√
3.	Kebiasaan berjemur di bawah sinar matahari pagi tidak akan efektif jika tubuh dalam kondisi kekurangan vitamin D.	√	

4. Kunci jawaban: C

No.	Pernyataan	Fakta	Opini
5.	Semakin banyak dosis vaksin yang diterima seseorang, maka semakin rendah risiko kematiannya.	√	
6.	Vaksin booter efektif menurunkan angka kematian akibat Covid-19.	√	
7.	Tingginya angka kematian pada pasien yang belum di vaksin menunjukkan rendahnya kesadaran masyarakat pada vaksinasi.		√

8. Kunci jawaban: B

## G. Pengayaan



**Gambar 5.8** Teknik hibridoma

### Panduan jawaban:

1. Apa perbedaan antibodi biasa dengan antibodi monoklonal?

Jawaban:

Antibodi monoklonal dibuat untuk mengenali hanya satu tipe antigen saja, bisa jadi komponen patogen atau molekul lainnya.

2. Jelaskan bagaimana metode pembuatan antibodi monoklonal dapat mendukung manfaat dari terapi menggunakan antibodi tersebut!

Jawaban:

Dengan mengkultur sel hibridoma pada satu medium dengan satu tipe antigen, maka sel hibridoma akan membentuk antibodi yang spesifik yang lebih efektif dalam mengenali patogen yang spesifik pula.

## H. Lembar Kegiatan Peserta Didik

### LKPD Aktivitas 5.4

Nama : \_\_\_\_\_

Kelas : \_\_\_\_\_

### Apa Golongan Darahmu?

Tujuan kegiatan : \_\_\_\_\_

Hasil pengujian golongan darah :

No.	Nama	Penggumpalan		Golongan Darah
		Sampel + Serum Anti A	Sampel + Serum Anti B	
1				
2				
3				

Keterangan:  $\checkmark$  = menggumpal  $\times$  = tidak menggumpal

#### Jawaban pertanyaan :

1. Bagaimana pola penggumpalan pada praktikum ini dapat menentukan jenis golongan darah? Jelaskan

Jawaban : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Bagaimana kesimpulan dari praktikum ini?

Jawaban : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## LKPD Aktivitas 5.5

Nama : \_\_\_\_\_

Kelas : \_\_\_\_\_

### Mencari Pendonor Darah

Tujuan kegiatan : \_\_\_\_\_

Hasil pengujian golongan darah :

No.	Nama	Hasil Reaksi			Golongan Darah
		Antigen A	Antigen B	Antigen Rhesus	
1.	Nona Brown				
2.	Tuan Green				
3.	Tuan Jones				
4.	Tuan Smith				

Keterangan:  $\checkmark$  = menggumpal  $\times$  = tidak menggumpal

Jawaban pertanyaan :

1. Siapa yang dapat mendonorkan darahnya untuk Tuan Potter?

Jawaban : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Dapatkah kawan Tuan Potter mendapatkan donor dari kawan yang tipe rhesusnya sama walau tipe ABO nya berbeda? Jelaskan jawaban Kalian!

Jawaban : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## LKPD Aktivitas 5.6

Nama : \_\_\_\_\_

Kelas : \_\_\_\_\_

### Menyelidiki Kelenjar Limfa

Tujuan kegiatan : \_\_\_\_\_

Hasil pengujian golongan darah :

No.	Nama	Hasil pengukuran suhu (°C)			
		Suhu tubuh	Titik 1	Titik 2	Titik 3
1.					
2.					
3.					

Keterangan :

Lokasi titik 1 = ...

Lokasi titik 2 = ...

Jawaban pertanyaan :

1. Adakah perbedaan suhu terukur pada ketiga titik yang kalian tentukan?

Jawaban : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Adakah perbedaan suhu pada titik yang terdapat kelenjar limfa dengan titik yang tidak terdapat kelenjar tersebut? Mengapa demikian?

Jawaban : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## I. Bahan Bacaan Peserta Didik

Bahan bacaan pendukung untuk peserta didik mencakup beberapa penggalan teks artikel yang digunakan dalam aktivitas belajar di bab ini. Bahan bacaan peserta didik dapat dikembangkan dalam format cetak atau digital oleh guru. Adapun sumber bacaan tambahan yang disarankan untuk peserta didik digunakan disajikan pada Tabel 5.7.

**Tabel 5.7** Bahan Bacaan Tambahan Peserta Didik untuk Bab 5

No.	Jenis	Topik	Sumber / Tautan
1	Buku	Biologi dasar	Biologi Campbell Reece, J. B., Taylor, M. R., Simon, E. J., & Dickey, J. L. (2012). <i>Campbell biology: concepts &amp; connections</i> (p. 779). San Francisco, CA: Benjamin Cummings.
2	E-book	Biologi dasar	<a href="https://core.ac.uk/download/pdf/127438218.pdf">https://core.ac.uk/download/pdf/127438218.pdf</a>

## J. Bahan Bacaan Guru

Bahan bacaan pendukung untuk guru dapat menggunakan beragam sumber yang kredibel misal buku teks terbitan perguruan tinggi atau penerbit buku sains ternama yang membahas pokok materi pada bab ini, yaitu segala aspek tentang sistem pertahanan tubuh manusia dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Beberapa artikel atau penggalan teks yang digunakan sebagai bahan bacaan peserta didik di buku teks juga harus dipahami sebelumnya oleh guru. Beberapa buku teks Biologi yang digunakan sebagai literatur dan ada di daftar pustaka buku teks dapat menjadi pilihan bacaan guru. Adapun sumber bacaan tambahan yang disarankan untuk guru gunakan disajikan pada Tabel 5.8.

**Tabel 5.8** Bahan Bacaan Tambahan Guru untuk Bab 5

No.	Jenis	Topik	Sumber / Tautan
1	Buku	Biologi dasar	Biologi Campbell Reece, J. B., Taylor, M. R., Simon, E. J., & Dickey, J. L. (2012). Campbell biology: concepts & connections (p. 779). San Francisco, CA: Benjamin Cummings.
2	E-book	Biologi dasar	<a href="https://core.ac.uk/download/pdf/127438218.pdf">https://core.ac.uk/download/pdf/127438218.pdf</a>
3	E-book	Anatomi fisiologi manusia	1. <a href="http://s.id/1r05i">s.id/1r05i</a> 2. <a href="http://bppsdmk.kemkes.go.id/pusdiksdmk/wp-content/uploads/2017/08/Anatomi-dan-Fisiologi-Manusia-Komprehensif.pdf">http://bppsdmk.kemkes.go.id/pusdiksdmk/wp-content/uploads/2017/08/Anatomi-dan-Fisiologi-Manusia-Komprehensif.pdf</a>

### **Panduan Keselamatan Kerja selama Aktivitas**

1. Siapkan perlengkapan pertolongan pertama keselamatan di laboratorium dan pastikan kesediaan peralatan tersebut.
2. Pastikan siswa mengetahui cara penggunaan alat dan bahan untuk kegiatan praktikum.
3. Awasi peserta didik apabila menggunakan bersumber daya listrik dan alat bahan berbahaya.
4. Mintalah peserta didik untuk berhati-hati saat melaksanakan praktikum dan tidak bercanda di laboratorium.
5. Khusus untuk aktivitas yang melibatkan sampel segar khususnya yang berasal dari tubuh hewan dan manusia (seperti darah) pastikan penerapan protocol kesehatan diterapkan dengan menerapkan prinsip aseptik untuk mencegah penularan penyakit. Serta dengan memerhatikan penanganan limbah medis yang benar dengan tidak dicampur bersama sampah lainnya..

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi  
Republik Indonesia, 2022  
Buku Panduan Guru Biologi untuk SMA/MA Kelas XI  
Penulis: Rini Solihat, dkk.  
ISBN: 978-602-427-895-3



## **Bab 6**

# **Mobilitas pada Manusia**

*Sumber gambar: pixabay.com/pexels (2016)*

## A. Pendahuluan

### Tujuan Pembelajaran

---

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta didik diharapkan mampu:

- a. Merumuskan pertanyaan tentang keterkaitan organ dalam sistem saraf dengan fungsinya.
- b. Merencanakan penyelidikan tentang keterkaitan organ dalam sistem saraf dengan fungsinya.
- c. Menganalisis kelainan atau gangguan pada sistem saraf melalui penafsiran informasi atau data.
- d. Mengajukan hipotesis tentang keterkaitan organ dalam sistem gerak dengan fungsinya melalui hasil pengamatan.
- e. Menganalisis kelainan atau gangguan pada sistem gerak melalui penafsiran informasi atau data.
- f. Menganalisis keterkaitan antara sistem gerak dan sistem saraf berdasarkan data hasil penyelidikan pada artikel ilmiah tentang kondisi gangguan atau kelainan pada manusia.

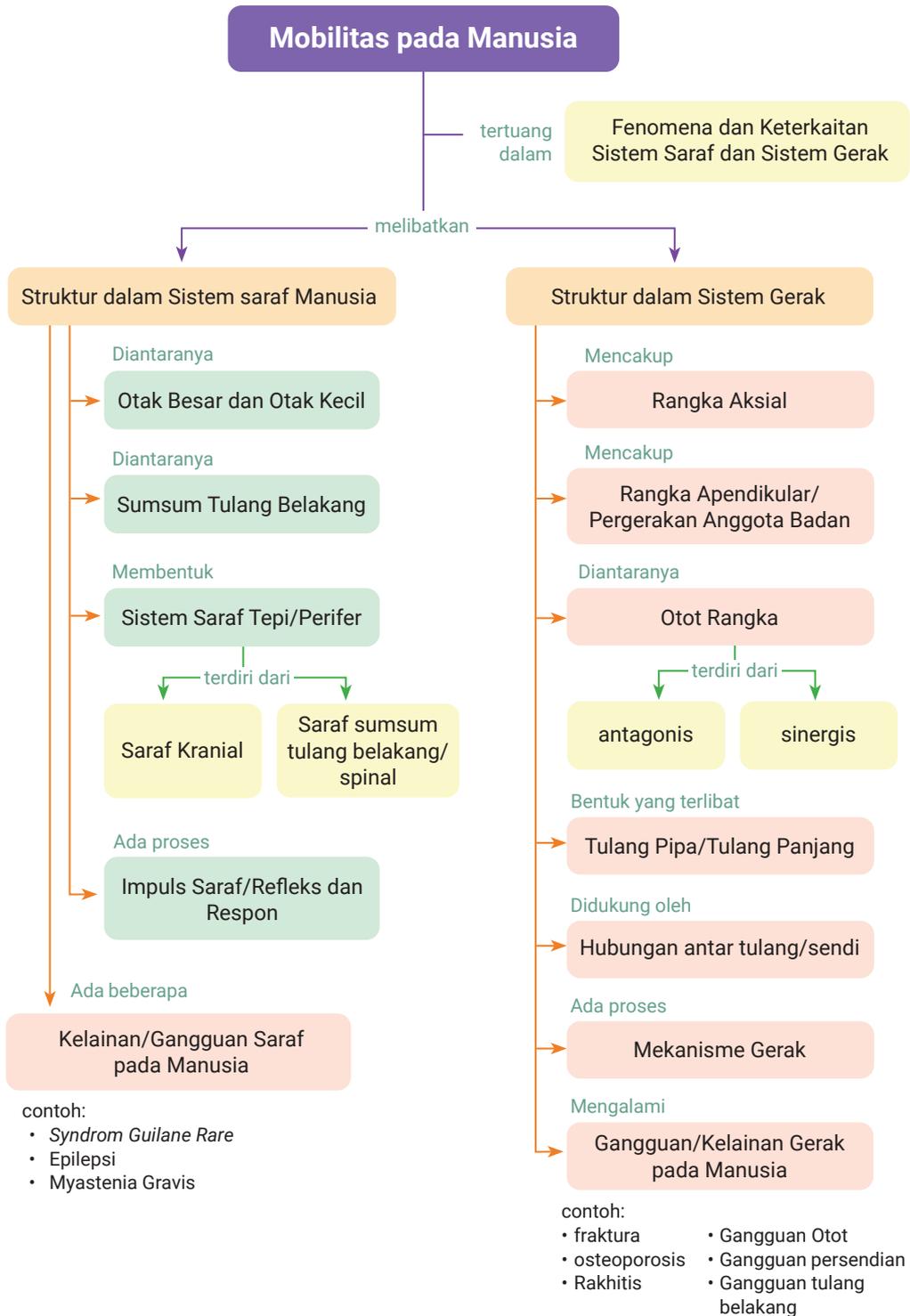
### Pokok Materi dan Hubungan antara Pokok Materi Tersebut dalam Mencapai Tujuan Pembelajaran

---

Pembelajaran mobilitas pada manusia merupakan lanjutan dari pembelajaran fisiologi tubuh manusia yang lain, diantaranya pembelajaran sistem pencernaan dalam membawa nutrisi untuk pergerakan, sistem pernapasan dalam membawa gas O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> dalam respirasi sel untuk kontraksi otot serta sistem peredaran darah dalam membawa nutrisi serta peredaran gas yang diperlukan dalam proses mobilitas, selain proses mobilitas yang akan dibahas di bab ini, keterkaitan dengan pelajaran lain diantaranya adalah dengan peredaran kimia, diantaranya ion K<sup>+</sup> Na<sup>+</sup> dalam impuls dan senyawa ATP yang diperlukan dalam kontraksi dan tekanan zat dan proses penyaluran impuls listrik dalam saraf yang terdapat pada materi fisika.

Kaitan pembelajaran mobilitas pada manusia dengan Profil Pelajar Pancasila ini adalah mengedepankan dimensi bertakwa kepada Tuhan YME serta berakhlak mulia, bernalar kritis, kreatif, gotong royong, dan mandiri yang terintegrasi dalam beberapa aktifitas pembelajaran untuk mencapai kompetensi keterampilan proses dalam bab ini.

## Peta Konsep



## Gambaran Umum Bab

---

Manusia memiliki fungsi fisiologi tubuh yang saling berinteraksi dan bekerjasama termasuk didalamnya adalah proses mobilitas yang terdiri dari sistem gerak dan sistem saraf. Proses mobilitas ini ditunjang oleh organ-organ penyusun sistem saraf, diantaranya otak, sumsum tulang belakang, dimana didalamnya ada pembahasan sistem saraf pusat dan sistem saraf tepi termasuk proses penjalaran impuls dan refleks. Sedangkan pada subbab sistem gerak ini pembahasan meliputi hal yang berhubungan langsung dengan proses mobilitas, diantaranya adalah pengenalan jenis tulang, yang dikhususkan tulang pipa untuk pergerakan, begitupun rangka dibahas sekilas tentang rangka aksial, tetapi memperdalam fungsi rangka apendikular, termasuk didalamnya persendian dan mekanisme gerak otot yang mendukung pergerakan, tentunya dihubungkan dengan pembahasan keterkaitan fenomena dalam proses mobilitas yang meliputi kelainan, gangguan atau penyakit.

Materi mobilitas pada manusia diajarkan dalam 25 jam pelajaran, yang disebarkan kurang lebih 10 pertemuan. Pada pertemuan pertama siswa melakukan pembelajaran pengenalan organ sistem saraf dan peran dalam mobilitas (otak besar). Pada pertemuan kedua siswa melakukan analisis dan pembahasan pengenalan organ sistem saraf dan peran dalam mobilitas (otak kecil). Pada pertemuan ketiga siswa melakukan pembahasan pengenalan organ sistem saraf dan peran dalam mobilitas (sumsum tulang belakang). Pada pertemuan keempat siswa melakukan pembahasan pengenalan organ sistem saraf dan peran dalam mobilitas (saraf tepi). Pada pertemuan kelima siswa melakukan pembahasan proses penjalaran impuls saraf/refleks dalam sel saraf. Pada pertemuan keenam siswa melakukan pembahasan lengkung refleks. Pada pertemuan ketujuh siswa melakukan pembahasan rangka manusia sebagai alat gerak (tulang penyusun rangka). Pada pertemuan kedelapan siswa melakukan pembahasan hubungan antar tulang dan struktur otot. Pada pertemuan kesembilan siswa melakukan pembahasan mekanisme gerak. Pada pertemuan kesepuluh siswa melakukan pembahasan fenomena keterkaitan sistem saraf dan sistem gerak.

Kemampuan peserta didik untuk aspek tertentu dinilai selama kegiatan pembelajaran. Kemampuan peserta didik secara konseptual dinilai melalui tes dan non-tes berdasarkan hasil diskusi dan membaca pada Aktivitas 6.1, Aktivitas 6.2, Aktivitas 6.3, Aktivitas 6.4, Aktivitas 6.5, Aktivitas 6.6, Aktivitas 6.7, Aktivitas 6.8, Aktivitas 6.9, Aktivitas 6.10, Aktivitas 6.11, Aktivitas 6.12, Aktivitas 6.13, Aktivitas 6.14, Aktivitas 6.15, dan Aktivitas 6.16. Keterampilan

siswa dinilai selama siswa melaksanakan Aktivitas 6.2, Aktivitas 6.3, Aktivitas 6.4, Aktivitas 6.7, Aktivitas 6.8, Aktivitas 6.10, Aktivitas 6.12, dan Aktivitas 6.13. Selain itu, aspek sikap siswa juga dinilai selama kegiatan pembelajaran berdasarkan hasil observasi guru.

## B. Skema Pembelajaran

### 1. Subbab: Struktur dan Fungsi pada Sistem Saraf

Alokasi waktu: 6 Kali Pertemuan/ 15 Jam Pelajaran

Tabel 6.1 Skema Pembelajaran Materi Organ dan Fungsi pada Sistem Saraf

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu per unit (menit)	Pokok-pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
Peserta didik mampu merumuskan pertanyaan tentang keterkaitan organ dalam sistem saraf dengan fungsinya.	90	Pengantar materi mobilitas, mengaitkan fakta suatu kejadian saraf kejepit dengan proses mobilitas	Mencermati tautan Youtube tentang saraf kejepit dan menganalisis bagian saraf yang terganggu dan penyebab saraf kejepit.	Asesmen Formatif: Tes Lisan dan Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan).
Peserta didik mampu merencanakan penyelidikan tentang keterkaitan organ dalam sistem saraf dengan fungsinya.	90	Keterkaitan organ dengan fungsi sistem saraf.	Mengajukan beberapa pertanyaan setelah mengamati beberapa torso bentuk otak dan sumsum tulang belakang yang dihubungkan dengan fungsi dalam sistem saraf.	Asesmen Formatif: Tes Lisan Tes Kinerja dan Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan).

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu per unit (menit)	Pokok-pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
Peserta didik mampu menganalisis kelainan atau gangguan pada sistem saraf melalui penafsiran informasi atau data.	90	Organ dan fungsi dalam sistem saraf manusia (otak besar)	Mengamati gambar bagian-bagian otak besar dan melakukan penyelidikan sederhana melalui laboratorium virtual tentang bagian dan pergerakan neuron di otak besar serta menganalisis hasil pengamatan gambar bentuk organ otak besar dari laboratorium virtual dan gambar 2 dimensi yang dihubungkan dengan fungsinya.	Asesmen Formatif: Tes Lisan ,Tes Kinerja dan Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan) dan Hasil Proyek Sederhana.
	90	Organ dan Fungsi dalam Sistem Saraf Manusia (Otak Kecil)	Mengamati gambar bagian-bagian otak kecil dan mengajukan pertanyaan dari suatu kasus serta menganalisis hasil pengamatan bentuk otak kecil yang dihubungkan dengan fungsinya	Asesmen Formatif: Tes Lisan dan Tulisan, Tes Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan), dan Portofolio.
	45	Organ dan Fungsi dalam Sistem Saraf Manusia (Sumsum Tulang Belakang)	Mengidentifikasi struktur, bagian dan fungsi sumsum tulang belakang melalui proses pengamatan gambar yang disajikan.	Asesmen Formatif: Tes Lisan dan Portofolio.

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu per unit (menit)	Pokok-pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
	90	Organ dan Fungsi dalam Sistem Saraf Manusia (Sistem Saraf Tepi, letak jenis-jenis neuron dan struktur neuron)	Mengidentifikasi Macam sistem saraf tepi yang termasuk saraf kranial dan saraf tulang belakang serta letak struktur neuron melalui pengamatan laboratorium virtual sel saraf.	Asesmen Formatif: Tes Lisan atau Tulisan, Tes Kinerja dan Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan).
	90	Proses Penjalaran Impuls Saraf/ Refleks dalam Sel Saraf	Memahami proses penjalaran impuls melalui pengamatan gambar mekanisme potensial aksi pada neuron	Asesmen Formatif: Tes Lisan atau Tulisan, Tes Kinerja dan Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan).
	90	Lengkung dan Respon Refleks	Memahami proses lengkung refleks melalui pelaksanaan kegiatan praktikum refleks pada manusia dan membuat laporan sederhana kegiatan praktikum refleks pada manusia.	Asesmen Formatif: Tes Lisan atau Tulisan, Tes Kinerja dan Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan), Proyek dan Portofolio.

**Tabel 6.2 Alternatif Skema Pembelajaran Materi Organ dan Fungsi pada Sistem Saraf**

Tujuan Pembelajaran	alokasi waktu per unit (menit)	Pokok-pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
Peserta didik mampu merumuskan pertanyaan tentang keterkaitan organ dalam sistem saraf dengan fungsinya.	90	Pengantar materi mobilitas, mengaitkan fakta suatu kejadian saraf kejepit dengan proses mobilitas	Mencermati tautan <i>Youtube</i> tentang saraf kejepit dan menganalisis bagian saraf yang terganggu dan penyebab saraf kejepit.	Asesmen Formatif: Tes Lisan dan Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan).
Peserta didik mampu merencanakan penyelidikan tentang keterkaitan organ dalam sistem saraf dengan fungsinya.	90	Keterkaitan organ dengan fungsi sistem saraf.	Mengajukan beberapa pertanyaan setelah mengamati beberapa torso bentuk otak dan sumsum tulang belakang yang dihubungkan dengan fungsi dalam sistem saraf.	Asesmen Formatif: Tes Lisan Tes Kinerja dan Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan).
Peserta didik mampu menganalisis kelainan atau gangguan pada sistem saraf melalui penafsiran informasi atau data.	90	Organ dan fungsi dalam sistem saraf manusia (otak besar)	Mengamati gambar bagian-bagian otak besar dan melakukan penyelidikan sederhana melalui laboratorium virtual tentang bagian dan pergerakan neuron di otak besar serta menganalisis hasil pengamatan gambar bentuk organ otak besar dari laboratorium virtual dan gambar 2 dimensi yang dihubungkan dengan fungsinya.	Asesmen Formatif: Tes Lisan ,Tes Kinerja dan Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan) dan Hasil Proyek Sederhana.

Tujuan Pembelajaran	alokasi waktu per unit (menit)	Pokok-pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
	90	Organ dan Fungsi dalam Sistem Saraf Manusia (Otak Kecil)	Mengamati gambar bagian-bagian otak kecil dan mengajukan pertanyaan dari suatu kasus serta menganalisis hasil pengamatan bentuk otak kecil yang dihubungkan dengan fungsinya	Asesmen Formatif: Tes Lisan dan Tulisan, Tes Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan), dan Portofolio.
	90	Organ dan Fungsi dalam Sistem Saraf Manusia (Sistem Saraf Tepi, letak jenis-jenis neuron dan struktur neuron)	Mengidentifikasi Macam sistem saraf tepi yang termasuk saraf kranial dan saraf tulang belakang serta letak struktur neuron melalui pengamatan laboratorium virtual sel saraf.	Asesmen Formatif: Tes Lisan atau Tulisan, Tes Kinerja dan Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan).
	90	Lengkung dan Respon Refleks	Memahami proses lengkung refleks melalui pelaksanaan kegiatan praktikum refleks pada manusia dan membuat laporan sederhana kegiatan praktikum refleks pada manusia.	Asesmen Formatif: Tes Lisan atau Tulisan, Tes Kinerja dan Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan), Proyek dan Portofolio.

## 2. Subbab: Struktur, Fungsi, dan Kelainan serta Gangguan pada Sistem Gerak

Alokasi waktu: 3 Kali Pertemuan/7 Jam Pelajaran

**Tabel 6.3 Skema Pembelajaran Materi Organ, Fungsi, dan Kelainan serta Gangguan pada Sistem Gerak**

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu per unit (Menit)	Pokok-pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
Peserta didik mampu mengajukan hipotesis tentang keterkaitan organ dalam sistem gerak dengan fungsinya melalui hasil pengamatan.  Peserta didik mampu menganalisis kelainan atau gangguan pada sistem gerak melalui penafsiran informasi atau data.	45	Rangka manusia sebagai alat gerak (tulang penyusun rangka dan bentuk tulang)	Memahami struktur penyusun rangka manusia dan bentuk tulang melalui pengamatan gambar yang disajikan	Asesmen Formatif: Tes Lisan, Tes Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan), dan Portofolio.
	45	Macam-macam rangka (rangka aksial)	Memahami struktur penyusun rangka aksial melalui pengamatan gambar rangka aksial yang disajikan	Asesmen Formatif: Tes Lisan, Tes Kinerja dan Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan).
	45	Macam-macam rangka (rangka apendikular)	Memahami struktur penyusun rangka apendikular melalui pengamatan gambar rangka apendikular yang disajikan dan memberikan hipotesis yang berhubungan dengan contoh kelainan fraktura pada manusia.	Asesmen Formatif: Tes Lisan atau Tulisan, Tes Kinerja dan Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan), dan Portofolio.

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu per unit (Menit)	Pokok-pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
	45	Hubungan antar tulang (jenis-jenis sendi)	Memahami hubungan antar tulang melalui deskripsi beberapa sendi dan gangguan pada sendi yang disajikan.	Asesmen Formatif: Tes Lisan, Tes Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan).
	45	Struktur otot (struktur dan sifat kerja otot)	Memahami struktur otot melalui pengamatan gambar struktur otot yang disajikan dan mengidentifikasi sifat kerja otot melalui fakta yang ditemukan pada beberapa pergerakan otot yang disajikan.	Asesmen Formatif: Tes Lisan atau Tulisan, dan Portofolio.
	45	Mekanisme gerak otot dan gangguannya	Memahami mekanisme gerak otot melalui pengamatan gambar atau skema struktur otot yang bergerak yang disajikan dan mengidentifikasi beberapa gangguan otot yang mungkin terjadi.	Asesmen Formatif: Tes Lisan atau Tulisan, dan Portofolio.
	45	Contoh mekanisme pergerakan otot dan gangguan otot	Memahami proses lumpuh yang mengganggu proses pergerakan dan mengidentifikasi neurofisiologi dan neurotoksik dalam pergerakan otot.	Asesmen Formatif: Tes Lisan atau Tulisan, Tes Kinerja dan Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan).

### 3. Subbab: Fenomena dan Keterkaitan Sistem Saraf dan Sistem Gerak Manusia

**Alokasi Waktu: 1 Kali Pertemuan/3 Jam Pelajaran**

**Tabel 6.4 Skema Pembelajaran Materi Fenomena dan Keterkaitan Sistem Saraf dan Sistem Gerak Manusia**

Tujuan Pembelajaran	alokasi waktu per unit (menit)	Pokok-pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
Peserta didik mampu menganalisis keterkaitan antara sistem gerak dan sistem saraf berdasarkan data hasil penyelidikan pada artikel ilmiah tentang kondisi gangguan atau kelainan pada manusia	45	Keterkaitan mobilitas sistem saraf dan sistem gerak pada suatu contoh penyakit: stroke	Memahami keterkaitan sistem saraf dan sistem gerak dalam proses mobilitas dalam contoh kasus stroke.	Asesmen Formatif: Tes Lisan atau Tulisan, Tes Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan), dan Portofolio.
	45	Contoh lain kasus dan pembahasan data dan hasil penelitian tentang penyakit stroke	Mengidentifikasi keterkaitan sistem saraf dan sistem gerak dalam proses mobilitas dari data dan fakta informasi teks serta artikel hasil penyelidikan atau penelitian.	Asesmen Formatif: Tes Tulisan, Tes Kinerja dan Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan), dan Portofolio.
	45	Pembahasan penyakit atau gangguan lain seperti parkinson, poliomyelitis dan distonia	Mengidentifikasi penyakit atau gangguan lain seperti parkinson, poliomyelitis dan dystonia berdasarkan eksplorasi konsep dari internet dan sumber lain yang terpercaya yang dilanjutkan dengan diskusi bersama teman dan guru.	Asesmen Formatif: Tes Tulisan, Tes Kinerja dan Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan), dan Portofolio.

## C. Prosedur Kegiatan Pembelajaran

### 1. Subbab: Struktur dan Fungsi pada Sistem Saraf Alokasi Waktu: 6 Kali Pertemuan/15 Jam Pelajaran

#### a. Pertemuan 1: Kegiatan 1 (3 JP)

##### 1) Persiapan mengajar

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempelajari terlebih dahulu mengenai materi Mobilitas pada manusia meliputi kombinasi sistem saraf dan sistem gerak berdasarkan buku teks yang terpercaya. Guru memastikan kompetensi yang harus dikuasai peserta didik melalui materi di bab ini.

##### 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

###### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen Diagnostik)

1. Arahkan peserta didik untuk memerhatikan gambar di halaman depan bab.
2. Mintalah peserta didik membaca pendahuluan bab.
3. Tanyakan kepada peserta didik mengenai gambar dan pendahuluan pada bab.
  - Aktifitas apa yang sedang dilakukan orang tersebut?
  - Apa hubungannya gambar tersebut dengan materi yang akan kita bahas sekarang?
4. Ajak peserta didik berpikir bahwa setiap manusia pasti harus bergerak yang merupakan kontribusi dari sistem saraf dan sistem gerak. Kemudian ajak peserta didik berpikir bahwa setiap manusia ketika melakukan pergerakan akan melibatkan kedua sistem tersebut secara sinergis dan memerlukan energi untuk pergerakan, serta melibatkan bagian-bagian yang kompleks sampai bisa terwujudnya gerakan yang harmonis pada manusia, contohnya seperti pada gambar.

###### Kegiatan Inti

1. Guru mengajak peserta didik dalam brainstorming proses mobilitas yang melibatkan sistem saraf dan sistem gerak
2. Guru mengajak peserta didik untuk mempelajari dan melaksanakan Aktivitas 6.1.
3. Guru meminta peserta didik untuk mengamati/menonton sesuai tautan Youtube yang diberikan dan berdiskusi dengan intensif dengan teman dan guru.

4. Guru meminta peserta didik untuk mencatat hal-hal penting setelah menonton tautan Youtube di Aktivitas 6.1,
5. Guru meminta peserta didik untuk mengemukakan jawaban dari pertanyaan yang ada di Aktivitas 6.1 saat diskusi kelompok.
6. Guru mengajak seluruh peserta didik untuk melaksanakan diskusi kelas untuk membahas jawaban pertanyaan pada Aktivitas 6.1.
7. Guru meminta peserta didik untuk mempelajari Aktivitas 6.2 untuk mempersiapkan pengamatan yang intensif.
8. Guru mengajak seluruh peserta didik untuk mengamati torso otak besar, otak kecil dan sumsum tulang belakang yang ada di laboratorium biologi.
9. Guru meminta peserta didik untuk mengajukan pertanyaan secara langsung dalam proses pengamatan torso.
10. Guru meminta peserta didik untuk mencatat hal-hal penting yang berhubungan dengan ciri dan karakteristik unik dari torso yang diamati.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi, Evaluasi, dan Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Ajaklah peserta didik untuk menarik kesimpulan mengenai pengetahuan awal proses mobilitas tentang kasus saraf kejepit dan kesimpulan awal hasil pengamatan torso otak dan sumsum tulang belakang.
2. Kemudian, ajaklah peserta didik merefleksi hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.

## **b. Pertemuan 1: Kegiatan 2 (Alternatif) (3 JP)**

### **1) Persiapan mengajar**

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempelajari terlebih dahulu mengenai materi Mobilitas pada manusia meliputi kombinasi sistem saraf dan sistem gerak berdasarkan buku teks yang terpercaya. Guru memastikan kompetensi yang harus dikuasai peserta didik melalui materi di bab ini.

### **2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)**

#### **Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen Diagnostik)**

1. Arahkan peserta didik untuk memerhatikan gambar di halaman depan bab.
2. Mintalah peserta didik membaca pendahuluan bab.

3. Tanyakan kepada peserta didik mengenai gambar dan pendahuluan pada bab.
  - Aktivitas apa yang sedang dilakukan orang tersebut?
  - Apa hubungannya gambar tersebut dengan materi yang akan kita bahas sekarang?
4. Ajak peserta didik berpikir bahwa setiap manusia pasti harus bergerak yang merupakan kontribusi dari sistem saraf dan sistem gerak. Kemudian ajak peserta didik berpikir bahwa setiap manusia ketika melakukan pergerakan akan melibatkan kedua sistem tersebut secara sinergis dan memerlukan energi untuk pergerakan, serta melibatkan bagian-bagian yang kompleks sampai bisa terwujudnya gerakan yang harmonis pada manusia, contohnya seperti pada gambar.

#### **Kegiatan Inti (Alternatif)**

1. Guru mengajak peserta didik dalam membangkitkan semangat belajar awal dengan ice breaking atau permainan sederhana agar badan bergerak untuk mengenalkan proses mobilitas.
2. Guru mengajak peserta didik untuk mempelajari dan melaksanakan Aktivitas 6.1.
3. Guru mengajak peserta didik untuk mengamati/menonton sesuai tautan Youtube yang diberikan dan berdiskusi dengan intensif dengan teman dan guru.
4. Guru meminta peserta didik untuk saling menceritakan isi youtube Bersama teman secara berpasangan setelah menonton tautan Youtube di Aktivitas 6.1.
5. Guru meminta salah satu peserta didik untuk mengemukakan jawaban dari pertanyaan yang ada di Aktivitas 6.1 saat diskusi kelompok kecil.
6. Mengajak seluruh peserta didik untuk melaksanakan pembahasan jawaban pertanyaan pada Aktivitas 6.1 dengan cara beberapa pasangan maju ke depan kelas untuk membahas jawaban yang akan saling melengkapi jawaban satu pasang dengan pasangan yang lain.
7. Guru meminta peserta didik untuk mempelajari Aktivitas 6.2 untuk mempersiapkan pengamatan yang intensif.
8. Guru mengajak seluruh peserta didik untuk mengamati proses demonstrasi oleh guru memperlihatkan torso otak besar, otak kecil dan sumsum tulang belakang yang ada di laboratorium biologi.
9. Guru meminta peserta didik untuk mencatat hal-hal penting yang berhubungan dengan ciri dan karakteristik unik dari torso yang diamati.

10. Guru meminta peserta didik untuk mengajukan beberapa pertanyaan setelah proses demonstrasi berlangsung dengan cara menuliskan dalam kertas dan diberikan ke guru untuk dibahas.

### **Kegiatan Penutup (Alternatif)**

#### **(Refleksi, Evaluasi, dan Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Ajaklah peserta didik untuk menarik kesimpulan mengenai pengetahuan awal proses mobilitas tentang kasus saraf kejepit dan kesimpulan awal hasil pengamatan torso otak dan sumsum tulang belakang.
2. Kemudian, ajaklah peserta didik merefleksi hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.

## **c. Pertemuan 2: Kegiatan 1 (2 JP)**

### **1) Persiapan mengajar**

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempersiapkan torso otak besar, otak kecil dan sumsum tulang belakang. Guru memastikan kompetensi yang harus dikuasai peserta didik melalui materi di bab ini.

### **2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)**

#### **Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen Diagnostik)**

1. Arahkan peserta didik untuk mengingat kembali hasil pengamatan torso otak besar, otak kecil dan sumsum tulang belakang di pertemuan sebelumnya.
2. Ajak peserta didik berpikir bagaimana struktur otak besar, otak kecil dan sumsum tulang belakang pada manusia menjalankan fungsinya.

#### **Kegiatan Inti**

1. Guru mengajak peserta didik untuk mengajukan pertanyaan setelah mencermati torso sesuai panduan Aktivitas 6.2.
2. Guru meminta peserta didik mengajukan pertanyaan dalam masing-masing kelompok sebanyak-banyaknya.
3. Guru meminta peserta didik dari perwakilan kelompok untuk mengungkapkan seluruh pertanyaan dalam diskusi kelas sesuai panduan Aktivitas 6.2.
4. Guru meminta seluruh peserta didik melakukan rekapitulasi pertanyaan setelah diskusi kelas.
5. Peserta didik bersama guru membandingkan struktur otak yang diamati langsung dari torso dengan gambar otak besar, otak kecil dan sumsum tulang belakang yang lengkap dengan fungsi.

6. Peserta didik melaksanakan diskusi kelas yang difasilitasi oleh guru dalam mengarahkan bentuk/struktur otak besar, otak kecil dan sumsum tulang belakang yang dihubungkan dengan fungsinya.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi, Evaluasi, dan Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Ajaklah peserta didik menyimpulkan kegiatan pembelajaran hari ini mengenai otak besar, otak kecil dan sumsum tulang belakang.
2. Kemudian, peserta didik juga diajak untuk merefleksi hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.

## **d. Pertemuan 3: Kegiatan 1 (3 JP)**

### **1) Persiapan mengajar**

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempelajari terlebih dahulu dan mengecek tautan-tautan laboratorium virtual, serta mencari sumber yang terpercaya tentang otak. Mempelajari aktivitas tremor dan gangguan otak pada manusia. Guru memastikan kompetensi yang harus dikuasai peserta didik melalui materi di bab ini.

### **2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)**

#### **Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen Diagnostik)**

1. Tanyakan kepada peserta didik mengenai:
2. Bagaimana struktur otak dan sumsum tulang belakang dapat berpengaruh pada fungsi?.
3. Ajak peserta didik untuk lebih memahami otak dan sumsum tulang belakang melalui pembelajaran 3 dimensi

#### **Kegiatan Inti**

1. Guru mengajak peserta didik untuk melaksanakan kegiatan 1 yang ada di Aktivitas 6.3, yaitu menggunakan laboratorium virtual tentang bagian-bagian otak.
2. Guru meminta peserta didik untuk menuliskan bagian-bagian otak lengkap pada Aktivitas 6.3 (Kegiatan 1).
3. Guru mengajak peserta didik untuk berdiskusi dalam kelompok atau dengan guru dalam memantapkan materi bagian-bagian otak pada Aktivitas 6.3 (Kegiatan 1).
4. Guru meminta peserta didik untuk membuat poster sederhana tentang skema otak sesuai pada Aktivitas 6.3 (Kegiatan 1).

5. Guru mengajak peserta didik untuk membuka tautan laboratorium virtual pada Aktivitas 6.3 (Kegiatan 2).
6. Guru meminta peserta didik untuk menulis secara sistematis proses pergerakan neuron di otak sesuai tuntutan pada Aktivitas 6.3 (Kegiatan 2).
7. Guru meminta peserta didik untuk melaksanakan diskusi kelompok dan kelas hasil dari Aktivitas 6.3 (Kegiatan 2).
8. Guru mengajak peserta didik untuk melaksanakan Aktivitas 6.4 dan menganalisis kasus tremor pada manusia.
9. Guru meminta peserta didik untuk menjelaskan cara pencegahan dan penyembuhan tremor.
10. Guru mengajak peserta didik dalam menganalisis struktur dan fungsi otak kecil dari gambar dan pengamatan yang telah dilakukan.
11. Guru mengajak peserta didik dalam menelaah kasus yang disajikan pada Aktivitas 6.5 yang berhubungan dengan gangguan otak.
12. Guru meminta peserta didik untuk mengajukan beberapa pertanyaan yang berhubungan dengan kasus otak pusat kesadaran.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi, Evaluasi, dan Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Ajaklah peserta didik menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini, mengenai struktur dan fungsi otak besar dan otak kecil berdasarkan pengamatan dan laboratorium virtual.
2. Selain itu, peserta didik diminta untuk merefleksi hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.

## **e. Pertemuan 4: Kegiatan 1 (2 JP)**

### **3) Persiapan mengajar**

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempelajari terlebih dahulu mengenai materi struktur sumsum tulang belakang, saraf kranial dan saraf spinal berdasarkan buku teks yang terpercaya. Guru menyiapkan alat peraga gambar sumsum tulang belakang. Guru memastikan kompetensi yang harus dikuasai peserta didik melalui materi di bab ini.

### **4) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)**

#### **Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen Diagnostik)**

Tanyakan kepada peserta didik mengenai:

1. Perbedaan struktur dan posisi otak besar dan otak kecil
2. Fungsi otak besar dan otak kecil?

### **Kegiatan Inti**

1. Guru mengajak peserta didik untuk mengidentifikasi gambar sumsum tulang belakang berdasarkan gambar yang disajikan.
2. Guru meminta peserta didik untuk menjelaskan kembali secara sistematis struktur sumsum tulang belakang.
3. Guru mengajak peserta didik untuk berdiskusi tentang struktur dan bagian-bagian yang terdapat dalam sumsum tulang belakang.
4. Guru meminta peserta didik untuk menelaah sistem saraf tepi/perifer.
5. Guru mengajak peserta didik untuk membedakan posisi, jumlah dan fungsi saraf kranial dan saraf spinal/saraf tulang belakang.
6. Guru meminta peserta didik untuk melaksanakan diskusi kelas perbedaan saraf kranial dan saraf spinal.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi, Evaluasi, dan Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Ajaklah peserta didik menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini, mengenai sumsum tulang belakang dan saraf tepi/perifer.
2. Selain itu, peserta didik diminta untuk merefleksi hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.

## **f. Pertemuan 5: Kegiatan 1 (3 JP)**

### **1) Persiapan mengajar**

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempelajari terlebih dahulu mengenai tautan-tautan laboratorium virtual dalam setiap aktivitas, mempelajari materi sistem saraf dan bagiannya pada manusia berdasarkan buku teks yang terpercaya. Guru memastikan kompetensi yang harus dikuasai peserta didik melalui materi di bab ini.

### **2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)**

#### **Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen Diagnostik)**

1. Tanyakan kepada peserta didik tentang sumsum tulang belakang.
2. Ajak peserta didik untuk mengingat perbedaan saraf kranial dan spinal dalam sistem saraf tepi/perifer.

### **Kegiatan Inti**

1. Guru mengajak peserta didik untuk mempelajari struktur sel saraf dan proses yang terjadi dalam sel saraf melalui tautan laboratorium virtual yang ada pada Aktivitas 6.6.
2. Guru meminta peserta didik untuk mencoba laboratorium virtual dengan merubah beberapa variabelnya pada Aktivitas 6.6.
3. Guru mengajak peserta didik untuk mengikuti instruksi yang terdapat pada Aktivitas 6.6 dan melaksanakannya dengan menjawab pertanyaannya.
4. Guru meminta peserta didik untuk menyajikan hasil percobaan laboratorium virtual pada Aktivitas 6.6 dengan sistematis bagain sel saraf yang terlibat dan proses yang terjadi pada sel saraf tersebut.
5. Guru mengajak peserta didik untuk berdiskusi hasil pekerjaan pada Aktivitas 6.6.
6. Guru meminta peserta didik untuk mempelajari dan melaksanakan laboratorium virtual pada Aktivitas 6.7.
7. Guru mengajak peserta didik untuk mencoba proses yang terdapat dalam laboratorium virtual secara individu/kelompok.
8. Guru mengajak peserta didik untuk menjawab pertanyaan pada Aktivitas 6.7 dengan membuat skema yang sistematis pemrosesan informasi yang terdapat dalam sel saraf.
9. Guru mengajak peserta didik untuk menelaah Gambar 6.5 dan 6.6 tentang penjalaran impuls dan potensial aksi.
10. Guru meminta peserta didik untuk mempelajari dan mencoba laboratorium virtual pada Aktivitas 6.8.
11. Guru meminta peserta didik untuk menganalisis dari Aktivitas 6.8 yang berhubungan dengan bagaimana anestetik yang bisa mencegah nyeri.
12. Guru mengajak peserta didik untuk berdiskusi hasil kegiatan pada Aktivitas 6.8 dalam diskusi kelas yang difasilitasi guru.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi, Evaluasi, dan Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Ajaklah peserta didik menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini, mengenai sistem saraf tepi dan penjalaran impuls serta potensial aksi.
2. Selain itu, peserta didik diminta untuk merefleksi hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.

## **g. Pertemuan 6: Kegiatan 1 (2 JP)**

### **1) Persiapan mengajar**

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempelajari terlebih dahulu mengenai tautan-tautan aktivitas dalam laboratorium virtual dan mempelajari materi refleks pada manusia berdasarkan buku teks yang terpercaya. Guru memastikan kompetensi yang harus dikuasai peserta didik melalui materi di bab ini.

### **2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)**

#### **Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen Diagnostik)**

1. Tanyakan kepada peserta didik mengenai:
  - Struktur sel saraf dan bagian-bagian sel saraf yang terlibat dalam penjalaran impuls.
  - Jenis-jenis neuron yang terdapat dalam otak dan sumsum tulang belakang?
2. Bagaimana proses penjalaran impuls dan potensial aksi yang terjadi dalam sel saraf?

#### **Kegiatan Inti**

1. Guru mengajak peserta didik untuk menelaah proses lengkung dan respon refleks.
2. Guru mengajak peserta didik untuk mempelajari praktikum refleks pada manusia yang ada pada Aktivitas 6.9.
3. Guru mengajak seluruh peserta untuk berperan serta aktif dalam kegiatan praktikum secara berkelompok sesuai pada Aktivitas 6.9.
4. Guru meminta peserta didik untuk membuat laporan praktikum refleks pada manusia dan mengomunikasikannya dalam diskusi kelas.

#### **Kegiatan Penutup**

##### **(Refleksi, Evaluasi, dan Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Ajaklah peserta didik menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini, mengenai lengkung dan respon refleks dari kegiatan praktikum.
2. Selain itu, peserta didik diminta untuk merefleksi hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.

## 2. Subbab: Struktur, Fungsi, dan Kelainan serta Gangguan pada Sistem Gerak

Alokasi Waktu: 3 Kali Pertemuan/7 Jam Pelajaran

### a. Pertemuan 7: Kegiatan 1 (3 JP)

#### 1) Persiapan mengajar

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempelajari materi penyusun rangka dan mempelajari materi rangka aksial dan apendikular pada manusia berdasarkan buku teks yang terpercaya. Guru mengecek Langkah aktivitas tentang kelainan fraktura pada manusia. Guru memastikan kompetensi yang harus dikuasai peserta didik melalui materi di bab ini.

#### 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

##### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen Diagnostik)

1. Tanyakan kepada peserta didik mengenai lengkung dan respon refleks yang terjadi dan dikaitkan dengan proses penjalaran impuls.
2. Ajak peserta didik dalam memahami bagaimana kontribusi sitem saraf dalam proses mobilitas pada manusia?

##### Kegiatan Inti

1. Guru mengajak peserta didik untuk menelaah struktur penyusun rangka manusia dan bentuk tulang yang disajikan dalam gambar.
2. Guru mengajak peserta didik untuk menelaah struktur penyusun rangka aksial yang disajikan dalam gambar.
3. Guru mengajak peserta didik untuk menelaah struktur penyusun rangka apendikular yang disajikan dalam gambar.
4. Guru mengajak peserta didik untuk mempelajari dan melakukan kegiatan kelainan fraktura sesuai pada Aktivitas 6.10.
5. Guru meminta peserta didik untuk mengajukan hipotesis dari fakta kasus fraktura yang terjadi pada Aktivitas 6.10.
6. Guru meminta seluruh peserta didik untuk mengomunikasikan seluruh hipotesisnya dalam diskusi kelas.
7. Guru meminta peserta didik untuk membuat materi tulang dan jenis tulang yang berperan dalam obilitas untuk mengomunikasikan dalam bentuk mind map, poster, video, podcast, PPT, Puisi, lagu atau Cerita.
8. Guru meminta peserta didik untuk menyajikan karya di depan kelas sekaligus mengomunikasikan kepada temannya dalam rangkaian diskusi kelas.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi, Evaluasi, dan Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Ajaklah peserta didik menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini, mengenai tulang dan jenis tulang yang berperan dalam mobilitas.
2. Selain itu, peserta didik diminta untuk merefleksikan hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.

## **b. Pertemuan 8: Kegiatan 1 (2 JP)**

### **3) Persiapan mengajar**

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempelajari materi artikulasi atau hubungan antar tulang dan gangguan/kelainannya pada manusia berdasarkan buku teks yang terpercaya. Guru memastikan kompetensi yang harus dikuasai peserta didik melalui materi di bab ini.

### **3) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)**

#### **Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen Diagnostik)**

Tanyakan kepada peserta didik mengenai:

1. Jenis dan bentuk tulang yang berperan dalam mobilitas?
2. Macam tulang aksial dan apendikular, dan manakah yang paling berperan dominan dalam proses mobilitas?

#### **Kegiatan Inti**

1. Guru mengajak peserta didik untuk menelaah hubungan antar tulang/artikulasi/sendai pada manusia.
2. Guru meminta peserta didik untuk menganalisis perbedaan dari jenis-jenis artikulasi.
3. Guru mengajak peserta didik untuk eksplorasi konsep macam-macam artikulasi dan tempatnya dimana melalui sumber yang beragam dari internet, buku teks atau buku pendamping yang lain.
4. Guru meminta peserta didik untuk menyajikan hasil eksplorasi konsep macam-macam artikulasi dalam bentuk yang sesuai dengan minat dan bakat (misalnya: teks, video, mind map, puisi, cerita, lagu, PPT, voice note, podcast atau lainnya yang diminati peserta didik).
5. Guru mengajak peserta didik untuk kelainan atau gangguan yang berhubungan dengan artikulasi/persendian.

6. Guru meminta peserta didik membahas kelainan/ gangguan/penyakit dalam artikulasi dan mengomunikasikan hasil telaahannya dalam diskusi .
7. Guru meminta peserta didik untuk menelaah cara kerja otot melekatnya yaitu tendon yang origo dan insersio serta sifat kerja otot yang sinergis dan antagonis.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi, Evaluasi, dan Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Ajaklah peserta didik menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini, mengenai hubungan antar tulang/artikulasi/sendi dan struktur serta sifat kerja otot.
2. Selain itu, peserta didik diminta untuk merefleksikan hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.

## **c. Pertemuan 9: Kegiatan 1 (3 JP)**

### **1) Persiapan mengajar**

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mengecek tautan laboratorium dalam aktivitas neurofisiologi dan neurotoksik, mempelajari materi tetanus untuk aktivitas siswa, guru mempelajari gangguan dan penyakit pada sistem gerak manusia berdasarkan buku teks yang terpercaya. Guru memastikan kompetensi yang harus dikuasai peserta didik melalui materi di bab ini.

### **2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)**

#### **Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen Diagnostik)**

Tanyakan kepada peserta didik mengenai peran sendi dalam proses mobilitas pada manusia?

#### **Kegiatan Inti**

1. Guru mengajak peserta didik untuk menelaah mekanisme gerak otot melalui pengamatan gambar dan skema struktur otot yang bergerak.
2. Guru meminta peserta didik untuk mengidentifikasi beberapa gangguan otot yang mungkin terjadi pada manusia.
3. Guru mengajak peserta didik dalam mempelajari laboratorium virtual tentang inovasi untuk mengatasi lumpuh pada Aktivitas 6.11 (Kegiatan 1).
4. Guru meminta peserta didik untuk memberikan usulan inovasi terkait pertolongan atau antisipasi penderita lumpuh.

5. Guru mengajak peserta didik dalam mempelajari laboratorium virtual tentang neurofisiologi dan neurotoksik dan hubungannya dengan pergerakan otot pada Aktivitas 6.11 (Kegiatan 2).
6. Guru meminta peserta didik untuk memberikan resume yang sistematis dari isi laboratorium virtual pada Aktivitas 6.11.
7. Guru mengajak peserta didik dalam mempelajari informasi atau data tentang tetanus yang menyebabkan gangguan sistem saraf dan otot pada Aktivitas 6.12.
8. Guru meminta peserta didik untuk memberikan penjelasan dalam bentuk analisis keterkaitan antara kelainan atau gangguan pada sistem saraf dan sistem gerak pada Aktivitas 6.12.

#### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi, Evaluasi, dan Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Ajaklah peserta didik menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini, mengenai mekanisme gerak otot dan gangguan otot seperti tetanus.
2. Selain itu, peserta didik diminta untuk merefleksi hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.

### **3. Subbab: Fenomena dan Keterkaitan Sistem Saraf dan Sistem Gerak Manusia**

#### **Alokasi Waktu: 1 Kali Pertemuan/3 Jam Pelajaran**

#### **Pertemuan 10: Kegiatan 1 (3 JP)**

##### **1) Persiapan mengajar**

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mengecek langkah-langkah aktivitas yang akan dikerjakan siswa yaitu tentang stroke, dan mempelajari gangguan dan penyakit dalam sistem pada manusia berdasarkan buku teks yang terpercaya. Guru memastikan kompetensi yang harus dikuasai peserta didik melalui materi di bab ini.

##### **2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)**

#### **Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen Diagnostik)**

1. Tanyakan kepada peserta didik mengenai mekanisme gerak otot yang dipengaruhi oleh sistem saraf?
2. Kelainan atau gangguan atau penyakit apa saja yang termasuk gangguan saraf dan gerak?

### **Kegiatan Inti**

1. Guru mengajak peserta didik untuk menganalisa penyakit stroke yang menjadi the silent killer.
2. Guru meminta peserta didik mengidentifikasi bagian apa saja yang terganggu Ketika seseorang menderita stroke.
3. Guru meminta mengajak peserta didik untuk mempelajari tentang stroke pada Aktivitas 6.13.
4. Guru meminta peserta didik untuk melaksanakan secara aktif kegiatan penjelajahan stroke berdasarkan hasil penelitian pada Aktivitas 6.13.
5. Guru mengajak peserta didik untuk menjawab pertanyaan yang terdapat pada Aktivitas 6.14.
6. Guru meminta peserta didik untuk mempelajari kegiatan yang harus dilaksanakan pada Aktivitas 6.14.
7. Guru mengajak peserta didik untuk mencermati teks/naskah dari paparan informasi data yang telah disediakan pada Aktivitas 6.14.
8. Guru mengajak peserta didik untuk membuat produk setelah membaca informasi/data pada Aktivitas 6.14 secara efektif dan sesuai dengan minat dan bakat peserta didik bisa dalam bentuk infografis, poster, video, podcast, power point, puisi, lagu atau tabel dan lain-lain (pilih salah satu) sesuai minat.
9. Guru mengajak peserta didik untuk mengidentifikasi beberapa penyakit atau gangguan lain seperti parkinson, poliomyelitis dan dystonia melalui sumber internet atau sumber lain yang valid dan terpercaya.
10. Guru mengajak peserta didik untuk membuat produk setelah mengidentifikasi mengidentifikasi beberapa penyakit atau gangguan lain seperti parkinson, poliomyelitis, dan dystonia secara efektif dan memilih salah satu kelainan/gangguan, lalu membuat produk sesuai dengan minat dan bakat peserta didik bisa dalam bentuk infografis, poster, video, podcast, power point, puisi, lagu atau tabel dan lain-lain (pilih salah satu) sesuai minat.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi, Evaluasi, dan Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Ajaklah peserta didik menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini, mengenai keterkaitan antara sistem saraf dan sistem gerak dalam mobilitas.
2. Selain itu, peserta didik diminta untuk merefleksi hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.

## D. Interaksi dengan Orang Tua

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua terkait penugasan yang diberikan kepada anaknya. Untuk bab ini, dimohon kepada orang tua untuk bekerja sama membantu peserta didik menyiapkan bahan yang digunakan ketika kegiatan pembelajaran. Ketika peserta didik mendapat tugas untuk mencari informasi di internet, diharapkan orang tua membantu menyiapkan kuota internet dan juga ikut mengawasi agar peserta didik tidak membuka situs lain yang tidak mendidik atau berdampak buruk bagi peserta didik. Selain itu, guru dapat mengomunikasikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab.

## E. Refleksi Guru

Guru perlu melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan pada bab ini untuk menemukan hal-hal yang menjadi kendala untuk diperbaiki pada pembelajaran selanjutnya. Guru juga perlu melakukan refleksi terhadap konsep-konsep yang sulit dipahami peserta didik dan cenderung menjadi miskonsepsi untuk dicatat dan ditekankan pada pembelajaran selanjutnya. Untuk mempermudah melakukan hal tersebut, Anda dapat menjawab pertanyaan berikut.

Kegiatan pembelajaran apa saja yang menurut Anda berhasil? Kesulitan apa yang Anda alami? Apa langkah yang perlu dilakukan untuk memperbaiki proses belajar? Apakah seluruh peserta didik mengikuti pembelajaran dengan baik? Berapa banyak peserta didik yang menurut Anda sudah berhasil? Berapa banyak peserta didik yang menurut Anda belum berhasil?

## F. Asesmen/Penilaian

### Waktu penilaian:

#### 1. Pada Saat/Proses (Formatif)

Jenis	Bentuk	Aktivitas
Pengetahuan	Tes	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aktivitas 6.1</li><li>• Aktivitas 6.2</li><li>• Aktivitas 6.3</li><li>• Aktivitas 6.4</li><li>• Aktivitas 6.5</li><li>• Aktivitas 6.6</li><li>• Aktivitas 6.7</li><li>• Aktivitas 6.8</li><li>• Aktivitas 6.9</li><li>• Aktivitas 6.10</li><li>• Aktivitas 6.11</li><li>• Aktivitas 6.12</li><li>• Aktivitas 6.13</li><li>• Aktivitas 6.14</li></ul>
Keterampilan	Tes dan Non Tes	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aktivitas 6.4</li><li>• Aktivitas 6.5</li><li>• Aktivitas 6.6</li></ul>
Sikap	Non Tes	Observasi

#### 2. Setelah Pembelajaran (Sumatif)

Jenis	Bentuk	Aktivitas
Pengetahuan	Tes	Uji Kompetensi

### Rubrik Penilaian

### **Kunci Jawaban Aktivitas 6.1**

1. Penyebab saraf kejepit:
  - a. Trauma
  - b. Faktor usia
  - c. Kelenturan bantalan tulang belakang berkurang sehingga rentan cedera
2. Bagian yang terganggu dalam kondisi saraf kejepit
  - a. Punggung saat duduk tidak boleh terlalu condong kedepan
  - b. Kepala
  - c. Leher

### **Kunci Jawaban Aktivitas 6.2**

Apa kaitan fungsi otak dan sumsum tulang belakang untuk terjadinya proses gerak pada anggota badan?

### **Kunci Jawaban Aktivitas 6.3**

#### **Kegiatan 1**

Gambar bagian-bagian otak dan poster sederhana ilustrasi/skema otak

#### **Kegiatan 2**

Terdapat banyak neuron yang terdapat diotak, yang tersambung satu sama lain. Proses belajar akan membuat koneksi antar neuron yang semakin kompleks. Jika satu neuron diberi stimulus, maka akan terjadi perambatan kepada neuron lain yang terkoneksi.

### **Kunci Jawaban Aktivitas 6.4**

- Alternatif pencegahan tremor:
  1. Batasi atau hindari kafein jika hal tersebut menyebabkan tremor
  2. Hindari situasi yang dapat menyebabkan stres
- Solusi penyembuhan kondisi tremor: melakukan relaksasi, mengubah gaya hidup. Membatasi asupan kafein, makan secara teratur, hindari stres, dan rutin berolahraga

### Kunci Jawaban Aktivitas 6.5

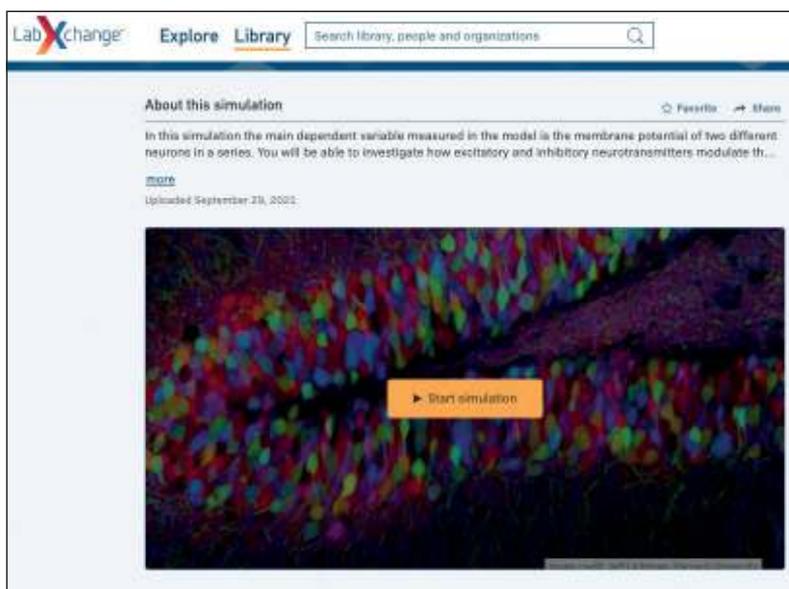
1. Apa yang terjadi pada otak ketika Bapak tersebut sesaat merasa kebingungan?
2. Agar lebih memberikan stimulus terhadap kesadaran bapak tersebut, sebaiknya Andi mengajak salaman dengan memegang agak erat dan rentang waktu tertentu.

### Kunci Jawaban Aktivitas 6.6

Gambar bagian-bagian sel saraf yang terlibat dalam pergerakan. Gambar dalam laboratorium virtual merupakan potongan melintang sel saraf. Silahkan digambar sesuai dengan yang tampak di layar laboratorium virtual. Lengkapi dengan simbol ion, *charger* dan *concentrations*.

### Kunci Jawaban Aktivitas 6.7

Ketika siswa membuka link virtual, akan tampak halaman seperti gambar berikut.



Arahkan siswa untuk mempelajari bagian *background*, dengan cara mengkliknya, kemudian pelajari juga bagian *explore models*, setelah itu siswa mengklik *simulate*, sehingga terlihat beberapa variabel yang akan disimulasikan oleh sistem. Kemudian klik tanda *Run*, dan lihat grafik yang ditampilkan oleh virtual laboratorium.

### Kunci Jawaban Aktivitas 6.8

Anestetik akan menghentikan sinyal saraf dari sumber rasa sakit.

### Kunci Jawaban Aktivitas 6.9

1. Lama waktu dari pemukulan ligamen patella kaki sampai terjadi gerakan refleks oleh kaki.
2. Lama waktu dari pemukulan tendon achilles kaki kiri atau kaki kanan sampai terjadi gerakan refleks.

### Kunci Jawaban Aktivitas 6.10

Pasien tidak bisa menggerakkan kaki, karena tulang yang berfungsi menyalurkan tenaga yang dihasilkan otot ketika berkontraksi mengalami patah. Pemulihan kemampuan gerak akan membaik apabila patah tulang diperbaiki atau disambungkan kembali melalui proses penulangan dengan posisi yang tepat.

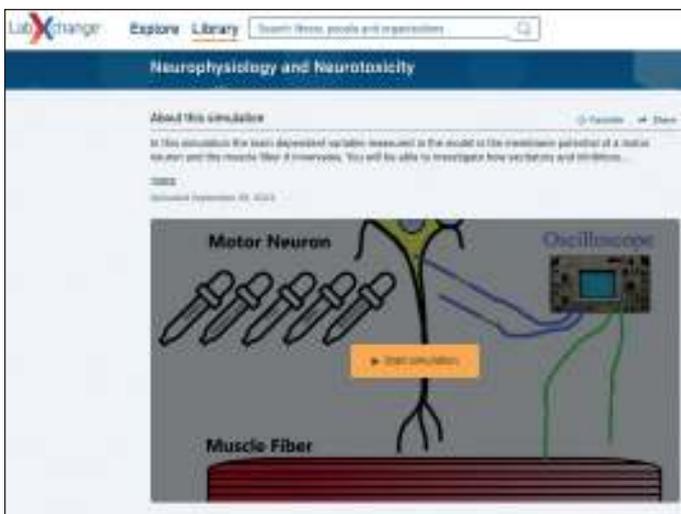
### Kunci Jawaban Aktivitas 6.11

#### Kegiatan 1

1. Membuat sebuah *chip* yang berfungsi sebagai pengganti eksoskeleton yang mampu menyampaikan impuls dari dan ke otak.
2. Membuat alat yang bisa memperbaiki sel saraf yang tidak bisa melakukan regenerasi

#### Kegiatan 1

Ketika siswa membuka link virtual, akan tampak halaman seperti gambar di bawah ini!



Arahkan siswa untuk mempelajari bagian background, dengan cara mengkliknya, kemudia pelajari juga bagian explore models, setelah itu siswa mengklik simulate, sehingga terlihat beberapa variabel yang akan disimulasikan oleh sistem. Kemudian klik symbol play, dan lihat grafik yang ditampilkan oleh virtual laboratorium.

### Kunci Jawaban Aktivitas 6.12

Gangguan pada sistem saraf pusat akibat racun dari bakteri Clostridium tetani menyebabkan menyebabkan neuron motorik menjadi sangat sensitif. Akibatnya terus terjadi kontraksi otot atau kejang.

### Kunci Jawaban Aktivitas 6.13

1. Stroke merupakan gangguan fungsional otak yang terjadi secara mendadak, dari hasil penelitian menunjukkan gangguan fungsional otak tersebut menyebabkan gangguan motorik.
2. Pernyataan Benar-Salah.

Pernyataan	Benar	Salah
Stroke merupakan gejala yang didefinisikan suatu gangguan fungsional otak dan sumsum tulang belakang yang terjadi secara mendadak dengan tanda dan gejala klinik baik fokal maupun global yang berlangsung 24 jam atau lebih.		√
Hasil analisis perbandingan stroke non hemoragik dengan hipertensi dan diabetes melitus, terbanyak pada pasien yang memiliki riwayat hipertensi dan diabetes melitus.	√	
Berdasarkan analisis diketahui bahwa hasil analisis perbandingan gangguan motorik penyakit Stroke Non Hemoragik dengan penyumbatan terbanyak pada gangguan motorik sedang (2-3) 27 pasien (90%).	√	

### 3. Pernyataan setuju dan tidak setuju

Pernyataan	Setuju	Tidak Setuju	Alasan
Stroke merupakan kerusakan organ target pada otak yang diakibatkan oleh Hipertensi karena sering mengonsumsi daging domba.		√	Mengonsumsi daging domba bukan penyebab utama hipertensi.
Modifikasi pola hidup dengan mematuhi diet merupakan langkah pencegahan stroke yang baik.	√		Salah satu cara mencegah stroke adalah dengan pengurangan berat badan, pembatasan natrium, diet banyak makan buah, sayuran dan hasil olahan rendah lemak, olahraga teratur, dan tidak berlebihan konsumsi alkohol.

### Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. B
2. Pernyataan benar salah

	Pernyataan	Benar	Salah
A	Merkuri adalah neurodegeneratif yang diketahui dapat menyebabkan kematian saraf yang dapat meningkatkan risiko Parkinson.		√
B	Pasien Parkinson mengalami kehilangan neuronal pada substansia nigra par compacta dan populasi neuronal.	√	
C	Penambang emas jarang menderita efek neurologis ataksia.		√

3. A
4. D
5. D

## G. Pengayaan

Untuk menambah pengetahuan dan ide kreatif serta inovasi untuk masa depan Kalian. Coba Kalian pelajari hasil penelitian terbaru yang dikombinasikan dengan teknologi tentang mendeteksi penyakit sistem saraf pusat dari artikel jurnal di bawah ini:

### **Judul Artikel:**

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Sistem Saraf Pusat dengan Metode *Backward Chaining dan Certainty Factor*

### **Peneliti:**

Felix, Leo Willyanto Santoso Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Industri. Universitas Kristen Petra Jln. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236 Telp. (031)-2983455. Fax (031)-8417658 Email: m26416047@john.petra.ac.id, leow@petra.ac.id

*s.id/1rP2O (sumber: publication.petra.ac.id, 2022)*

Ide apa yang ada dalam pikiran Kalian setelah membaca artikel penanganan penyakit sistem saraf dengan teknologi informatika tersebut?

## H. Lembar Kegiatan Peserta Didik

### **LKPD (Aktivitas 6.10 Ayo Mencoba dan Bekerjasama)**

Kelompok :

Anggota :

### **Refleks Pada Manusia**

Gerak refleks adalah gerakan yang tidak disadari, yang timbul akibat adanya rangsang. Gerak refleks ini ada yang monosinaptik (multipolar neurons) dan ada yang polisinaptik (bipolar neurons). Lintasan impulsnya selain melalui susunan saraf tepi, juga mencakup susunan saraf pusat.

### **Tujuan:**

Menjelaskan proses gerak refleks pada manusia.

**Alat-Alat:**

1. Martil Refleks/Punggung Buku Tebal
2. Buku Catatan

**Cara Kerja:**

Lakukan kegiatan ini kepada 3-4 siswa anggota kelompok yang ditunjuk menjadi objek praktikum secara bergiliran.

**1. Aktivitas Refleks Lutut**

- a. Siswa duduk bertumpang kaki (kaki kanan di atas) dan mengalihkan perhatiannya ke sekeliling.
- b. Praktikan memukul ligamen patella kaki kanan siswa (kaki yang bertumpang di atas) dengan martil refleks atau punggung buku.
- c. Amati gerakan refleks yang terjadi. Catat hasilnya pada lembar kerja (Ditulis berapa lama sampai terjadi gerak refleks!).

No.	Nama Praktikan Gerak Refleks	Lama (Detik)

**2. Aktivitas Refleks Tumit**

- a. Siswa berdiri dengan kaki kiri atau kaki kanan dibengkokkan dan diletakkan pada kursi. Siswa mengalihkan perhatian ke sekeliling.
- b. Praktikan memukul tendon achilles kaki kiri atau kaki kanan siswa (yang dibengkokkan) dengan martil refleks atau buku tebal.
- c. Amati dan catat gerak refleks yang terjadi (Ditulis berapa lama sampai gerak refleks!).

No.	Nama Praktikan Gerak Refleks	Lama (Detik)

## I. Bahan Bacaan Peserta Didik

Bahan bacaan pendukung untuk peserta didik mencakup beberapa penggalan teks artikel yang digunakan dalam aktivitas belajar di bab ini. Bahan bacaan lain yang juga disiapkan adalah Buku Campbell, Buku Teks Utama dan Buku Teks Pendamping yang digunakan oleh peserta didik ketika mengikuti pembelajaran. Bahan bacaan peserta didik dapat dikembangkan dalam format cetak atau digital oleh guru.

## j. Bahan Bacaan Guru

Bahan bacaan pendukung untuk guru dapat menggunakan beragam sumber yang terpercaya misal buku teks yang terkait dengan pokok materi bab ini. Beberapa artikel atau penggalan teks yang digunakan sebagai bahan bacaan peserta didik di buku teks juga harus dipahami sebelumnya oleh guru. Beberapa buku teks Biologi yang digunakan sebagai literatur dan ada di daftar pustaka buku teks dapat menjadi pilihan bacaan guru.

### **Panduan Keselamatan Kerja selama Aktivitas**

1. Siapkan perlengkapan pertolongan pertama keselamatan di laboratorium dan pastikan kesediaan peralatan tersebut.
2. Pastikan peserta didik mengetahui cara penggunaan alat dan bahan untuk kegiatan praktikum.
3. Awasi peserta didik apabila menggunakan bersumber daya listrik dan alat bahan berbahaya.
4. Mintalah peserta didik untuk berhati-hati saat melaksanakan praktikum dan tidak bercanda di laboratorium.

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi  
Republik Indonesia, 2022  
Buku Panduan Guru Biologi untuk SMA/MA Kelas XI  
Penulis: Rini Solihat, dkk.  
ISBN: 978-602-427-895-3



## Bab 7

# Hormon dalam Reproduksi Manusia

Sumber gambar: [flickr.com/Marco Verch](https://www.flickr.com/photos/marcoverch/) (2021)

## A. Pendahuluan

### Tujuan Pembelajaran

---

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta didik diharapkan mampu:

- Menganalisis mekanisme dan fungsi hormon melalui penafsiran informasi data hasil penyelidikan tentang kelainan/gangguan hormon.
- Merumuskan pertanyaan dan memprediksi keterkaitan organ penghasil hormon dalam sistem reproduksi dengan fungsinya.
- Menganalisis keterkaitan organ penghasil hormon reproduksi dalam sistem reproduksi dengan fungsinya melalui hasil pengamatan.
- Menganalisis kelainan atau gangguan pada hormon berdasarkan analisis data sekunder (artikel jurnal/hasil penelitian pada literatur yang relevan).
- Menganalisis keterkaitan organ dalam sistem reproduksi dengan fungsinya melalui hasil pengamatan.
- Menganalisis kelainan atau gangguan pada sistem reproduksi melalui penafsiran informasi atau data hasil survei di puskesmas/klinik/dokter/rumah sakit.
- Mengomunikasikan hasil penyelidikan keterkaitan antara hormon dan sistem reproduksi melalui proses menganalisis artikel jurnal tentang pubertas atau kesehatan reproduksi pada manusia.

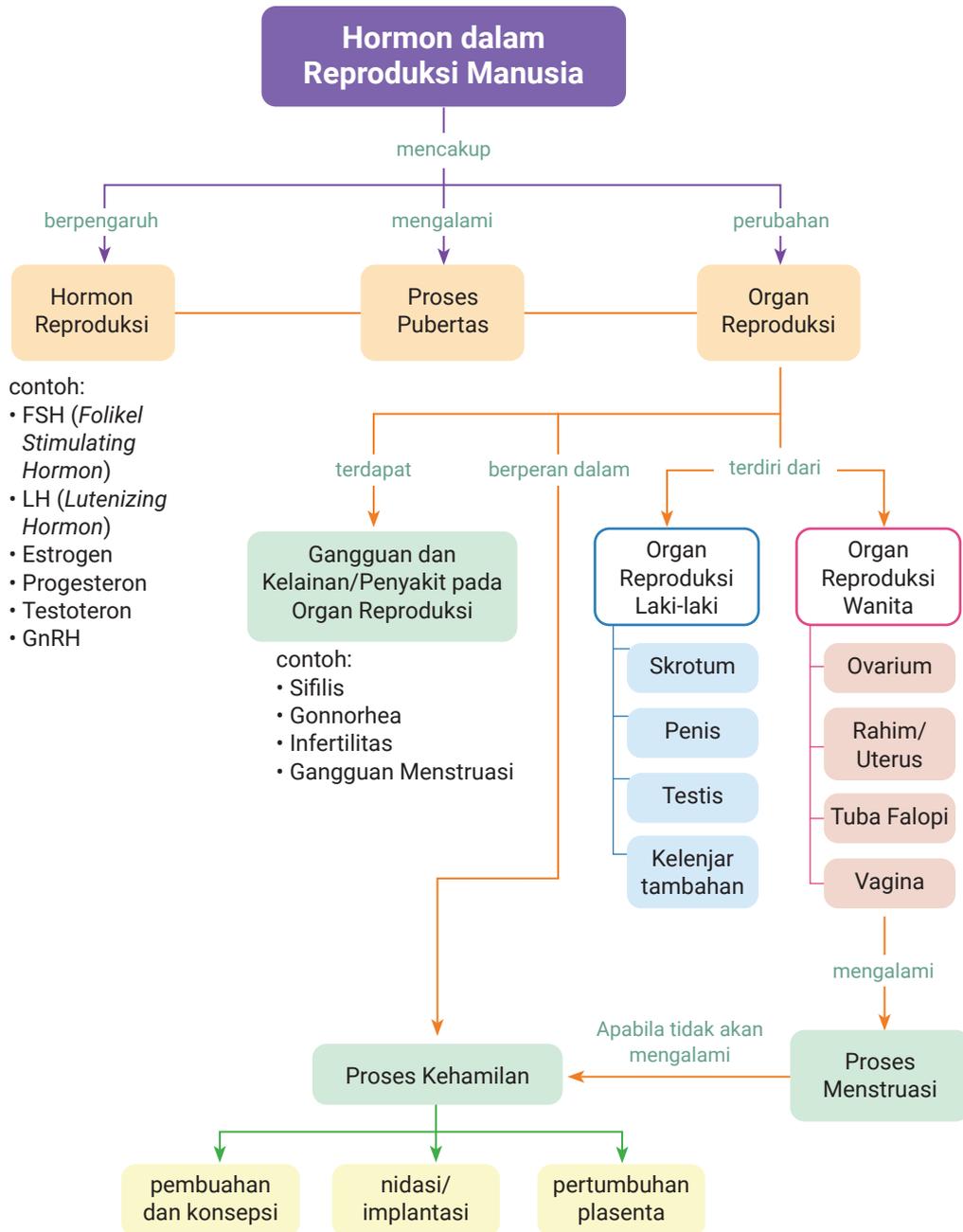
### Pokok Materi dan Hubungan antara Pokok Materi tersebut dalam Mencapai Tujuan Pembelajaran

---

Pembelajaran hormon pada reproduksi manusia merupakan lanjutan dari pembelajaran fisiologi tubuh manusia yang lain, diantaranya pembelajaran sistem pencernaan dalam membawa nutrisi, sistem pernapasan dalam membawa gas O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> serta sistem peredaran darah dalam membawa nutrisi serta peredaran gas yang diperlukan, selain peredaran hormon dan proses reproduksi yang akan dibahas di bab ini, keterkaitan dengan pelajaran lain diantaranya adalah dengan peredaran senyawa kimia dan unsur penyusun hormon dan tekanan zat dan perpindahan hormon dalam peredarannya yang spesifik pada organ target yang terdapat pada materi fisika.

Kaitan pembelajaran hormon pada reproduksi manusia dengan Profil Pelajar Pancasila ini adalah mengedepankan dimensi bertakwa kepada Tuhan YME serta berakhlak mulia, bernalar kritis, kreatif, gotong royong, mandiri dan berkebhinekaan global yang terintegrasi dalam beberapa aktifitas pembelajaran untuk mencapai kompetensi keterampilan proses dalam bab ini.

## Peta Konsep



## Gambaran Umum Bab

---

Manusia memiliki fungsi fisiologi tubuh yang saling berikatan dan saling mempengaruhi serta bekerjasama. Manusia senantiasa mengalami proses reproduksi untuk mempertahankan jenis dan keturunannya, yang tidak lepas dari peran hormon reproduksi. Hormon reproduksi akan berperan pada proses pengaturan reproduksi laki-laki dan perempuan, dengan pembahasan awal tentang hormon dan fungsinya secara umum, lalu pembahasan hormon yang berperan dalam reproduksi dan pembahasan organ-organ reproduksi laki-laki dan perempuan. Proses menstruasi pada perempuan merupakan pembahasan sebelum proses kehamilan. Adapun pembahasan keterkaitan fenomena hormon dalam reproduksi langsung dibahas di bagian yang terkait dengan pembahasan organ dan fungsinya, baik berupa kelainan, gangguan atau penyakit seputar hormon dan reproduksi.

Materi hormon dalam reproduksi ini diajarkan 25 jam pelajaran dengan alokasi 5 minggu, dengan sebaran pertemuan sekitar 10 pertemuan. Pada pertemuan pertama siswa melakukan pembahasan awal mekanisme kerja hormon secara umum. Pada pertemuan kedua siswa melakukan pembahasan contoh mekanisme kerja hormon tiroksin. Pada pertemuan ketiga siswa melakukan pembahasan fungsi hormon dalam proses reproduksi secara umum. Pada pertemuan keempat siswa melakukan pembahasan pengaturan hormon reproduksi laki-laki.

Pada pertemuan kelima siswa melakukan pembahasan pengaturan hormon reproduksi perempuan. Pada pertemuan keenam siswa melakukan pembahasan struktur dan fungsi organ reproduksi laki-laki. Pada pertemuan ketujuh siswa melakukan pembahasan struktur dan fungsi organ reproduksi perempuan. Pada pertemuan kedelapan siswa melakukan pembahasan proses menstruasi. Pada pertemuan kesembilan siswa melakukan pembahasan proses kehamilan. Pada pertemuan kesepuluh siswa melakukan pembahasan kelainan, gangguan, atau penyakit pada sistem reproduksi. Diinformasikan bagi bapak dan Ibu guru dalam membahas sistem reproduksi dan kaitannya dengan kesehatan reproduksi, guru perlu memilih dan menyesuaikan materi dengan latar belakang sosial budaya peserta didik.

Kemampuan peserta didik untuk aspek tertentu dinilai selama kegiatan pembelajaran. Kemampuan peserta didik secara konseptual dinilai melalui tes dan non-tes berdasarkan hasil diskusi dan membaca pada Aktivitas 7.1, Aktivitas 7.2, Aktivitas 7.3, Aktivitas 7.4, Aktivitas 7.5, Aktivitas 7.6, Aktivitas 7.7, dan Aktivitas 7.8. Keterampilan siswa dinilai selama siswa melaksanakan Aktivitas 7.1, Aktivitas 7.3, Aktivitas 7.5, dan Aktivitas 7.7. Selain itu, aspek sikap siswa juga dinilai selama kegiatan pembelajaran berdasarkan hasil observasi guru.

## B. Skema Pembelajaran

### 1. Subbab: Keterkaitan Struktur dan Fungsi Kelenjar Hormon dalam Reproduksi

Alokasi waktu: 5 Kali Pertemuan/12 Jam Pelajaran

**Tabel 7.1 Skema Pembelajaran Materi Keterkaitan Struktur dan Fungsi Kelenjar Hormon dalam Reproduksi**

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu per unit (Menit)	Pokok-pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
1. Menganalisis mekanisme dan fungsi hormon melalui penafsiran informasi data hasil penyelidikan tentang kelainan/gangguan hormon.	45	Pengantar materi hormon dan mekanisme kerja hormon secara umum.	Menelaah dan memahami mekanisme dan fungsi hormon secara umum.	Asesmen Formatif: Tes Lisan dan Observasi Sikap.
2. Merumuskan pertanyaan dan memprediksi keterkaitan organ penghasil hormon dalam sistem reproduksi dengan fungsinya.	90	Gangguan metabolic dalam mekanisme kerja hormon tiroksin	Mencermati tautan Youtube tentang gangguan metabolik diantaranya hormon tiroksin. (Aktivitas 7.1)  Menjawab pertanyaan dalam Aktivitas 7.1	Asesmen Formatif: Tes Lisan dan Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan).
3. Menganalisis keterkaitan organ penghasil hormon reproduksi dalam sistem reproduksi dengan fungsinya melalui hasil pengamatan.	90	Contoh faktual/kasus mekanisme kerja hormon tiroksin	Menganalisis kerja dan fungsi hormon dalam kelainan hormon tiroksin berdasarkan artikel ilmiah hasil penyelidikan. (Aktivitas 7.2)	Asesmen Formatif: Tes Lisan Tes Kinerja dan Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan).

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu per unit (Menit)	Pokok-pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
4. Menganalisis kelainan atau gangguan pada hormon berdasarkan analisis data sekunder (artikel jurnal/hasil penelitian pada literatur yang relevan).	90	Fungsi hormon dalam reproduksi yang dihasilkan organ reproduksi dalam masa pubertas	Melakukan identifikasi hormon yang dihasilkan dan peran hormon reproduksi dalam kondisi mulai pubertas	Asesmen Formatif: Tes Lisan, Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan).
	90	Pengaturan Hormon Reproduksi Perempuan	Menelaah Gambar 7.4 tentang pengaturan hormon pada perempuan dan membuat bagan secara sistematis tentang pengaturan hormon reproduksi perempuan.	Asesmen Formatif: Tes Lisan dan Tulisan, serta Portofolio.
	90	Pengaturan Hormon Reproduksi Laki-laki	Menelaah Gambar 7.5 tentang pengaturan hormon pada perempuan dan membuat bagan secara sistematis tentang pengaturan hormon reproduksi perempuan.	Asesmen Formatif: Tes Lisan dan Portofolio.
	45	Hubungan kelenjar, hormon yang dihasilkan, sel target dan fungsi dalam sistem reproduksi	Menganalisis hubungan kelenjar, hormon dihasilkan, sel target dan fungsi hormon reproduksi.	Asesmen Formatif: Tes Lisan dan Tulisan serta Portofolio.

**Tabel 7.2 Alternatif Skema Pembelajaran Materi Keterkaitan Struktur dan Fungsi Kelenjar Hormon dalam Reproduksi**

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu per Unit (Menit)	Pokok - Pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
1. Menganalisis mekanisme dan fungsi hormon melalui penafsiran informasi data hasil penyelidikan tentang kelainan/gangguan hormon.	45	Pengantar materi hormon dan mekanisme kerja hormon secara umum.	Menelaah dan memahami mekanisme dan fungsi hormon secara umum.	Asesmen Formatif: Tes Lisan dan Observasi Sikap.
2. Merumuskan pertanyaan dan memprediksi keterkaitan organ penghasil hormon dalam sistem reproduksi dengan fungsinya.	90	Gangguan metabolik dalam mekanisme kerja hormon tiroksin.	Mencermati tautan Youtube tentang gangguan metabolik diantaranya hormon tiroksin. (Aktivitas 7.1)  Menjawab pertanyaan dalam Aktivitas 7.1.	Asesmen Formatif: Tes Lisan dan Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan).
3. Menganalisis keterkaitan organ penghasil hormon reproduksi dalam sistem reproduksi dengan fungsinya melalui hasil pengamatan.	90	Fungsi hormon dalam reproduksi yang dihasilkan organ reproduksi dalam masa pubertas	Melakukan identifikasi hormon yang dihasilkan dan peran hormon reproduksi dalam kondisi mulai pubertas	Asesmen Formatif: Tes Lisan, Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan).
4. Menganalisis kelainan atau gangguan pada hormon berdasarkan analisis data sekunder (artikel jurnal/hasil penelitian pada literatur yang relevan).				

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu per Unit (Menit)	Pokok - Pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
	90	Pengaturan Hormon Reproduksi Perempuan	Menelaah Gambar 7.4 tentang pengaturan hormon pada perempuan dan membuat bagan secara sistematis tentang pengaturan hormon reproduksi perempuan.	Asesmen Formatif: Tes Lisan dan Tulisan, serta Portofolio.
	90	Pengaturan Hormon Reproduksi Laki-laki	Menelaah Gambar 7.5 tentang pengaturan hormon pada perempuan dan membuat bagan secara sistematis tentang pengaturan hormon reproduksi perempuan.	Asesmen Formatif: Tes Lisan dan Portofolio.

## 2. Subbab: Keterkaitan Struktur Organ pada Sistem Reproduksi

**Alokasi waktu: 5 Kali Pertemuan/13 Jam Pelajaran**

**Tabel 7.3 Alternatif Skema Pembelajaran Materi Keterkaitan Struktur Organ pada Sistem Reproduksi**

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu Per Unit (Menit)	Pokok-pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
1. Menganalisis keterkaitan organ dalam sistem reproduksi dengan fungsinya melalui hasil pengamatan.	45	Struktur dan Fungsi Organ Reproduksi Laki-laki	Melaksanakan pengamatan torso organ reproduksi dengan guru sesuai dengan Aktivitas 7.3  Mengajukan pertanyaan terkait struktur dan fungsi organ reproduksi laki-laki.	Asesmen Formatif: Tes Lisan, Tes Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan).
2. Menganalisis kelainan atau gangguan pada sistem reproduksi melalui penafsiran informasi atau data hasil survei di puskesmas/ klinik/dokter/ rumah sakit.	90	Struktur dan Fungsi Organ Reproduksi Perempuan	Melaksanakan pengamatan torso organ reproduksi dengan guru sesuai dengan Aktivitas 7.3  Mengajukan pertanyaan terkait struktur dan fungsi organ reproduksi perempuan.	Asesmen Formatif: Tes Lisan, Tes Kinerja dan Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan), dan Portofolio.
3. Mengomunikasikan hasil penyelidikan keterkaitan antara hormon dan sistem reproduksi melalui proses menganalisis artikel jurnal tentang pubertas atau kesehatan reproduksi pada manusia.			Melaksanakan kegiatan yang sesuai dengan Aktivitas 7.4.	

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu Per Unit (Menit)	Pokok-pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
	90	Proses menstruasi	Mengamati proses menstruasi melalui tautan Youtube yang sesuai dengan Aktivitas 7.5	Asesmen Formatif: Tes Lisan, Tes Kinerja dan Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan).
	90	Proses menstruasi dan persiapan kehamilan	Menelaah fase-fase dalam menstruasi dan mengamati Gambar 7.12  Melaksanakan Aktivitas 7.6 dan menjawab pertanyaannya.	Asesmen Formatif: Tes Tulisan, Tes Kinerja dan Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan), dan Portofolio.
	90	Proses kehamilan	Menelaah proses kehamilan melalui pengamatan gambar yang disajikan.  Mengidentifikasi tahapan-tahapan kehamilan.	Asesmen Formatif: Tes Lisan, Tes Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan).
	45	Kelainan, gangguan, atau penyakit pada sistem reproduksi	Mengidentifikasi ciri-ciri kelainan atau gangguan atau penyakit pada sistem reproduksi.	Asesmen Formatif: Tes Lisan atau Tulisan, dan Portofolio.

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu Per Unit (Menit)	Pokok-pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
	45	Contoh faktual kelainan, gangguan, atau penyakit pada sistem reproduksi	Melakukan survei tentang kelainan atau gangguan atau penyakit pada sistem reproduksi ke puskesmas/ klinik/rumah sakit terdekat sesuai Aktivitas 7.7.	Asesmen Formatif: Tes Lisan, Tes Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan), Proyek dan Portofolio.
	90	Keterkaitan hormon dan reproduksi dalam pembahasan pubertas	Membaca artikel jurnal hasil penyelidikan ilmiah tentang pubertas sesuai dengan Aktivitas 7.8.	Asesmen Formatif: Tes Tulisan, Tes Performa dengan Observasi (Sikap dan Keterampilan), dan Portofolio.

## C. Prosedur Kegiatan Pembelajaran

### 1. Subbab: Keterkaitan Struktur dan Fungsi Kelenjar Hormon dalam Reproduksi Alokasi Waktu: 5 Kali Pertemuan/ 12 Jam Pelajaran

#### a. Pertemuan 1: Kegiatan 1 (3 JP)

##### 1) Persiapan mengajar

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempelajari terlebih dahulu mengenai materi hormon dalam reproduksi pada manusia meliputi mekanisme hormon secara umum dan peran hormon dalam reproduksi berdasarkan buku teks yang terpercaya. Guru mengecek tautan aktivitas tentang hormon tiroksin pada manusia. Guru memastikan kompetensi yang harus dikuasai peserta didik melalui materi di bab ini.

##### 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

###### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen Diagnostik)

1. Arahkan peserta didik untuk memerhatikan gambar di halaman depan bab.
2. Mintalah peserta didik membaca pendahuluan bab.
3. Tanyakan kepada peserta didik mengenai gambar dan pendahuluan pada bab.
  - Prediksikan apa yang terjadi pada seorang perempuan tersebut?
  - Apa hubungannya gambar tersebut dengan materi yang akan kita bahas sekarang?
4. Ajak peserta didik berpikir bahwa setiap manusia pasti harus mempertahankan jenis dan populasinya melalui proses reproduksi. Kemudian ajak peserta didik berpikir bahwa setiap manusia ketika terjadinya proses reproduksi pasti akan melibatkan hormon reproduksi yang berperan dalam membantu terwujudnya proses reproduksi yang harmonis dan kerjasama sinergis antara hormone dan organ reproduksi pada manusia.

###### Kegiatan Inti

1. Guru mengajak peserta didik dalam memahami bahwa mayoritas proses fisiologi tubuh manusia dipengaruhi oleh hormon sebagai zat pengatur tumbuh manusia.
2. Guru mengajak peserta didik untuk mempelajari dan mencermati Gambar 7.1.

3. Guru meminta peserta didik untuk melaksanakan diskusi kelompok tentang mekanisme dan fungsi hormon secara umum.
4. Guru meminta peserta didik untuk mengomunikasikan hasil telaah Gambar 7.1 tentang mekanisme kerja hormon dan beberapa fungsi fisiologis dalam bentuk media yang disukai sesuai dengan minat dan bakat peserta didik.
5. Guru mengajak seluruh peserta didik untuk melaksanakan diskusi kelas untuk membahas jawaban pertanyaan pada telaah Gambar 7.1.
6. Guru meminta peserta didik untuk mencermati tautan Youtube tentang gangguan metabolik hormon tiroksin sesuai yang tercantum pada Aktivitas 7.1.
7. Guru mengajak seluruh peserta didik untuk menjawab pertanyaan yang terdapat dalam Aktivitas 7.1.
8. Guru mengajak seluruh peserta didik untuk melaksanakan diskusi kelas untuk membahas jawaban pertanyaan pada Aktivitas 7.1.

#### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi, Evaluasi, dan Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Ajaklah peserta didik untuk menarik kesimpulan mengenai pengetahuan awal tentang mekanisme dan fungsi hormon secara umum.
2. Kemudian, ajaklah peserta didik merefleksi hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.

### **b. Pertemuan 1: Kegiatan 2 (3 JP) (Alternatif)**

#### **1) Persiapan mengajar**

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempelajari terlebih dahulu mengenai materi hormon dalam reproduksi pada manusia meliputi mekanisme hormon secara umum dan peran hormon dalam reproduksi berdasarkan buku teks yang terpercaya. Guru mengecek tautan aktivitas tentang hormon tiroksin pada manusia. Guru memastikan kompetensi yang harus dikuasai peserta didik melalui materi di bab ini.

#### **2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)**

#### **Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen Diagnostik)**

1. Arahkan peserta didik untuk memerhatikan gambar di halaman depan bab.
2. Mintalah peserta didik membaca pendahuluan bab.

3. Tanyakan kepada peserta didik mengenai gambar dan pendahuluan pada bab.
  - Prediksikan apa yang terjadi pada seorang perempuan tersebut?
  - Apa hubungannya gambar tersebut dengan materi yang akan kita bahas sekarang?
4. Ajak peserta didik berpikir bahwa setiap manusia pasti harus mempertahankan jenis dan populasinya melalui proses reproduksi. Kemudian ajak peserta didik berpikir bahwa setiap manusia ketika terjadinya proses reproduksi pasti akan melibatkan hormon reproduksi yang berperan dalam membantu terwujudnya proses reproduksi yang harmonis dan kerjasama sinergis antara hormone dan organ reproduksi pada manusia.

### Kegiatan Inti

1. Guru mengajak peserta didik dalam melaksanakan ice breaking untuk membangkitkan awal belajar tentang hormon yang berpengaruh dalam proses reproduksi
2. Guru membagi kelompok berdasarkan hasil asesmen diagnostik atau gaya belajar
3. Guru mengajak peserta didik dalam kelompok yang telah dikondisikan berdasarkan asesmen diagnostik untuk mempelajari dan mencermati Gambar 7.1.
4. Guru meminta peserta didik untuk melaksanakan diskusi kelompok tentang mekanisme dan fungsi hormon secara umum dengan memberikan sumber belajar yang bervariasi seperti poster, video atau skema/mind map.
5. Guru meminta peserta didik untuk mengomunikasikan hasil telaah Gambar 7.1 tentang mekanisme kerja hormon dan beberapa fungsi fisiologis dalam bentuk media yang disukai sesuai dengan minat dan bakat peserta didik.
6. Guru mengajak seluruh peserta didik untuk melaksanakan diskusi kelas untuk membahas jawaban pertanyaan pada telaah Gambar 7.1 dengan cara saling berkunjung ke kelompok lain secara berputar dari satu kelompok ke kelompok lain dengan dipandu guru.
7. Guru meminta peserta didik untuk mencermati tautan Youtube tentang gangguan metabolik hormon tiroksin sesuai yang tercantum pada Aktivitas 7.1.
8. Guru mengajak seluruh peserta didik untuk menjawab pertanyaan yang terdapat dalam Aktivitas 7.1.

9. Guru mengajak seluruh peserta didik untuk melaksanakan diskusi kelas untuk membahas jawaban pertanyaan pada Aktivitas 7.1 dengan menggunakan model pembelajaran debat yang dikondisikan oleh guru mana kelompok pro dan kelompok kontra.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi, Evaluasi, dan Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Ajaklah peserta didik untuk menarik kesimpulan mengenai pengetahuan awal tentang mekanisme dan fungsi hormon secara umum.
2. Kemudian, ajaklah peserta didik merefleksi hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.

## **c. Pertemuan 2: Kegiatan 1 (2 JP)**

### **1) Persiapan mengajar**

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempelajari materi hormon yang berperan dalam reproduksi pada laki-laki dan perempuan berdasarkan buku teks yang terpercaya. Guru mengecek Langkah aktivitas dalam mengeksplorasi hormon reproduksi pada laki-laki dan perempuan melalui tautan youtube yang akan diakses siswa. Guru memastikan kompetensi yang harus dikuasai peserta didik melalui materi di bab ini.

### **2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)**

#### **Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen Diagnostik)**

1. Arahkan peserta didik untuk mengingat kembali mekanisme dan fungsi hormon serta gangguan hormon tiroksin di pertemuan sebelumnya.
2. Ajak peserta didik berpikir bagaimana gangguan hormon yang terjadi pada tiroksin yang berpengaruh pada kondisi komponen lain dalam tubuh.

#### **Kegiatan Inti**

1. Guru mengajak peserta didik untuk mempelajari hormon reproduksi pada laki-laki dan perempuan
2. Guru meminta peserta didik untuk menganalisis hasil pengamatan tautan Youtube pada aktivitas 7.2 dengan cermat.
3. Guru meminta peserta didik untuk menjawab pertanyaan yang sesuai dengan Aktivitas 7.2.
4. Guru meminta seluruh peserta didik melakukan diskusi kelompok dan diskusi kelas.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi, Evaluasi, dan Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Ajaklah peserta didik menyimpulkan kegiatan pembelajaran hari ini mengenai gangguan tiroksin.
2. Kemudian, peserta didik juga diajak untuk merefleksi hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.

### **d. Pertemuan 3 (3 JP)**

#### **3) Persiapan mengajar**

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempelajari materi hormon yang dihasilkan oleh laki-laki dan perempuan berdasarkan buku teks yang terpercaya. Guru mempersiapkan materi yang berhubungan dengan pubertas pada laki-laki dan mengecek artikel hasil penelitian tentang pubertas bisa diakses siswa. Guru memastikan kompetensi yang harus dikuasai peserta didik melalui materi di bab ini.

#### **4) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)**

##### **Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen Diagnostik)**

1. Tanyakan kepada peserta didik mengenai gangguan hormon tiroksin yang berpengaruh pada komponen lain.
2. Ajak peserta didik untuk lebih memahami mekanisme dan fungsi hormon dalam proses reproduksi.

##### **Kegiatan Inti**

1. Guru mengajak peserta didik untuk melakukan identifikasi hormon yang dihasilkan oleh laki-laki dan perempuan .
2. Guru meminta peserta didik untuk mengaitkan hormon reproduksi yang dihasilkan dengan proses pubertas pada laki-laki dan perempuan.
3. Guru mengajak peserta didik untuk berdiskusi dalam kelompok atau dengan guru dalam membahas pubertas.
4. Guru meminta peserta didik untuk menganalisis artikel jurnal hasil penelitian/penyelidikan tentang pubertas.

##### **Kegiatan Penutup**

##### **(Refleksi, Evaluasi, dan Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Ajaklah peserta didik menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini, mengenai fungsi hormon dalam proses reproduksi.
2. Selain itu, peserta didik diminta untuk merefleksi hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.

## e. Pertemuan 4 (2 JP)

### 1) Persiapan mengajar

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempelajari terlebih dahulu mengenai pengaturan hormon reproduksi pada perempuan berdasarkan buku teks yang terpercaya. Guru mempersiapkan mekanisme diskusi dan penugasan yang sudah disiapkan dengan rubrik penilaian produk hasil diskusi. Guru memastikan kompetensi yang harus dikuasai peserta didik melalui materi di bab ini.

### 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

#### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen Diagnostik)

Tanyakan kepada peserta didik mengenai hormon apa saja yang berperan dalam proses reproduksi.

#### Kegiatan Inti

1. Guru mengajak peserta didik untuk menelaah Gambar 7.4 tentang pengaturan hormon reproduksi pada perempuan berdasarkan gambar yang disajikan.
2. Guru meminta peserta didik untuk menjelaskan kembali secara sistematis dengan membuat skema dan paparan sederhana dalam kelompok kecil.
3. Guru mengajak peserta didik untuk berdiskusi tentang hormon apa saja yang berperan dalam pengaturan reproduksi pada perempuan.
4. Guru meminta peserta didik untuk melaporkan hasil diskusi kelompok yang akan dibahas dalam diskusi kelas.

#### Kegiatan Penutup

#### (Refleksi, Evaluasi, dan Tindak Lanjut Pembelajaran)

1. Ajaklah peserta didik menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini, mengenai pengaturan hormon reproduksi perempuan.
2. Selain itu, peserta didik diminta untuk merefleksi hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.

## f. Pertemuan 5 (2 JP)

### 3) Persiapan mengajar

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempelajari terlebih dahulu mengenai pengaturan hormon reproduksi pada laki-laki berdasarkan buku teks yang terpercaya. Guru mempersiapkan mekanisme diskusi dan penugasan yang sudah disiapkan dengan rubrik penilaian produk. Guru memastikan kompetensi yang harus dikuasai peserta didik melalui materi di bab ini.

### 4) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

#### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen Diagnostik)

1. Tanyakan kepada peserta didik tentang pengaturan hormon reproduksi pada perempuan.
2. Ajak peserta didik untuk berpikir perbedaan antara pengaturan hormon pada laki-laki dan perempuan.

#### Kegiatan Inti

1. Guru mengajak peserta didik untuk menelaah Gambar 7.5 yang telah disajikan tentang pengaturan hormon reproduksi pada laki-laki.
2. Guru meminta peserta didik untuk mengomunikasikan hasil telaah Gambar 7.5 yang sistematis dengan membuat skema atau tahapan sederhana di buku catatan.
3. Guru mengajak peserta didik untuk melakukan diskusi kelompok yang dilanjutkan dengan diskusi kelas.
4. Guru meminta peserta didik untuk menganalisis hubungan antara kelenjar, hormon yang dihasilkan, sel target serta fungsi dari hormon reproduksi.
5. Guru meminta peserta didik untuk membuat resume sederhana dalam bentuk lain sesuai dengan minat bakat, misalnya PPT, infografis atau bentuk lain.

#### Kegiatan Penutup

#### (Refleksi, Evaluasi, dan Tindak Lanjut Pembelajaran)

1. Ajaklah peserta didik menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini, mengenai pengaturan hormone reproduksi pada laki-laki dan hormon reproduksi secara keseluruhan pada laki-laki dan perempuan.
2. Selain itu, peserta didik diminta untuk merefleksi hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.

## 2. Subbab: Keterkaitan Struktur Organ pada Sistem Reproduksi

Alokasi Waktu: 5 Kali Pertemuan/13 Jam Pelajaran

### a. Pertemuan 6 (3 JP)

#### 1) Persiapan mengajar

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempersiapkan torso organ reproduksi dan mengecek tautan youtube yang akan diakses siswa dan guru mempelajari terlebih dahulu mengenai bagian-bagian organ reproduksi pada laki-laki dan perempuan berdasarkan buku teks yang terpercaya. Guru mengecek tautan hasil penyelidikan tentang kesehatan reproduksi. Guru memastikan kompetensi yang harus dikuasai peserta didik melalui materi di bab ini.

#### 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

##### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen Diagnostik)

1. Tanyakan kepada peserta didik mengenai:
  - bagaimana mekanisme hormon secara umum bekerja?
  - hormon apa yang berperan dalam reproduksi?
2. Apa yang akan terjadi apabila ada organ penghasil hormon dalam proses kerjanya terganggu?

##### Kegiatan Inti

1. Guru mengajak peserta didik untuk menyiapkan torso organ reproduksi yang ada di laboratorium biologi.
2. Guru mengajak peserta didik untuk mengamati langsung atau dengan demonstrasi organ reproduksi laki-laki dan perempuan yang ada pada Aktivitas 7.3.
3. Guru mengajak seluruh peserta untuk berperan serta aktif dalam kegiatan pengamatan atau demonstrasi secara berkelompok sesuai pada Aktivitas 7.3.
4. Guru meminta peserta didik untuk mengajukan beberapa pertanyaan dari apa yang diamati dari torso organ reproduksi laki-laki dan perempuan yang telah disediakan di laboratorium biologi.
5. Guru mengajak seluruh peserta didik untuk menganalisis bagian-bagian organ reproduksi laki-laki dan perempuan beserta struktur dan fungsi.

6. Guru meminta peserta didik untuk membandingkan persamaan dan perbedaan antara bagian organ reproduksi laki-laki dan perempuan secara fungsi reproduksi.
7. Guru meminta seluruh peserta didik untuk melaporkan hasil analisis dan telaahnya dalam diskusi kelas.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi, Evaluasi, dan Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Ajaklah peserta didik menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini, mengenai organ reproduksi pada laki-laki dan perempuan serta kesehatan organ reproduksi.
2. Selain itu, peserta didik diminta untuk merefleksi hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.

## **b. Pertemuan 7 (2 JP)**

### **1) Persiapan mengajar**

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempelajari dan mempersiapkan tautan Youtube menstruasi terlebih dahulu agar mudah diakses siswa, dan Guru mempersiapkan materi awal proses menstruasi pada manusia berdasarkan buku teks yang terpercaya. Guru memastikan kompetensi yang harus dikuasai peserta didik melalui materi di bab ini dengan menghasilkan berbagai produk tagihan tugas sesuai dengan minat.

### **2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)**

#### **Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen Diagnostik)**

1. Tanyakan kepada peserta didik mengenai bagian-bagian organ reproduksi laki-laki dan perempuan beserta kesehatan organ reproduksi.
2. Ajak peserta didik dalam memahami bagaimana proses menstruasi terjadi pada perempuan?

#### **Kegiatan Inti**

1. Guru mengajak peserta didik untuk mempelajari Langkah kegiatan yang terdapat pada Aktivitas 7.4.
2. Guru mengajak peserta didik untuk melaksanakan kegiatan dengan mengamati tautan Youtube pada Aktivitas 7.4.
3. Guru mengajak peserta didik untuk membuat resume sederhana proses menstruasi bisa dalam bentuk gambar skema, bagan atau poster atau yang lainnya.

4. Guru meminta peserta didik untuk mengomunikasikan hasil pengamatan tautan Youtube berdasarkan pembuatan resume sederhana dari masing-masing kelompok.
5. Guru meminta seluruh peserta didik untuk menanggapi laporan dari masing-masing kelompok dalam diskusi kelas.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi, Evaluasi, dan Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Ajaklah peserta didik menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini, mengenai siklus menstruasi.
2. Selain itu, peserta didik diminta untuk merefleksi hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.

## **c. Pertemuan 8 (3 JP)**

### **1) Persiapan mengajar**

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempersiapkan gambar tahapan serta hormon yang terlibat proses menstruasi serta mempelajari terlebih dahulu mengenai mekanisme menstruasi yang terjadi pada perempuan yang sudah mengalami pubertas berdasarkan buku teks yang kredibel. Guru memastikan kompetensi yang harus dikuasai peserta didik melalui materi di bab ini.

### **2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)**

#### **Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen Diagnostik)**

1. Tanyakan kepada peserta didik mengenai siklus menstruasi yang terjadi pada perempuan.
2. Bagaimana kondisi fisiologis organ reproduksi perempuan yang mengalami menstruasi?

#### **Kegiatan Inti**

1. Guru mengajak peserta didik untuk menelaah fase-fase dalam proses menstruasi.
2. Guru meminta peserta didik untuk mencermati Gambar 7.12 tentang siklus menstruasi lengkap dengan hormon dan kondisi anatomi organ reproduksi perempuan.
3. Guru mengajak peserta didik untuk eksplorasi konsep siklus menstruasi melalui sumber yang beragam dari internet, buku teks atau buku pendamping yang lain

4. Guru meminta peserta didik untuk berdiskusi dalam kelompok dan di depan kelas hasil eksplorasi siklus menstruasi.
5. Guru mengajak peserta didik untuk melaksanakan kegiatan pada Aktivitas 7.5 tentang menstruasi dan persiapan kehamilan.
6. Guru meminta peserta didik untuk menjawab seluruh pertanyaan dengan mengisi pada tabel yang telah disediakan dalam Aktivitas 7.5.
7. Guru meminta peserta didik untuk melaporkan hasil pekerjaan dari Aktivitas 7.5 kepada guru untuk dijadikan bahan diskusi kelas.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi, Evaluasi, dan Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Ajaklah peserta didik menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini, mengenai proses menstruasi dan persiapan kehamilan.
2. Selain itu, peserta didik diminta untuk merefleksi hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.

## **d. Pertemuan 9 (2 JP)**

### **1) Persiapan mengajar**

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempersiapkan gambar kehamilan lengkap dengan tahapannya serta mempelajari terlebih dahulu mengenai materi kehamilan pada manusia meliputi tahapan proses kehamilan dan ciri-cirinya berdasarkan buku teks yang terpercaya. Guru memastikan kompetensi yang harus dikuasai peserta didik melalui materi di bab ini.

### **2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)**

#### **Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen Diagnostik)**

Tanyakan kepada peserta didik mengenai keterkaitan siklus menstruasi dengan persiapan kehamilan?

#### **Kegiatan Inti**

1. Guru mengajak peserta didik untuk menelaah proses kehamilan, melalui tahapan-tahapan proses kehamilan.
2. Guru meminta peserta didik untuk mengamati Gambar 7.14 dan 7.15 untuk lebih memahami proses kehamilan.
3. Guru mengajak peserta didik mengeksplorasi dan mengidentifikasi tahapan-tahapan kehamilan dari sumber lain yang relevan dan terpercaya.

4. Guru meminta peserta didik untuk melaporkan hasil diskusi kelompok tentang hasil dari eksplorasi konsep tahapan kehamilan kepada guru untuk dijadikan bahan diskusi kelas.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi, Evaluasi, dan Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Ajaklah peserta didik menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini, mengenai tahapan dan proses kehamilan.
2. Selain itu, peserta didik diminta untuk merefleksi hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.
3. Diinformasikan kepada seluruh siswa yang sudah dibagi kelompok untuk melakukan Aktivitas 7.6, yaitu survei tentang kelainan/gangguan/penyakit pada sistem reproduksi manusia ke puskesmas/klinik/rumah sakit yang dilakukan di luar jam pembelajaran.

## **e. Pertemuan 10 (3 JP)**

### **1) Persiapan mengajar**

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempersiapkan beberapa rubrik untuk menilai produk hasil survei dan Guru mempelajari lebih mendalam tentang gangguan/kelainan/penyakit dalam sistem reproduksi pada manusia dan mempelajari lebih mendalam proses pubertas berdasarkan buku teks yang terpercaya. Guru memastikan kompetensi yang harus dikuasai peserta didik melalui materi di bab ini.

### **2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)**

#### **Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen Diagnostik)**

1. Tanyakan kepada peserta didik mengenai proses dan tahapan kehamilan?
2. Bagaimana hasil survei Kalian tentang kelainan/gangguan/penyakit pada sistem reproduksi manusia yang didapat dari puskesmas/klinik/rumah sakit?

#### **Kegiatan Inti**

1. Guru mengajak peserta didik untuk berkumpul dengan kelompoknya dan mendiskusikan hasil survei.
2. Guru meminta peserta didik untuk membuat laporan survei dalam bentuk yang sesuai minat dan bakat seperti infografis, PPT, poster atau yang lainnya sesuai dengan petunjuk di Aktivitas 7.6.

3. Guru mengajak peserta didik untuk mengomunikasikan di depan kelas berdasarkan produk hasil survei yang dibuat sesuai minat dan bakat dalam diskusi kelas.
4. Guru mengajak peserta didik untuk melaksanakan diskusi kelas secara kolaboratif yang selalu difasilitasi guru.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi, Evaluasi, dan Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Ajaklah peserta didik menyimpulkan kegiatan pembelajaran pada pertemuan ini, mengenai kelainan/gangguan/penyakit pada sistem reproduksi manusia.
2. Selain itu, peserta didik diminta untuk merefleksi hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.

## **D. Interaksi dengan Orang Tua**

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua terkait penugasan yang diberikan kepada anaknya. Untuk bab ini, dimohon kepada orang tua untuk bekerja sama membantu peserta didik menyiapkan bahan yang digunakan ketika kegiatan pembelajaran. Ketika peserta didik mendapat tugas untuk mencari informasi di internet, diharapkan orang tua membantu menyiapkan kuota internet dan juga ikut mengawasi agar peserta didik tidak membuka situs lain yang tidak mendidik atau berdampak buruk bagi peserta didik. Selain itu, Guru dapat mengomunikasikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab.

## E. Refleksi Guru

Guru perlu melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan pada bab ini untuk menemukan hal-hal yang menjadi kendala untuk diperbaiki pada pembelajaran selanjutnya. Guru juga perlu melakukan refleksi terhadap konsep-konsep yang sulit dipahami peserta didik dan cenderung menjadi miskonsepsi untuk dicatat dan ditekankan pada pembelajaran selanjutnya. Untuk mempermudah melakukan hal tersebut, Anda dapat menjawab pertanyaan berikut.

Kegiatan pembelajaran apa saja yang menurut Anda berhasil? Kesulitan apa yang Anda alami? Apa langkah yang perlu dilakukan untuk memperbaiki proses belajar? Apakah seluruh peserta didik mengikuti pembelajaran dengan baik? Berapa banyak peserta didik yang menurut Anda sudah berhasil? Berapa banyak peserta didik yang menurut Anda belum berhasil?

## F. Asesmen/Penilaian

### Waktu penilaian:

#### 1. Pada Saat/Proses (Formatif)

Jenis	Bentuk	Aktivitas
Pengetahuan	Non Tes (Hasil Kerja/ Laporan)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aktivitas 7.1</li><li>• Aktivitas 7.2</li><li>• Aktivitas 7.3</li><li>• Aktivitas 7.4</li><li>• Aktivitas 7.5</li><li>• Aktivitas 7.6</li></ul>
Keterampilan	Non Tes	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aktivitas 7.1</li><li>• Aktivitas 7.3</li><li>• Aktivitas 7.4</li><li>• Aktivitas 7.6</li></ul>
Sikap	Non Tes	Observasi

#### 2. Setelah Pembelajaran (Sumatif)

Jenis	Bentuk	Aktivitas
Pengetahuan	Tes	Uji Kompetensi

### Rubrik Penilaian

### **Kunci Jawaban Aktivitas 7.1**

1. Fungsi normal tiroid: Menghasilkan hormon untuk mengatur metabolisme tubuh.
2. Kelainan yang mengalami gangguan kelenjar tiroid: Cepat mengalami kelelahan.
3. Ciri-ciri spesifik penderita gangguan tiroid:
  - a. Pembesaran kelenjar tiroid
  - b. Tremor/tangan bergetar
  - c. Jantung berdebar
  - d. Gangguan kecemasan
  - e. Nafsu makan bertambah
  - f. Penurunan berat badan
  - g. Gangguan tidur
  - h. Keringat berlebih dan mudah lelah

### **Kunci Jawaban Aktivitas 7.2**

1. Salah satu fungsi hormon tiroid adalah mengatur metabolisme lipid. Pada kasus gangguan fungsi tiroid akan meningkatkan:
  - a. Biosintesis kolesterol,
  - b. Sekresi kolesterol oleh hati,
  - c. Proses konversi HDL (*High Density Lipoprotein*) menjadi VLDL (*Very Low Density Lipoprotein*) hati,
  - d. Aktivitas enzim LPL (Lipoprotein Lipase) di membran sel dan
  - e. meningkatkan modulasi aktivitas reseptor LDL (Low Density Lipoprotein) sel tubuh.
  - f. Perubahan proses metabolisme lipid tersebut mengakibatkan terjadinya resiko penyakit kardiovaskular.
2. Tiga poin penting tentang fungsi tiroid yang dihubungkan dengan kadar LDL-Kolesterol
  - a. Mengatur metabolisme lipid
  - b. Mempengaruhi biosintesis kolesterol
  - c. Mempengaruhi modulasi aktivitas reseptor LDL

### **Kunci Jawaban Aktivitas 7.3**

1. Dimanakah letak kelenjar penghasil hormon reproduksi pada laki-laki?
2. Dimanakah letak kelenjar penghasil hormon reproduksi pada perempuan?
3. Apa saja yang berbeda antara hormon reproduksi pada laki-laki dan perempuan?

#### Kunci Jawaban Aktivitas 7.4

Membuat konten dalam media yang diminati oleh siswa tentang tahapan dalam menstruasi.

#### Kunci Jawaban Aktivitas 7.5

Fase	Perubahan Hormon GnRH, FSH, LH Estrogen, progesteron	Perubahan yang terjadi pada ovarium dan atau endometrium (dinding Rahim)
Menstruasi Hari ke 1-5	GnRh, FSH, LH menurun. Estrogen dan progesteron jumlahnya tetap.	Folicle tumbuh di ovarium, endometrium sedang mengalami peluruhan.
Pra Ovulasi s/d hari ke 14	GnRh, FSH, LH menurun. Estrogen meningkat dan progesteron tetap.	Folicle matang di ovarium, endometrium mengalami proliferasi (penebalan).
Ovulasi Hari ke 14	FSH dan LH meningkat sampai puncak.	Folicle pecah, terjadi ovulasi. Endometrium terus berproliferasi.
Pasca Ovulasi Hari ke 15-28	FSH dan LH menurun drastis, terus konsentrasi terendah sampai nanti masuk siklus berikutnya. Estrogen dan progesteron meningkat. Akan menurun apabila corpus luteum mati	Perkembangan corpus luteum. Endometrium menebal. Akan meluruh apabila kadar estrogen dan progesteron menurun.

#### Kunci Jawaban Aktivitas 7.6

Melakukan wawancara dengan petugas Kesehatan di Puskesmas/Klinik/ Rumah Sakit secara berkelompok, hasilnya disajikan dalam bentuk infografis, poster, video atau media lainnya sesuai dengan kenyamanan murid.

## Kunci Jawaban Uji Kompetensi

1. C
2. B
3. Pernyataan Benar-Salah

Pernyataan	Benar	Salah
Pengetahuan remaja perempuan lebih banyak dari remaja laki-laki di usia 16-18 tahun tentang pengetahuan reproduksi.		√
Kematian neonatal, postneonatal, bayi dan balita pada ibu yang berusia kurang dari 20 tahun lebih tinggi dibandingkan pada ibu usia 20-39 tahun.	√	
Informasi tentang Penyakit Menular Seksual (PMS) diantaranya HIV relatif lebih banyak diterima oleh remaja, meskipun hanya 9,9% remaja laki-laki dan 10,6% perempuan memiliki pengetahuan komprehensif mengenai HIV-AIDS.		√

4. C
5. C

## G. Pengayaan

Setelah kalian mempelajari materi Hormon dalam Reproduksi Manusia, kalian bisa memperdalam materi yang berhubungan dengan Hormon dalam Reproduksi Manusia. Dalam rangka memperdalam materi ini, Kalian akan mempelajari bagaimana teknologi memengaruhi kerja hormon dalam mencegah kehamilan dalam reproduksi yang akan berpengaruh juga pada kerja hormon reproduksi manusia. Bagaimana proses vasektomi dan sterilisasi itu dilakukan?

Dengan didampingi oleh guru, silahkan Kalian buka tautan di bawah ini, yaitu tentang vasektomi dan sterilisasi!

**Tautan:** [https://youtu.be/jpB1Nz\\_0g84](https://youtu.be/jpB1Nz_0g84)

- Apa yang dapat Kalian simpulkan dari video berikut?
- Catat dalam buku tulismu secara sistematis mekanisme vasektomi dan sterilisasi untuk menambah pengetahuan Kalian!

## H. Bahan Bacaan Peserta Didik

Bahan bacaan pendukung untuk peserta didik mencakup beberapa penggalan teks artikel yang digunakan dalam aktivitas belajar di bab ini. Bahan bacaan lain yang juga disiapkan adalah Buku Campbell, Buku Teks Utama dan Buku Teks Pendamping yang digunakan oleh peserta didik ketika mengikuti pembelajaran. Bahan bacaan peserta didik dapat dikembangkan dalam format cetak atau digital oleh guru.

## I. Bahan Bacaan Guru

Bahan bacaan pendukung untuk guru dapat menggunakan beragam sumber yang kredibel misal buku teks yang terkait dengan pokok materi bab ini. Beberapa artikel atau penggalan teks yang digunakan sebagai bahan bacaan peserta didik di buku teks juga harus dipahami sebelumnya oleh guru. Beberapa buku teks Biologi yang digunakan sebagai literatur dan ada di daftar pustaka buku teks dapat menjadi pilihan bacaan guru.

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi  
Republik Indonesia, 2022  
Buku Panduan Guru Biologi untuk SMA/MA Kelas XI  
Penulis: Rini Solihat, dkk.  
ISBN: 978-602-427-895-3



## **Bab 8**

# **Tumbuh Kembang Makhluk Hidup**

*Sumber gambar: pixabay.com/SonNguyenDinh (2017)*

## A. Pendahuluan

### Tujuan Pembelajaran

---

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta didik diharapkan mampu:

- Memprediksi pertumbuhan makhluk hidup berdasarkan data.
- Menyelidiki pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup di sekitar untuk menyelesaikan masalah.
- Menganalisis informasi dan data terkait faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup dari berbagai sumber.
- Mengevaluasi dan merefleksi hasil penyelidikan pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup berdasarkan data dan membandingkannya dengan teori.

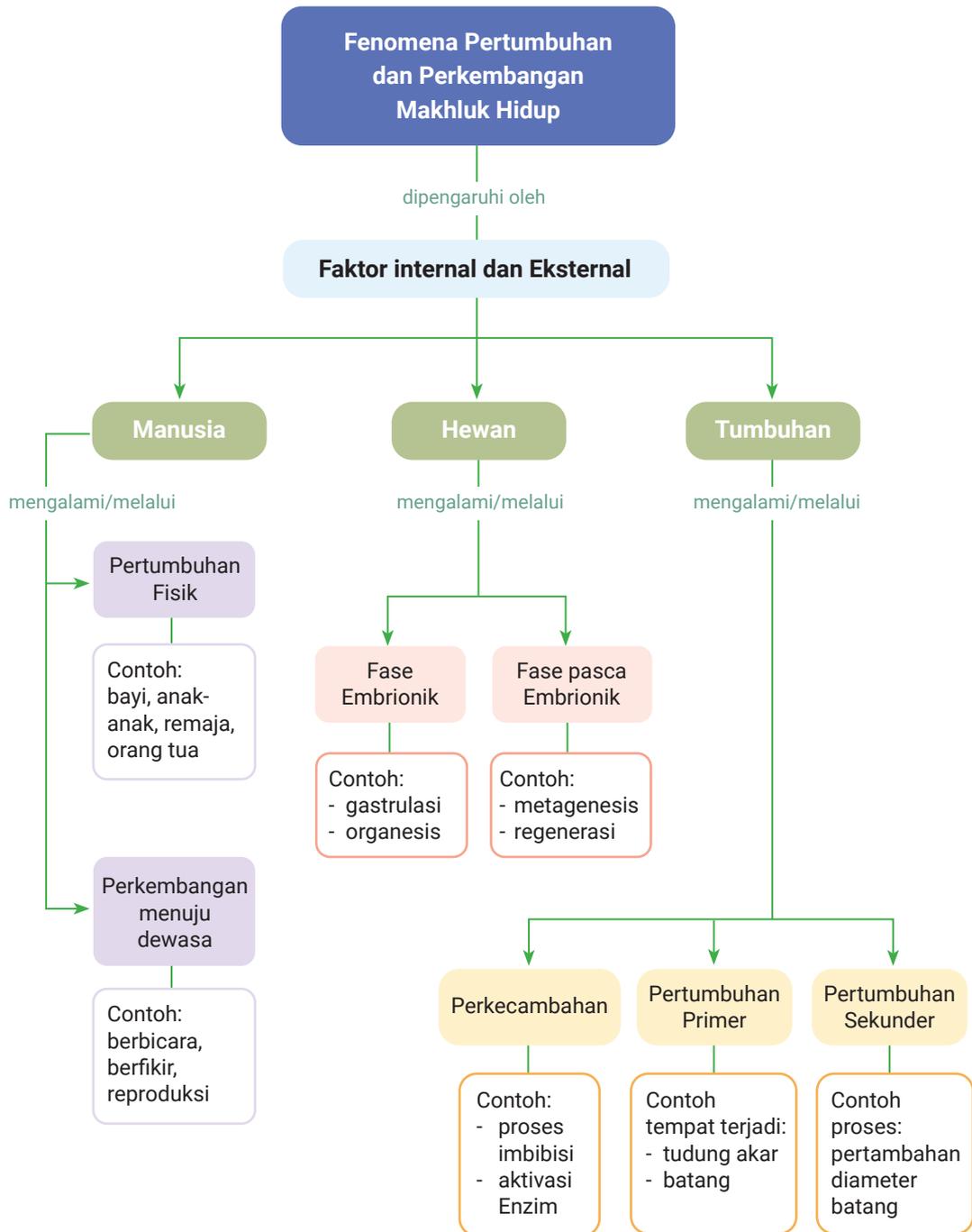
### Pokok Materi dan Hubungan antara Pokok Materi Tersebut dalam Mencapai Tujuan Pembelajaran

---

Pokok materi dalam bab ini adalah pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, hewan, dan manusia. Berbagai fenomena pertumbuhan pada tumbuhan, hewan, dan manusia yang diamati dapat memperkaya pengetahuan konseptual dan keterampilan proses sains peserta didik sesuai tujuan pembelajaran.

- Pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup akan berkaitan dengan pematangan fungsi organ-organ.
- Kegiatan menyelidiki pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup diharapkan membuat peserta didik semakin beriman dan bertakwa kepada Yang Maha Menciptakan.
- Berbagai kegiatan berkelompok untuk menyelidiki fenomena pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup membuat peserta didik bergotong royong.
- Proyek-proyek penyelidikan yang dilakukan dapat mengembangkan keterampilan proses dan sikap ilmiah seperti objektif, jujur, kritis, dan terbuka.

## Peta Konsep



## Gambaran Umum Bab

---

Pertumbuhan dan perkembangan merupakan salah satu ciri utama makhluk hidup. Keduanya memiliki arti yang berbeda, namun sama-sama mengacu pada perubahan yang progresif dan terjadi secara beriringan. Subbab pada topik tumbuh kembang makhluk hidup disusun berjenjang mulai dari mengingatkan kembali peserta didik mengenai konsep pertumbuhan dan perkembangan, perkembangan pada tumbuhan, pertumbuhan primer dan sekunder pada tumbuhan, pertumbuhan primer dan sekunder pada hewan, pertumbuhan primer dan sekunder pada manusia, serta ciri-ciri pertumbuhan sekunder pada manusia.

Total pertemuan yang disarankan pada bab ini adalah 4 pertemuan/12 jam pelajaran. Aktivitas-aktivitas pembelajaran yang disarankan adalah sebagai berikut:

- a. Peserta didik membaca materi mengenai pertumbuhan dan perkembangan secara umum untuk memahami perbedaannya.
- b. Peserta didik membaca materi mengenai proses perkecambahan dan mengamati gambar-gambar perkecambahan.
- c. Peserta didik melakukan kegiatan penyelidikan dan diskusi bersama teman kelompok untuk memahami perkembangan pada tumbuhan.
- d. Peserta didik membaca materi mengenai dua jenis pertumbuhan pada tumbuhan dan menghubungkannya dengan struktur tumbuhan.
- e. Peserta didik mencari dan membaca materi mengenai pertumbuhan dan perkembangan hewan, membuat mesin telur tetas sederhana.
- f. Peserta didik membaca materi mengenai pertumbuhan dan perkembangan manusia serta menganalisis infografis mengenai stunting di Indonesia.
- g. Peserta didik mencari informasi untuk membuat media yang menarik dan mudah dipahami mengenai ciri-ciri pertumbuhan sekunder pada manusia.
- h. Peserta didik membaca materi mengenai faktor internal yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dan menjelaskan diagram mengenai peran hormon terhadap tumbuhan.
- i. Peserta didik membaca materi mengenai faktor eksternal yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan serta menarik kesimpulan setelah melakukan penyelidikan pengaruh berbagai spektrum cahaya terhadap pertumbuhan tanaman melalui laboratorium virtual.
- j. Peserta didik membaca materi mengenai faktor internal dan faktor eksternal yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan dan manusia.
- k. Peserta didik melakukan refleksi pembelajaran.

Jenis penilaian yang dianjurkan adalah sebagai berikut:

1. Penilaian pengetahuan dalam bentuk tes dilakukan melalui Aktivitas 8.2, Aktivitas 8.4, Aktivitas 8.5, dan uji kompetensi.
2. Penilaian pengetahuan dalam bentuk non tes dilakukan melalui Aktivitas 8.1, Aktivitas 8.2, Aktivitas 8.3, Aktivitas 8.4, dan Aktivitas 8.6.
3. Penilaian keterampilan dilakukan melalui Aktivitas 8.1, Aktivitas 8.3, Aktivitas 8.4, Aktivitas 8.5, dan Aktivitas 8.6.
4. Penilaian sikap dilakukan melalui Aktivitas 8.1, Aktivitas 8.2, Aktivitas 8.3, dan Aktivitas 8.6.

Uji Kompetensi pada akhir bab terdiri dari 5 pertanyaan pilihan ganda dan 2 pertanyaan esai.

## B. Skema Pembelajaran

### 1. Subbab: Fenomena Pertumbuhan dan Perkembangan Alokasi waktu: 3 Kali Pertemuan/ 9 Jam Pelajaran

**Tabel 8.1 Skema Pembelajaran Materi Fenomena Pertumbuhan dan Perkembangan**

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu Per Unit	Pokok-Pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
Peserta didik dapat membedakan konsep pertumbuhan dan perkembangan setelah membaca materi mengenai pertumbuhan dan perkembangan.	45 menit	Pertumbuhan dan perkembangan.	Diskusi, tanya jawab, mengamati fenomena mengenai pertumbuhan dan perkembangan secara umum untuk memahami perbedaannya.	Tes (Tanya jawab dan refleksi selama aktivitas)

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu Per Unit	Pokok-Pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
Peserta didik dapat memprediksi terjadinya perkembangan pada biji tumbuhan saat proses perkecambahan berlangsung setelah membaca materi mengenai perkecambahan dan melakukan penyelidikan terhadap biji kacang hijau yang ditaruh dalam dua kondisi wadah yang berbeda, serta berdiskusi dengan teman kelompoknya.	135 menit	Perkembangan pada tumbuhan.	Melakukan kegiatan penyelidikan dan diskusi bersama teman kelompok terhadap biji kacang hijau yang ditaruh pada kondisi wadah yang berbeda untuk memahami perkembangan pada tumbuhan.	Observasi (Rubrik Aktivitas 8.1)
Peserta didik dapat mengevaluasi hasil penyelidikan pada fenomena yang terjadi di lingkungannya dengan keterkaitan teori konsep pertumbuhan primer dan sekunder setelah membaca materi mengenai pertumbuhan primer dan sekunder pada tumbuhan dan mengamati serta menganalisis persamaan antara pohon teh dan pohon hias bonsai.	45 menit	Pertumbuhan primer dan sekunder pada tumbuhan.	Mengamati persamaan pohon teh dan pohon hias bonsai di sekitar lingkungannya dan menganalisis penyebabnya untuk memahami pertumbuhan primer dan sekunder pada tumbuhan.	Tes

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu Per Unit	Pokok-Pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
Membaca dan mencari materi mengenai pertumbuhan dan perkembangan hewan, membuat mesin tetas sederhana, dan menetasakan telur ayam kampung untuk menggambarkan proses pertumbuhan dan perkembangan yang terjadi pada telur tersebut.	135 menit	Pertumbuhan dan perkembangan pada hewan.	Membuat mesin tetas sederhana dan menetasakan telur ayam kampung untuk menggambarkan proses pertumbuhan dan perkembangan yang terjadi pada telur tersebut.	Asesmen produk
Peserta didik mampu menyajikan ciri-ciri pertumbuhan sekunder pada manusia dalam bentuk media yang menarik dan mudah dipahami setelah mencari informasi dari berbagai sumber.	45 menit	Ciri-ciri pertumbuhan sekunder pada manusia.	Mencari informasi serta membuat media yang menarik dan mudah dipahami mengenai ciri-ciri pertumbuhan sekunder pada manusia.	Asesmen kinerja

## 2. Subbab: Faktor Yang Memengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Makhluk Hidup

Alokasi waktu: 1 Kali Pertemuan/ 3 Jam Pelajaran

Tabel 8.2 Skema Pembelajaran Materi Struktur Tubuh untuk Pertukaran dan Transpor Zat

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu Per Unit	Pokok-Pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
Peserta didik dapat memaparkan pengaruh hormon terhadap pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan setelah menginterpretasikan diagram mengenai peran hormon tumbuhan.	45 menit	Faktor-faktor internal yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.	Menginterpretasikan dan menjelaskan kembali diagram mengenai peran hormon terhadap tumbuhan kepada teman.	Observasi
Peserta didik dapat menelaah faktor-faktor internal dan eksternal yang dapat memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan setelah membaca materi mengenai faktor-faktor yang dapat memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, serta setelah melaksanakan penyelidikan pengaruh cahaya terhadap pertumbuhan tanaman melalui laboratorium virtual.	45 menit	Faktor-faktor eksternal yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.	Membuat penyelidikan pengaruh cahaya terhadap pertumbuhan tanaman melalui laboratorium virtual.	Asesmen Kinerja

Tujuan Pembelajaran	Alokasi Waktu Per Unit	Pokok-Pokok Materi	Aktivitas Pembelajaran	Asesmen
Peserta didik dapat menguraikan faktor-faktor internal dan eksternal yang memengaruhi hewan dan manusia setelah membaca materi mengenai faktor-faktor yang dapat memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan serta manusia.	45 menit	Faktor-faktor internal dan eksternal yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan dan manusia.	Diskusi kelompok mengenai faktor internal dan eksternal yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan dan manusia.	Penilaian produk

## C. Prosedur Kegiatan Pembelajaran

### 1. Subbab : Fenomena Pertumbuhan dan Perkembangan Alokasi Waktu : 3 Kali Pertemuan/9 Jam Pelajaran

#### a. Pertemuan 1

##### 1) Persiapan mengajar

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempersiapkan sarana dan prasarana yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran

#### Aktivitas 8.1

Sejumlah biji kacang hijau, wadah plastik untuk menanam kacang hijau, kapas, akuades secukupnya, kamera untuk mendokumentasikan.

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempersiapkan beberapa rubrik untuk penilaian diantaranya adalah

- Aktivitas 8.1
- Aktivitas 8.2

(Terlampir)

## 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen Diagnostik)

3. Arahkan peserta didik untuk memperhatikan gambar di bagian halaman depan bab dan membaca pendahuluan bab.
4. Tanyakan kepada peserta didik mengenai gambar yang ada pada bagian halaman depan buku siswa.
  - Gambar apa yang kalian lihat?
  - Bagaimana perbedaan antara anak sapi dan induk sapi tersebut?
  - Adakah perbedaan lain yang dapat kalian temukan?
  - Mengapa dapat terjadi perbedaan ukuran antara anak sapi dan induk sapi?
5. Ajak peserta didik untuk mengingat dan berpikir kembali mengenai konsep sel, organ dan sistem organ, dan reproduksi, kemudian kaitkan definisi pertumbuhan dengan penambahan jumlah sel. Setelah itu, tekankan bahwa setiap pertumbuhan diiringi dengan perkembangan yang ditandai dengan kematangan fungsi suatu bagian pada makhluk hidup.

### Kegiatan Inti

1. Ajaklah peserta didik untuk menyampaikan hasil penyelidikan kelompok mengenai perkecambahan biji kacang hijau pada dua kondisi wadah yang berbeda yang telah ditugaskan satu pekan sebelumnya (**Ayo Melakukan Penyelidikan Aktivitas 8.1**).
2. Arahkan peserta didik di kelompok lain berkomentar dan membandingkan hasil penyelidikan mereka dengan hasil penyelidikan kelompok yang telah menyampaikan hasilnya.
3. Tekankan konsep bahwa salah satu fenomena perkembangan pada tumbuhan terjadi dalam proses perkecambahan ditandai dengan berubahnya bentuk biji menjadi bentuk plantula, dilengkapi oleh bagian plumula (bakal daun) dan radikula (bakal akar).
4. Pilihlah kelompok peserta didik untuk menyampaikan hasil eksplorasi dan analisis persamaan pohon teh dan pohon hias bonsai yang telah dilakukan setiap kelompok yang ditugaskan satu pekan sebelumnya (**Ayo Bereksplorasi Aktivitas 8.2**).
5. Pancinglah agar peserta didik di kelompok lain berkomentar dan membandingkan hasil eksplorasi mereka dengan hasil eksplorasi kelompok yang telah menyampaikan hasilnya.

6. Tegaskan konsep bahwa pertumbuhan primer membuat tumbuhan semakin tinggi atau semakin panjang karena pertumbuhan terjadi di meristem apikal pada ujung akar dan ujung batang, sementara pertumbuhan sekunder membuat batang melebar karena pertumbuhan terjadi di meristem lateral pada kambium batang (peserta didik diinstruksikan untuk melihat Gambar 8.4 Jaringan Meristem), kemudian kaitkan dengan hasil eksplorasi pohon teh dan pohon hias bonsai yang tidak meninggi dan melebar karena hormon yang menyebabkan pertumbuhan primer dan sekundernya diatur agar tidak dihasilkan secara normal.
7. Berikanlah apresiasi pada peserta didik yang telah menyajikan data-data kelompoknya dan pada seluruh peserta didik yang telah melakukan penyelidikan dan eksplorasi.
8. Ajaklah peserta didik untuk bersyukur atas karunia Tuhan dan bersyukur karena pengetahuan mengenai tumbuh dan kembang tumbuhan dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang kehidupan.
9. Ajaklah peserta didik untuk mengidentifikasi setiap manfaat pertumbuhan primer dan sekunder pada tumbuhan bagi kebutuhan hidup manusia, seperti pangan, sandang, dan papan.
10. Ajaklah peserta didik untuk menanam tumbuhan di pekarangan rumahnya masing-masing agar dapat mengambil manfaatnya di kemudian hari.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran)**

Ajaklah peserta didik merefleksi hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.

#### **(Tindak Lanjut Pembelajaran)**

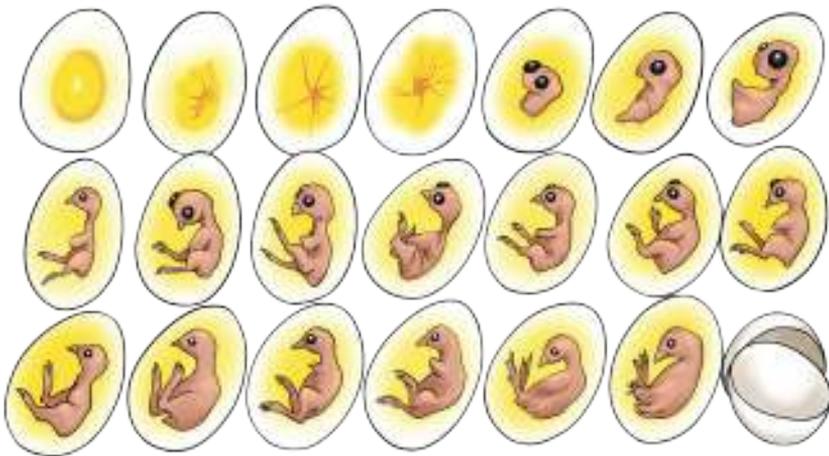
1. Ajaklah peserta didik untuk mencari lebih banyak informasi mengenai pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan secara mendalam.
2. Ajaklah peserta didik untuk menerapkan pengetahuannya ke dalam perilaku berorientasi lingkungan (menanam tumbuhan, tidak membuang makanan, dan sebagainya).

## b. Pertemuan 2

### 1) Persiapan mengajar

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempersiapkan

- Referensi yang perlu dipelajari terlebih dahulu.
- Gambar proses tumbuh kembang embrio ayam.



Sarana dan prasarana yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran

#### Aktivitas 8.3

Telur ayam kampung yang dibuahi, mesin tetas buatan peserta didik, termometer suhu, dan alat dokumentasi.

Guru juga mempersiapkan Rubrik penilaian untuk:

- Aktivitas 8.3 (terlampir)

### 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

#### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen Diagnostik)

1. Peserta didik untuk memperhatikan telur yang dipegang oleh masing-masing orang.
2. Tanyakan kepada peserta didik beberapa pertanyaan pemantik:
  - Apa isi telur tersebut?
  - Mengapa sebutir telur dapat menjadi seekor anak ayam?
  - Adakah perubahan yang terjadi di dalamnya selama telur dierami oleh induknya?
  - Apa hal ini juga berlaku untuk hewan lain?

3. Ajaklah peserta didik untuk mengingat dan berpikir kembali mengenai konsep pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan, kemudian menghubungkannya dengan pertumbuhan dan perkembangan pada hewan. Tegaskan pentingnya ilmu pengetahuan mengenai pertumbuhan dan perkembangan pada hewan bagi berbagai bidang kehidupan, contohnya dalam ranah perternakan.

### **Kegiatan Inti**

1. Minta peserta didik untuk membaca materi mengenai pertumbuhan dan perkembangan hewan.
2. Ajak peserta didik untuk mempresentasikan gambar hasil eksplorasi mereka mengenai pertumbuhan dan perkembangan embrio ayam (telur) yang telah ditugaskan tiga pekan sebelumnya.
3. Pancinglah pendapat dan komentar peserta didik lain terhadap presentasi yang telah disampaikan peserta didik sebelumnya.
4. Guru menegaskan bahwa pertumbuhan dan perkembangan embrio ayam salah satunya dipengaruhi oleh suhu yang optimal.
5. Berikanlah apresiasi bagi peserta didik yang telah melakukan presentasi, berpendapat, dan berkomentar, serta bagi seluruh peserta didik yang telah melakukan eksplorasi dan mengerjakan tugas sesuai petunjuk.
6. Ajak peserta didik untuk bersyukur atas karunia Tuhan dan bersyukur karena pengetahuan mengenai tumbuh dan kembang pada hewan dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang kehidupan.
7. Ajak peserta didik untuk mengamati lingkungan sekitar dan membedakan perkembangan serta pertumbuhan pada hewan yang ditemuinya.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran)**

Ajak peserta didik merefleksi hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.

#### **(Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Ajak peserta didik untuk mencari lebih banyak informasi mengenai pertumbuhan dan perkembangan pada hewan secara mendalam.
2. Ajak peserta didik untuk berdiskusi mengenai penerapan pengetahuan mengenai manfaat tumbuh kembang hewan bagi manusia, seperti tentang merawat hewan ternak atau hewan peliharaan.

### c. Pertemuan 3

#### 1) Persiapan mengajar

Sebelum kegiatan pembelajaran guru mempersiapkan :

- Referensi yang perlu dipelajari terlebih dahulu.
- Grafik proporsi status gizi sangat pendek dan pendek pada balita menurut provinsi 2013-2018.



Sumber: [paudpedia.kemdikbud.go.id](http://paudpedia.kemdikbud.go.id) (2022)

Guru mempersiapkan rubrik penilaian untuk:

- Aktivitas 8.4 (terlampir)

#### 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

##### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen Diagnostik)

1. Arahkan peserta didik untuk melihat fotonya sewaktu bayi dan membandingkannya dengan fotonya terkini.
2. Tanyakan kepada peserta didik mengenai kedua foto tersebut:
  - Apa perbedaan fisik dari orang dalam foto bayi dengan orang dalam foto terkini?
  - Adakah perbedaan lain yang dapat kalian temukan?
  - Mengapa dapat terjadi perbedaan pada fisik pada orang dalam kedua foto tersebut?
3. Ajak peserta didik untuk mengingat dan berpikir kembali mengenai konsep pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan serta hewan, kemudian mengidentifikasi persamaan dan perbedaan antara proses pertumbuhan dan perkembangan keduanya dengan pertumbuhan

dan perkembangan pada manusia. Uraikan manfaat dari mempelajari topik ini untuk lebih menarik perhatian dan simpati peserta didik. Contohnya, pengetahuan mengenai pertumbuhan dan perkembangan manusia dapat digunakan untuk mempersiapkan generasi masa depan yang lebih sehat secara fisik maupun psikis.

### **Kegiatan Inti**

1. Minta peserta didik untuk membaca materi mengenai pertumbuhan dan perkembangan pada manusia.
2. Minta peserta didik untuk membaca materi mengenai stunting di Indonesia pada buku siswa. Kemudian, mintalah peserta didik untuk berdiskusi dan mencari informasi dari sumber yang terpercaya mengenai *stunting* dan penyebab terjadinya *stunting*.
3. Kemudian minta peserta didik untuk menyampaikan hasil diskusinya mengenai *stunting* dan menghubungkan antara penyebab *stunting* dengan faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan.
4. Setelah itu, ajaklah peserta didik untuk membayangkan ciri-ciri fisik seseorang yang telah dewasa. Minta peserta didik untuk menyimpulkan mengenai hal tersebut dan menyajikannya dalam bentuk tampilan yang menarik dan mudah dipahami.
5. Ajak peserta didik untuk bersyukur atas karunia Tuhan dan bersyukur karena pengetahuan mengenai tumbuh dan kembang pada hewan dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang kehidupan.
6. Minta peserta didik membuat tabel untuk membedakan fenomena pertumbuhan dan perkembangan pada manusia.

### **Kegiatan Penutup**

#### **(Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran)**

Ajak peserta didik merefleksi hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.

#### **(Tindak Lanjut Pembelajaran)**

1. Ajak peserta didik untuk mencari lebih banyak informasi mengenai pertumbuhan dan perkembangan pada manusia secara mendalam.
2. Ajak peserta didik untuk berdiskusi mengenai penerapan pengetahuan mengenai manfaat tumbuh kembang manusia, seperti pengalaman diri sendiri atau orang lain dalam menghadapi pertumbuhan dan perkembangan dari bayi hingga remaja, atau seputar pubertas yang pernah mereka alami.

### 3. Subbab: Faktor yang Memengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Makhluk Hidup

Alokasi waktu: 1 Kali Pertemuan/3 Jam Pelajaran

#### a. Pertemuan 4

##### 1) Persiapan mengajar

Sebelum memulai pembelajaran, guru mempersiapkan referensi diantaranya adalah tautan tentang laboratorium virtual yang mendeskripsikan pengaruh spektrum cahaya terhadap pertumbuhan tanaman dan tautan yang berisi tentang grafik dan penelitian rata-rata tinggi manusia.

##### 2) Kegiatan pembelajaran (di kelas/luar kelas)

###### Kegiatan Pendahuluan (Apersepsi, Motivasi, dan Asesmen Diagnostik)

1. Berikan pertanyaan kepada peserta didik:
  - Apakah kalian pernah membeli buah mangga?
  - Apakah kalian pernah menemukan dua mangga yang rasanya berbeda padahal berjenis sama?
  - Mengapa hal itu bisa terjadi? Apakah hal tersebut berhubungan dengan proses pertumbuhan dan perkembangannya?
  - Bagaimana hubungannya?
2. Ajak peserta didik untuk mengingat materi mengenai pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan, hewan, dan manusia, serta menghubungkannya dengan keragaman tingkat gen yang memengaruhi keberadaan hormon, sehingga proses perkembangan dan pertumbuhan dapat terdampak olehnya. Selain itu, kaitkan konsep hormon dengan faktor lingkungan yang dapat menimbulkan efek terhadapnya. Tegaskan pula bahwa manfaat mempelajari topik ini, salah satunya adalah untuk mendukung berbagai aktivitas manusia yang melibatkan pemanfaatan konsep pertumbuhan dan perkembangan.

###### Kegiatan Inti

1. Minta peserta didik untuk membaca materi mengenai faktor-faktor internal yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan.
2. Minta peserta didik untuk menjelaskan kembali peranan setiap hormon pada tumbuhan terhadap pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan setelah menginterpretasikan diagram pada Aktivitas 8.5.

3. Minta peserta didik untuk mempresentasikan proyek kelompoknya mengenai pengaruh spektrum cahaya terhadap pertumbuhan tanaman sesuai panduan Aktivitas 8.6.
4. Arahkan diskusi interaktif antarkelompok.
5. Guru menegaskan kembali faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan.
6. Minta peserta didik untuk membaca materi mengenai faktor-faktor internal dan eksternal yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada hewan dan manusia.
7. Ajak peserta didik membuat poster pencegahan atau infografis yang mengedukasi masyarakat mengenai stuntung.
8. Ajak peserta didik menarik kesimpulan terkait faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan makhluk hidup dengan mengorelasikan faktor-faktor pada tumbuhan, hewan, dan manusia.
9. Arahkan peserta didik untuk melakukan Aktivitas 8.7 dan menyajikan hasilnya dalam bentuk tabel pengamatan.
10. Minta peserta didik untuk menyimpulkan hasil Aktivitas 8.7.
11. Ajak peserta didik untuk bersyukur atas karunia Tuhan dan bersyukur karena pengetahuan mengenai faktor-faktor tumbuh dan kembang pada tumbuhan, hewan, dan manusia dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang kehidupan.
12. Ajak peserta didik untuk melakukan kegiatan yang bermanfaat dan bernilai ekologis serta ekonomis seperti berkebun, dengan mempertimbangkan berbagai faktor yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan untuk melatih peserta didik dalam menghasilkan sesuatu yang berkualitas dengan cara yang sederhana.

### **Kegiatan Penutup (Refleksi dan Evaluasi Pembelajaran)**

1. Ajak peserta didik merefleksi hal-hal yang telah dipahami dan yang tidak dipahami pada pertemuan ini.
2. Minta peserta didik mengerjakan Uji Kompetensi.

### **Tindak Lanjut Pembelajaran**

1. Ajaklah peserta didik untuk mencari lebih banyak informasi mengenai faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan, hewan, dan manusia secara mendalam.
2. Ajaklah peserta didik untuk berdiskusi mengenai penerapan faktor-faktor yang berpengaruh pada pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup dengan permasalahan yang terjadi pada keseharian manusia.

## D. Interaksi dengan Orang Tua

Anda dapat memberikan informasi kepada orang tua terkait penugasan yang diberikan kepada anaknya. Ketika peserta didik mendapat tugas untuk mencari informasi di internet, diharapkan orang tua juga ikut mengawasi. Selain itu, anda dapat menginformasikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab.

## E. Refleksi Guru

- Apakah seluruh peserta didik dapat mengikuti pembelajaran dengan baik?
- Kesulitan apa saja yang dialami?
- Langkah apa yang perlu dilakukan untuk memperbaiki proses belajar?

## F. Asesmen/Penilaian

Bagian ini berisi informasi tentang asesmen pada Bab 8.

### Aktivitas 8.1

Peserta didik diharapkan:

- Menyebutkan hasil pengamatan bahwa biji yang dimasukkan ke dalam wadah berisi air mengalami pertumbuhan, sedangkan biji dalam wadah kering tidak.
- Menghubungkan imbibisi dengan perkecambahan.
- Tahap pertama suatu perkecambahan benih dimulai dengan proses penyerapan air oleh benih, melunaknya kulit biji dan hidrasi dari protoplasma. Tahap kedua dimulai dari kegiatan-kegiatan sel dan enzim-enzim serta naiknya tingkat respirasi benih. Tahap ketiga merupakan tahap dimana terjadi penguraian bahan-bahan karbohidrat, lemak, dan protein menjadi bentuk-bentuk yang melarut dan ditranslokasikan ke titik tumbuh. Tahap keempat adalah asimilasi dari bahan yang telah diuraikan tadi nerismatik untuk menghasilkan energi bagi kegiatan pembentukan komponen dan pertumbuhan sel-sel baru. Tahap kelima adalah pertumbuhan kecambah melalui proses pembelahan, pembesaran, dan pembagian sel-sel pada titik-titik tumbuh.

Skor maksimal peserta didik adalah 10.

## Aktivitas 8.2

Peserta didik diharapkan:

- Menyebutkan persamaan pohon teh dan bonsai, yaitu tumbuh ke samping dan memiliki banyak percabangan.
- Menyebutkan adanya pemotongan pucuk atau penghilangan auksin pada ujung batang berdampak pada terhambatnya pertumbuhan tinggi pohon teh dan bonsai. Pohon teh sebetulnya pohon yang dapat tumbuh tinggi, tetapi kita akan menemukan pohon teh di kebun teh tidak ada yang tumbuh tinggi. Hal tersebut disebabkan diambilnya pucuk daun teh untuk diproduksi menjadi teh siap seduh. Pada saat pucuk teh dipangkas maka fungsi dari hormon auksin akan terhambat. Hormon auksin adalah hormon pada tumbuhan yang dapat ditemukan pada ujung batang (pucuk), akar, dan pembentukan bunga yang berfungsi sebagai pengatur pembesaran. Hormon auksin pada tumbuhan yang terdapat pada daerah pucuk teh ini berfungsi untuk pertumbuhan primer, yaitu menumbuhkan meristem apikal ke arah atas. Jika hormon auksin dihilangkan, akibatnya pertumbuhan meristem apikal akan terhenti (terhambat). Pada saat meristem apikal terhambat maka yang akan terjadi adalah stimulasi untuk menumbuhkan meristem lateral dalam wujud pertumbuhan tunas pucuk-pucuk, daun-daun muda baru ke arah samping.

Skor maksimal untuk jawaban peserta didik adalah 10.

## Aktivitas 8.3

Contoh gambar kurang lebih seperti ini:



Sumber: [happyheartsplaycare.com](http://happyheartsplaycare.com)

#### Aktivitas 8.4

Peserta didik diharapkan membuat kesimpulan tentang tanda manusia yang sudah dewasa dalam berbagai bentuk media, misalnya infografis, tabel, video, dan PowerPoint.

Asesmen yang disarankan adalah menggunakan rubrik kinerja (presentasi).

#### Contoh Rubrik Penilaian Presentasi

Kriteria	Skor		
	3	2	1
Kesesuaian isi dengan tujuan.	Semua isi presentasi sesuai dengan tujuan.	Sebagian isi presentasi sesuai dengan tujuan.	Semua isi presentasi tidak sesuai dengan tujuan.
Validitas konten	Seluruh materi yang dipresentasikan berdasarkan referensi/data.	Sebagian materi yang dipresentasikan berdasarkan referensi/data	Materi yang dipresentasikan tidak berdasarkan referensi/data.
Penggunaan Bahasa.	Mampu mempresentasikan dengan bahasa yang mudah dipahami.	Mampu mempresentasikan dengan bahasa yang cukup mudah dipahami.	Mampu mempresentasikan dengan bahasa yang sulit dipahami.
Alat pendukung presentasi.	Menggunakan alat pendukung yang lengkap.	Menggunakan alat pendukung yang cukup lengkap.	Menggunakan alat pendukung yang kurang lengkap.

#### Aktivitas 8.5

Berdasarkan diagram, peserta didik diharapkan menjelaskan dengan bahasa sendiri bahwa:

- Hormon giberelin berperan dalam perkecambahan, pertumbuhan menuju dewasa, pembungaan, dan pada tahap awal perkembangan buah.
- Hormon auksin berperan dalam pertumbuhan menuju dewasa, pembungaan, dan pada tahap awal perkembangan buah.
- Hormon sitokinin berperan dalam pertumbuhan menuju dewasa, pembungaan, dan perkembangan buah.
- Hormon etilen berperan dalam tahap akhir pembungaan, perkembangan buah, dan absisi pada musim kering.
- Hormon absisi berperan dalam absisi dan dormansi biji.

**Rubrik penilaian kompetensi berkomunikasi secara verbal:**

Kriteria	Skor		
	3	2	1
Kemampuan menafsirkan gambar	Menjelaskan lebih dari 3 hormon dan peranannya.	Menjelaskan 2 hormon dan peranannya.	Menjelaskan 1 hormon dan peranannya
Penggunaan bahasa	Penyampaian dapat dipahami	Penyampaian sebagian dapat dipahami.	Penyampaian tidak dapat dipahami.

Ketercapaian di bawah 60 persen perlu diberikan penguatan pada aktivitas berikutnya.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimal}} \times 100$$

**Aktivitas 8.6**

Tabel hasil pengamatan

Warna Cahaya	Rerata Tinggi Tanaman Bayam	Rerata Tinggi Tanaman Lobak	Rerata Tinggi Tanaman Kol
Merah			
Jingga			
Hijau			
Biru			
Violet			

Kesimpulannya adalah tanaman yang tumbuh pada lingkungan cahaya biru dan merah lebih baik dari cahaya yang lain.

**Aktivitas 8.7**

Rubrik penilaian

Nama	Indikator				
	Pengetahuan			Afektif	Keterampilan
	Definisi Stunting	Penyebab Stunting	Pencegahan	Berkolaborasi dengan teman	Desain

Contoh:



Sumber: KKN UGM



Sumber: KKN Undip

### Kunci Jawaban Uji Kompetensi

I. 1. D 2. B 3. B 4. A 5. C

II.

1. Dampak pemberian pakan berlebih dalam jangka panjang mengakibatkan menurunnya kualitas air diantaranya adalah berkurangnya kadar oksigen terlarut (DO). Pakan yang mengendap dalam dasar air juga merupakan sumber penyakit bagi ikan, terjadi fermentasi menjadi ammonia.
2. Peran penting lahirnya individu manusia yang sehat ada pada ibu. Beberapa aktivitas penting dilakukan selama masa kehamilan diantaranya adalah:
  - Mengonsumsi makanan yang kaya nutrisi.
  - Mengonsumsi multivitamin yang kaya dengan asam folat.
  - Menghindari konsumsi alkohol dan obatan-obatan tertentu.
  - Tidak merokok.
  - Menjaga berat badan.

## G. Pengayaan

Bacaan mengenai salah satu artikel penelitian yang dipublikasikan di jurnal penelitian memaparkan hasil revidu tentang bukti-bukti terkait gen yang bertanggung jawab terhadap fenomena stunting di negara-negara Asia. Berikut adalah tautan artikel yang dimaksud:

<https://doi.org/10.1016/j.mgene.2021.100970>

## H. Lembar Kegiatan Peserta Didik

### LKPD (Ayo Melakukan Penyelidikan Aktivitas 8.2)

**Kelompok :**

**Anggota :**

**Tujuan Kegiatan:**

Menentukan tipe perkecambahan kacang hijau.

**Langkah-Langkah Kegiatan:**

1. Tempatkan beberapa biji kacang hijau di dua wadah yang berbeda, satu wadah berisi air dan satu lagi wadah kering.
2. Simpan kacang-kacang hijau tersebut dalam 24 jam.
3. Ambil kacang hijau dari kedua wadah lalu simpan diatas kapas basah selama beberapa hari.
4. Amati dan catat perubahan yang terjadi.

**Pertanyaan:**

1. Apakah jenis perkecambahan kacang hijau? Jelaskan alasanmu!

Jawaban: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Gambarkan atau tempel foto hasil pengamatan yang kalian lakukan!

Jawaban: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## LKPD (Ayo Berpikir Kritis 8.7)

**Kelompok :**

**Anggota :**

**Tujuan Kegiatan:**

Mengidentifikasi spektrum cahaya yang berpengaruh terhadap tinggi tanaman.

**Langkah-langkah Kegiatan :**

1. Mengunjungi situs virtual laboratorium yang diarahkan oleh guru, salah satunya melalui tautan: <https://s.id/1s8Wr>
2. Pilihlah tanaman bayam (spinach).
3. Pilih spektrum cahaya yang akan diujicobakan.
4. Klik tombol daya on.
5. Ukur tinggi tanaman menggunakan penggaris yang ada pada virtual lab.
6. Ulangi aktivitasnya sampai semua tanaman dan semua spektrum cahaya diuji.
7. Sajikan hasilnya dalam tabel hasil pengamatan. Berikut adalah contoh dari tabel untuk menyajikan hasil pengukuran.

Warna Cahaya	Rerata Tinggi Tanaman Bayam	Rerata Tinggi Tanaman Lobak	Rerata Tinggi Tanaman Kol
Merah			
Jingga			
Hijau			
Biru			
Violet			

8. Buatlah kesimpulan mengenai percobaan yang telah dilakukan.

**Pertanyaan:**

1. Apakah ada perbedaan pengaruh spektrum cahaya pada setiap tanaman?

Jawaban: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Bagaimana pengaruh spektrum cahaya pada pertumbuhan tanaman?

Jawaban: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. Apa yang bisa kalian simpulkan setelah melakukan percobaan tersebut?

Jawaban: \_\_\_\_\_

4. Jika cahaya putih memiliki seluruh spektrum warna, hasil seperti apa yang akan didapat jika tumbuhan diberi cahaya putih?

Jawaban: \_\_\_\_\_

### LKPD (Ayo Berpikir Kreatif 8.8)

**Kelompok :**

**Anggota :**

**Tujuan Kegiatan:**

Membuat ide atau alternatif solusi untuk mencegah *stunting*.

**Langkah-Langkah Kegiatan:**

1. Identifikasi permasalahan *stunting* dan program yang sudah dilakukan di lingkunganmu.
2. Secara berkelompok, diskusikan mengenai cara alternatif untuk mencegah *stunting*.
3. Sajikan ide dan hasil diskusimu dalam bentuk poster. Berikut adalah contoh dari poster untuk memberikan informasi seputar *stunting*.



Sumber: KKN UGM



Sumber: KKN Undip

**Pertanyaan:**

1. Apakah di sekitarmu sudah dilakukan program pencegahan *stunting*? Jika iya, bagaimana program tersebut dilakukan?

Jawaban: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Bagaimana caramu mencegah *stunting*?

Jawaban: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## I. Bahan Bacaan Peserta Didik

Bahan bacaan utama peserta didik adalah buku siswa. Guru dapat mengarahkan peserta didik mencari referensi lain seperti jurnal penelitian dan *website* resmi seperti seperti *website* kementerian kesehatan ketika membahas *stunting* melalui tautan: [s.id/1s78U](https://s.id/1s78U), serta *website* kementerian pertanian ketika membahas pertumbuhan pada tumbuhan melalui tautan: [s.id/1s7e2](https://s.id/1s7e2).

## J. Bahan Bacaan Guru

Bahan bacaan pendukung untuk guru dapat menggunakan beragam sumber yang terpercaya misal buku teks yang terkait dengan pokok materi bab ini. Beberapa artikel atau penggalan teks yang digunakan sebagai bahan bacaan peserta didik di buku teks juga harus dipahami sebelumnya oleh guru. Beberapa buku teks Biologi yang digunakan sebagai literatur dan ada di daftar pustaka buku teks dapat menjadi pilihan bacaan guru.

### **Panduan Keselamatan Kerja selama Aktivitas**

1. Siapkan perlengkapan pertolongan pertama keselamatan di laboratorium dan pastikan kesediaan peralatan tersebut.
2. Perhatikan cara memegang dan memindahkan mikroskop dengan memberikan contoh pada peserta didik menggunakan kedua tangan. Tangan yang pertama memegang leher mikroskop, dan tangan yang kedua menumpu bagian bawah mikroskop.
3. Awasi peserta didik yang menggunakan mikroskop bersumberdaya listrik, pastikan tidak ada barang dan bahan cair yang tumpah ke mikroskop.
4. Mintalah peserta didik untuk berhati-hati saat memutar makrometer mikroskop agar kaca preparat tidak pecah.
5. Jika peserta didik memecahkan kaca preparat, minta peserta didik untuk segera mengganti kaca preparat dengan yang baru.
6. Mintalah peserta didik untuk berhati-hati saat membersihkan pecahan kaca preparat agar tidak terluka.
7. Apabila peserta didik terluka terkena benda tajam, segera berikan pertolongan pertama yakni cuci dengan air mengalir, jika pendarahan terjadi, posisikan bagian tubuh yang terluka di atas posisi jantung. Bersihkan luka dengan alkohol atau sejenisnya untuk menghindari infeksi. Balutlah luka setelahnya. Jika pendarahan masih terjadi, atau luka bersifat dalam dan parah, segera antarkan peserta didik ke pusat pelayanan kesehatan terdekat.
8. Terapkan pertolongan pertama pula jika peserta didik terluka karena bahan yang berbahaya, tetapi perlakukan luka sesuai dengan sifat bahan berbahaya yang menyebabkannya.
9. Pastikan peserta didik telah memahami lambang bahan-bahan yang ada di laboratorium.

# Glosarium

---

**aglutinasi:** penggumpalan darah akibat pengenalan antibodi aglutinin terhadap protein aglutinogen di permukaan sel darah merah.

**AIDS (*Acquired Immune Deficiency Syndrome*):** fase paling parah dalam infeksi HIV (*Human Immunodeficiency Viruses*) yang ditandai dengan ketidakmampuan tubuh merespon infeksi, akibatnya infeksi ringan dapat berdampak mematikan bagi penderitanya.

**alergi:** respon hipersensitif imun tubuh yang muncul terhadap antigen yang dalam kondisi normal tidak memicu respon imun dan tidak bersifat umum pada populasi.

**alveolus:** kantung-kantung tipis selapis sel epitel dan pembuluh kapiler yang menjadi struktur utama pengisi organ paru-paru hewan vertebrata dan manusia.

**amilase:** enzim pemecah amilum menjadi monomernya, yaitu glukosa, terdapat pada rongga mulut dan usus halus.

**antibodi:** protein plasma darah, dikenal sebagai imunoglobulin, yang dapat mengenali patogen secara spesifik dan memicu respon imun selanjutnya.

**antigen:** molekul pemicu respon antibodi dan respon imun lainnya. Molekul antigen dapat berupa komponen sel patogen (umumnya mikroorganisme) maupun molekul bebas (seperti alergen pemicu alergi).

**APCs (*Antigen-Presenting Cells*):** sel penyaji antigen, makrofag yang memaparkan serpihan sisa fagositosis di membran sel sehingga dapat dikenali limfosit untuk melakukan respon imun selanjutnya.

**arteri:** pembuluh darah yang menjadi saluran darah mengalir keluar dari jantung.

**asam absisat:** hormon pada tumbuhan yang menghambat pertumbuhan dan menyebabkan tumbuhan memasuki masa dormansi.

**ataksia:** gangguan koordinasi tubuh yang ditandai dengan gerak yang tak terkendali.

**augmentasi:** tahapan pembentukan urin yang ditandai dengan penambahan zat-zat sampah metabolisme, racun atau zat berlebih dari tubuh untuk dikeluarkan bersama urin.

**auksin:** hormon pertumbuhan pada tumbuhan yang berperan meningkatkan volume sel dengan meregangkan struktur molekul dinding sel tumbuhan. Auksin dihasilkan oleh meristem apikal di ujung batang dan akar.

**autoimun:** kondisi ketika sistem kekebalan tubuh seseorang menyerang tubuhnya sendiri.

**badan golgi:** organel berupa lipatan-lipatan membran, berperan dalam pembentukan dan transport molekul, khususnya yang akan dikeluarkan dari sel (sekretori).

**diafise:** bagian tengah dari tulang pipa, diapit oleh bagian-bagian ujung tulang (epifise).

**diartrosis:** sendi (hubungan antartulang) yang memungkinkan terjadinya beragam gerakan bebas.

**difusi sederhana:** perpindahan zat terlarut dari bagian dengan konsentrasi zat terlarut yang tinggi ke bagian dengan konsentrasi zat terlarut rendah.

**difusi terfasilitasi:** proses difusi dengan dibantu protein membran dalam memindahkan zat terlarutnya.

**dinding sel:** lapisan di luar membran sel pada beberapa tipe sel organisme (bakteri, tumbuhan dan jamur).

**dismenorea:** rasa nyeri sebelum atau saat menstruasi akibat kontraksi hebat pada uterus.

**epidermis:** jaringan pelapis terluar pada struktur tumbuhan.

**eritrosit:** sel darah dengan kandungan pigmen hemoglobin (berwarna merah) untuk mengangkut gas, khususnya sebagian besar oksigen dan sebagian kecil karbon dioksida.

**estrogen:** hormon reproduksi pada individu betina, dihasilkan oleh ovarium dan memengaruhi pembentukan sel telur, pematangan organ reproduksi dan ciri kelamin sekunder lainnya.

**eukariotik:** salah satu tipe sel dengan ciri adanya membran inti sel yang membatasi materi genetik dengan bagian sel lainnya. Tipe yang umum ditemukan pada organisme seluler, kecuali bakteri dan alga biru.

**fagosit:** sel darah putih dengan kemampuan melakukan fagositosis terhadap patogen, contohnya adalah sel neutrofil.

**fagositosis:** proses seluler dimana sel “makan” dengan cara memasukan partikel makanan kedalam membran dan digabung dengan lisosom berisi enzim pencernaan di dalam sitoplasma.

**fagosom:** kantung membran berisi partikel antigen dalam proses fagositosis sebelum bergabung dengan lisosom.

**fertilisasi:** peleburan sel sperma dan sel telur baik di dalam tubuh betina maupun di luar tubuh

**filtrasi:** tahapan pembentukan urin yang ditandai dengan penyaringan darah oleh sel podosit di glomerulus nefron ginjal.

**fosfolipid:** molekul lipid penyusun membran plasma. Sisi fosfat bersifat hidrofilik dan sisi lipid bersifat hidrofobik.

**fotoreseptor:** sel dengan kandungan molekul yang peka terhadap kondisi cahaya. Molekul tersebut dapat berupa pigmen, protein membran, dan vitamin. Sel tersebut berperan sebagai penangkap stimulus.

**FSH (*Follicle Stimulating Hormone*):** hormon hipofisis yang memicu pembentukan dan pematangan sel telur dan sperma.

**gastritis:** peradangan pada dinding lambung.

**giberelin:** hormon pertumbuhan pada tumbuhan yang berperan memicu perkembangan biji dan mengendalikan perbungaan.

**GnRH (*Gonadotropin Releasing Hormone*):** hormon yang dihasilkan hipotalamus untuk memicu hipofisis menghasilkan hormon reproduksi.

**gradien konsentrasi:** perbedaan konsentrasi zat terlarut antara dua larutan yang dipisahkan membran semipermeabel.

**heme:** gugus zat besi pada hemoglobin, dikaitkan langsung dengan pengikatan gas.

**hemoglobin:** pigmen pada sel darah merah, berupa molekul protein besar dengan 4 sub unit protein kecil yang terikat dengan gugus heme (mengandung zat besi).

**hidrofilik:** sifat molekul yang dapat larut pada pelarut polar, dalam hal ini adalah air. Molekul dapat membentuk ikatan kimiawi dengan molekul air.

**hidrofobik:** sifat molekul yang tidak larut dalam air, umumnya bersifat non-polar dan berasal dari kelompok lipid.

**hidrolisis ATP (*Adenosin Trifosfat*):** pemecahan molekul ATP menjadi ADP dan untuk memperoleh fosfat reaktif yang akan memicu reaksi seluler selanjutnya.

**hipertonik :** larutan yang cenderung pekat, dengan konsentrasi zat terlarut lebih tinggi dari zat pelarut.

**hipofisis:** bagian dari otak, kelenjar yang menghasilkan banyak tipe hormon.

**hipotonik:** larutan yang cenderung encer, dengan konsentrasi zat pelarut lebih tinggi dari zat terlarut.

**HIV (*Human Immunodeficiency Viruses*):** virus yang menyerang sistem imun manusia, khususnya limfosit T tipe CD4 (sel T pembantu), dapat menurunkan imunitas manusia secara drastis.

**impuls saraf:** aliran ion di sepanjang sel saraf yang menandai koordinasi antarsel dalam jaringan dan organ dalam sistem saraf.

**imunitas:** kondisi ketahanan tubuh seseorang yang dapat dipicu secara aktif (produksi antibodi merespon infeksi) maupun pasif (mendapat antibodi dari pihak lain) dengan cara alami (contoh: vaksinasi) maupun buatan (contoh: donor plasma).

**inflamasi:** peradangan, ditandai dengan pembengkakan jaringan akibat infeksi ataupun luka.

**iritabilitas:** kepekaan tumbuhan pada perubahan lingkungan di sekitarnya.

**isotonik:** larutan dengan konsentrasi zat pelarut dan zat terlarut yang sama dengan komposisi cairan sel.

**kambium:** hasil perkembangan meristem lateral, jaringan pembentuk xilem dan floem pada batang dikotil.

**kapiler:** pembuluh darah terkecil, tempat terjadinya pertukaran zat.

**karbominohemoglobin:** molekul hemoglobin yang tengah mengikat sejumlah karbon dioksida.

**kelenjar limfa:** jaringan atau organ yang memproduksi limfosit.

**kloroplas:** organel bermembran ganda pada sel eukariotik yang berperan dalam fotosintesis karena keberadaan klorofil di dalamnya.

**kolenkim:** jaringan penyokong bagian muda pada tumbuhan dengan penebalan dinding tak merata.

**kolostrum:** makanan alami pertama untuk bayi baru lahir yang diproduksi kelenjar mammae ibu, sebelum air susu ibu (ASI). Kolostrum banyak mengandung antibodi.

**leukosit:** sel darah putih, sel darah berinti sel yang berperan dalam sistem pertahanan tubuh.

**LH (*Luteinizing Hormone*):** hormon hipofisis yang memicu pengeluaran sel telur dan sperma dari masing-masing kelenjarnya.

**limfosit:** tipe sel darah putih dengan fungsi utama dalam sistem imun spesifik, dengan membentuk antibodi (limfosit B) dan pengenalan seluler (limfosit T).

**lingkaran tahun:** formasi lapisan xilem pada batang dikotil yang ditandai dengan perbedaan ketebalan lapisan xilem akibat perbedaan kadar air di setiap musim.

**lipase:** enzim pankreas yang memecah lemak di usus halus.

**lisosom:** organel bermembran berupa kantung berisi enzim pencernaan, dibuat oleh badan Golgi.

**lisozim:** enzim perusak dinding sel bakteri, diproduksi kelenjar tubuh seperti kelenjar liur dan air mata.

**makrofag:** tipe sel dengan kemampuan memakan patogen dan menyediakan antigen untuk respon imun spesifik. Makrofag dapat berasal dari sejumlah sel darah putih seperti monosit.

**membran plasma:** struktur seluler berupa lapisan lipid yang menjadi pembatas sel dengan lingkungan luar (pada sel tak ber dinding), juga pada struktur sebagian organel di dalam sel. Membran plasma juga berperan dalam pengaturan transport zat.

**meristem apikal:** jaringan meristem yang terletak di bagian ujung batang dan akar, menyebabkan pertumbuhan yang berorientasi menambah panjang organ tersebut.

**meristem lateral:** jaringan meristem yang terletak di bagian tepi batang dan akar, menyebabkan pelebaran organ tersebut.

meristem: jaringan muda dan masih aktif membelah pada tumbuhan.

**metabolisme:** proses fisiologi berupa reaksi kimia di dalam sel yang dikatalis oleh enzim dengan cara menyusun atau merobak molekul guna menghasilkan molekul lainnya dan energi.

**metagenesis:** siklus hidup atau pergiliran keturunan antara fase generatif (seksual) dan fase sporofit/vegetatif (aseksual) pada tumbuhan.

**metode mikroskopi:** metode kajian sel berbasis pengamatan menggunakan mikroskop.

**mikrovilli:** tonjolan pada permukaan membran sel epitel penyusun dinding usus halus, berperan dalam memperluas area penyerapan makanan.

**miofibril:** serabut otot yang disusun oleh miofilamen, baik miofilamen tebal (miosin) dan yang tipis (aktin) yang menjadi dasar struktur jaringan otot.

**mitokondria:** organel bermembran ganda pada sel eukariotik yang berperan dalam respirasi sel sebagai penghasil energi utama bagi kehidupan sel.

**model mosaik cair:** model struktur dan sifat membran plasma sel yang digambarkan seperti mosaik (lipid yang diselingi protein) dan cair karena interaksi antara molekulnya.

**monomer:** molekul kecil penyusun polimer.

**multiseluler:** sifat/kondisi makhluk hidup yang tubuhnya terdiri dari banyak ragam dan jumlah sel hidup dan memiliki tingkatan organisasi kehidupan.

**nefritis:** peradangan pada nefron ginjal yang menyebabkan gagal ginjal, dapat disebabkan karena infeksi, kelainan genetik dan cedera.

**nefron:** unit struktural terkecil pada ginjal sebagai tempat pembentukan urin, terdiri dari glomerulus dan tubulus.

**neuron:** sel saraf, berperan dalam menghantarkan impuls saraf, baik menuju saraf pusat (sensorik/afere), antar neuron di dalam saraf pusat (interneuron/konektor/ asosiasi) dan keluar dari saraf pusat (motorik/efere).

**nidasi:** penempelan embrio pada dinding uterus (endometrium).

**nukleus:** organel sel eukariotik yang menjadi tempat beradanya materi genetik (DNA) kromosomal yang mengatur seluruh aktivitas dan struktur sel.

**oksihemoglobin:** molekul hemoglobin yang tengah mengikat sejumlah oksigen.

**osmosis:** perpindahan air dari bagian yang encer menuju yang pekat dengan melalui membran semipermeabel.

**ovarium:** kelenjar kelamin pada individu betina yang menjadi tempat pembentukan dan pematangan sel telur.

**oviduk:** saluran penghubung ovarium dan uterus, tempat terjadinya fertilisasi.

**parenkim:** jaringan dasar dengan ragam fungsi seperti untuk fotosintesis (klorenkim), penyimpan cadangan makanan, penyimpan udara (aerenkim).

**patogen:** organisme yang dapat memicu kondisi sakit (penurunan fungsi tubuh) pada organisme lainnya, umumnya berupa mikroorganisme (virus, bakteri, protista, dan jamur).

**pepsin:** enzim di lambung yang memecah protein menjadi pepton .

**perkecambahan:** tahap awal pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan biji, yang ditandai dengan tumbuhnya organ tubuh tumbuhan muda yang dirangsang oleh penyerapan air, umumnya terjadi di dalam tanah.

**perkembangan:** proses menuju tercapainya kedewasaan atau tingkat yang lebih sempurna pada makhluk hidup.

**pertumbuhan:** proses penambahan ukuran dan berat tubuh, serta tidak dapat kembali ke kondisi semula (irreversible)

**plasma darah:** cairan darah yang menjadi bagian terbesar dari cairan tubuh hewan/manusia secara keseluruhan

**pneumonia:** penyakit infeksi disebabkan virus dan bakteri yang mengakibatkan peradangan dan memicu produksi cairan berlebih di paru-paru.

**polimer:** molekul besar yang disusun oleh monomer.

**potensial aksi:** perubahan potensial membran sel saraf akibat aliran ion selama impuls saraf di alirkan.

**progesteron:** hormon reproduksi pada individu betina, dihasilkan oleh ovarium dan memengaruhi dinding rahim untuk pertumbuhan embrio.

**prokariotik:** salah satu tipe sel dengan ciri tidak adanya membran inti sel, amat sedikit organel, dan proses seluler yang lebih sederhana. Ditemukan pada tipe sel bakteri dan alga biru.

**pubertas:** perubahan fisik pada fase perkembangan manusia akibat mulai diproduksi hormon reproduksi.

**rangka aksial:** rangka yang berupa sumbu tubuh, yang berfungsi untuk melindungi organ dan memelihara postur tubuh.

**rangka apendikular:** rangka yang menyusun anggota gerak (tangan dan kaki).

**reabsorpsi:** tahapan pembentukan urin yang ditandai dengan penyerapan kembali zat-zat yang masih diperlukan oleh tubuh, seperti glukosa dan asam amino, di tubulus nefron ginjal.

**refleks:** bentuk respon segera, baik motorik (gerak) maupun sekretorik (produksi cairan tubuh) terhadap impuls dari saraf sensorik aferen. Refleks merupakan suatu jalur saraf sederhana, dimana stimulus akan disampaikan ke sumsum tulang belakang

**respon imun humoral:** respon imun spesifik yang ditandai dengan pembentukan antibodi (oleh limfosit B) yang beredar melalui cairan tubuh.

**respon imun seluler:** respon imun spesifik yang ditandai dengan pengenalan antigen oleh reseptor permukaan sel limfosit T.

**retikulum endoplasma (RE):** organel berupa lipatan-lipatan membran yang terhubung dengan membran nukleus. RE memiliki dua tipe, RE Kasar memiliki ribosom untuk sintesis protein dan RE halus tanpa ribosom untuk sintesis lipid.

**ROS (*Reactive Oxygen Species*):** radikal bebas yang dapat memengaruhi bahkan mengganggu berbagai proses fisiologi tubuh, terbentuk saat tubuh kekurangan oksigen.

**saraf tepi:** semua jaringan saraf yang berada di luar otak dan sumsum tulang belakang.

**SEM (*Scanning Electron Microscope*):** jenis mikroskop elektron yang menghasilkan gambar sampel dengan memindai permukaan objek dengan sinar elektron yang terfokus. Hasil pengamatan hanya menunjukkan permukaan objek saja.

**sifilis:** penyakit menular seksual yang disebabkan infeksi bakteri *Treponema pallidum*, umumnya ditandai dengan munculnya luka di sekitar organ kelamin.

**sinartrosis:** sendi (hubungan antartulang) yang tidak memungkinkan terjadinya gerakan.

**sitokinin:** hormon pertumbuhan pada tumbuhan yang berperan dalam memicu pembelahan sel serta pembentukan tunas.

**sitologi:** ilmu tentang sel, meliputi kajian tentang struktur, fungsi, dan peran sel dalam kehidupan.

**sitoplasma:** cairan dan ragam komponen seluler yang terlarut di dalamnya yang berada di balik lapisan membran sel dan di luar inti sel.

**sklerenkim:** jaringan penyokong bagian tua dan mati pada tumbuhan dengan penebalan dinding merata.

**skoliosis:** kelainan tulang belakang yang ditandai formasi tulang belakang yang bengkok ke samping kiri atau kanan.

**stroke non hemoragik:** hilangnya fungsi otak secara mendadak akibat gangguan suplai darah ke bagian otak.

**TEM (*Transmission Electron Microscope*):** tipe mikroskop elektron yang menghasilkan visual objek dengan memancarkan elektron yang menembus ke dalam objek pengamatan dan pengamat mengamati hasil tembusannya pada layar.

**testis:** kelenjar kelamin pada individu jantan yang menjadi tempat pembentukan dan pematangan sel sperma.

**testosteron:** hormon reproduksi pada individu jantan, dihasilkan oleh testis dan memengaruhi pembentukan sperma, pematangan organ reproduksi dan ciri kelamin sekunder lainnya.

**transpor aktif:** tipe transport sel melalui membran dengan menggunakan energi.

**transpor pasif:** tipe transport sel melalui membran dengan tanpa menggunakan energi.

**transporter glukosa:** protein membran pengatur keluar masuknya glukosa dari darah ke jaringan tubuh.

**tremor:** gerakan gemetar yang tidak terkendali, terjadi secara berulang dan tidak disadar.

**trombosit:** serpihan sel yang memproduksi enzim trombokinase untuk memicu penutupan luka (pembekuan darah).

**tuberkulosis:** penyakit infeksi disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis* yang menyebabkan peradangan di paru-paru, namun juga dapat memengaruhi bagian tubuh lainnya.

**uniseluler:** sifat/kondisi makhluk hidup yang tubuhnya terdiri dari satu sel hidup.

**uterus:** organ reproduksi betina berupa kantung tempat pertumbuhan embrio hingga kelahiran.

**vaksinasi:** metode kesehatan untuk memicu diproduksinya antibodi dengan cara memasukkan antigen ke dalam tubuh. Antigen dapat berasal dari komponen tubuh virus yang telah dilemahkan (vaksin).

**vakuola:** organel bermembran tunggal yang berperan dalam penyimpanan molekul (vakuola pada sel tumbuhan), mencerna makanan (menyatu dengan lisosom) dan mengatur kepekatan cairan sel (vakuola kontraktil).

**vena:** pembuluh darah yang menjadi saluran darah mengalir menuju jantung.

**villi:** lipatan-lipatan yang membentuk tonjolan pada lapisan jaringan dinding usus.

**zigot:** bentuk kehidupan awal organisme multiseluler, hasil peleburan sel kelamin jantan dan betina.

# Indeks

---

## A

aglutinasi 169, 193, 300  
alergi 188, 189, 199, 300  
antibiotik 68  
antibodi 166, 169, 171, 175, 176, 177, 178, 183, 184, 185, 193, 197, 198, 200, 300, 303, 306, 308  
antigen 169, 171, 175, 176, 177, 178, 179, 181, 183, 184, 185, 186, 193, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 300, 301, 304, 306, 308  
Apersepsi 26, 27, 28, 29, 48, 50, 52, 54, 56, 80, 81, 83, 85, 87, 88, 90, 92, 125, 127, 128, 129, 130, 132, 134, 135, 136, 138, 140, 141, 142, 143, 145, 173, 175, 178, 180, 182, 184, 186, 188, 219, 220, 222, 223, 224, 225, 227, 228, 229, 230, 231, 254, 255, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 282, 284, 286, 288  
arteri 151, 300  
Asesmen 3, 13, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 43, 45, 47, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 73, 75, 76, 78, 80, 81, 83, 85, 87, 88, 92, 94, 120, 122, 123, 124, 125, 127, 128, 129, 130, 132, 134, 135, 136, 138, 140, 141, 142, 143, 145, 147, 168, 169, 170, 172, 173, 175, 178, 180, 182, 184, 186, 188, 190, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 222, 223, 224, 225, 227, 228, 229, 230, 231, 234, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 268, 277, 279, 280, 282, 284, 286, 288, 290, 292, 320, 321  
asesmen diagnostik 48, 80, 125, 127, 128, 129, 130, 132, 134, 135, 136, 138, 140, 141, 142, 143, 145, 173, 175, 178, 180, 182, 184, 186, 188, 219, 220, 222, 223, 224, 225, 227, 228, 229, 230, 231, 254, 255, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 282, 284, 286, 288  
asesmen formatif 13

ataksia 239, 300  
auksin 291, 292, 300  
autoimun 189, 301

## B

bahan ajar iv, 12, 16  
berpikir kritis 40, 49, 51, 53, 54, 55, 57, 70, 78, 80, 82, 84, 85, 87, 89, 91, 92, 121  
Biosintesis 269

## C

capaian pembelajaran iv, 2, 6, 12, 116, 165  
Chlorosis 110  
Covid-19 157, 171, 185, 188, 198, 199

## D

Defisiensi 109, 110  
Diafragma 33  
difusi 42, 46, 54, 55, 65, 138, 301  
dikotil 72, 73, 74, 101, 102, 103, 303, 304  
dinding sel 25, 35, 300, 301, 304

## E

endometrium 270, 305  
endotelium 155  
epidermis 101, 102, 103, 301  
epitel 24, 41, 131, 132, 133, 151, 166, 300, 304  
eritrosit 153, 301  
Estrogen 245, 270, 271  
etilen 292  
eukariotik 34, 301, 303, 304, 305

## F

fagosit 164, 166, 170, 179, 180, 181, 193, 196, 301  
fagositosis 166, 170, 179, 196, 300, 301  
fertilisasi 76, 77, 89, 91, 302, 305  
filtrasi 67, 302  
floem 75, 84, 86, 101, 102, 103, 104, 303  
fosfolipid 34, 64, 302

fotoreseptor 24, 33, 302

FSH 245, 270, 271, 302

## G

giberelin 292, 302

glomerulus 155, 302, 305

GnRH 245, 270, 302

golongan darah xi, 169, 175, 176, 177, 178, 194, 195, 201, 202, 203

gradien konsentrasi 64, 65, 66, 67, 302

## H

hemoglobin 153, 301, 302, 303, 305

hemoragik 238, 307

hidrofilik 34

hidrofobik 34

hidroponik 112

hipertensi 238, 239

hipertonik 64

hipotesis 5, 7, 8, 40, 42, 61, 208, 216, 228

hipotonik 64

HIV 189, 271, 300, 303

## I

Imunitas 164, 166, 172, 186

imunoglobulin 300

infeksi 38, 142, 157, 164, 166, 167, 185, 187, 198, 299, 300, 303, 305, 307

iritabilitas 70, 72, 78, 91, 92, 93, 303

Isotonik 64

## J

jaringan otot 304

jaringan saraf 307

## K

kambium 102, 103, 283, 303

kapiler 41, 65, 68, 152, 300, 303

kecambah 290

kehamilan 246, 252, 264, 265, 272, 294

kelenjar limfa 170, 182, 183, 196, 197, 203, 303

kemoterapi 68

kloroplas 25, 303

kolesterol 269

Kurikulum Merdeka 2, 3, 5, 13, 315, 319

## L

lembar observasi 13, 120, 121, 122, 123, 124, 147, 148, 168, 169, 170, 171, 172, 190

Leukosit 118

LH 245, 270, 271, 303

Lipase 269

lisosom 25, 165, 301, 304, 308

lisozim 166, 192, 304

LKPD 13, 15, 147, 155, 158, 159, 161, 175, 190, 194, 195, 201, 202, 203, 240, 295, 297

## M

Makrofag 170, 196, 304

media pembelajaran 21

Membran plasma 25, 41, 304

menstruasi 246, 252, 262, 263, 264, 270, 301

meristem 283, 291, 300, 303, 304

metabolisme 5, 34, 35, 65, 68, 118, 121, 131, 133, 140, 153, 156, 269, 300, 304

metagenesis 76, 88, 89, 90, 275, 304

metode mikroskopi 304

metode pembelajaran iv

mikroskop 7, 18, 20, 21, 22, 23, 27, 28, 32, 33, 35, 38, 75, 84, 86, 298, 304, 307

miskonsepsi 31, 58, 93, 146, 190, 233, 267

mitokondria 24, 33, 34, 304

model pembelajaran 12, 257

monokotil 72, 73, 74, 101, 102, 103

monosit 304

Motivasi 26, 27, 28, 29, 48, 50, 52, 54, 56, 80, 81, 83, 85, 87, 88, 92, 125, 127, 128, 129, 130, 132, 134, 135, 136, 138, 140, 141, 142, 143, 145, 173, 175, 178, 180, 182, 184, 186, 188, 219, 220, 222, 223, 224, 225, 227, 228, 229, 230, 231, 254, 255, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 282, 284, 286, 288

## N

nefron 140, 155, 302, 305, 306

neurofisiologi 217, 230, 231

neuron 212, 213, 214, 215, 224, 227, 235, 238, 305

neurotoksik 217, 230, 231

neutrofil 170, 180, 196, 301

nukleus 305, 306

## O

oksidasi 34

oksigen 65

osmosis 42, 44, 45, 46, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 58, 67, 83, 84, 85, 86, 87, 305

## P

parenkim 71, 101

patogen 164, 166, 167, 174, 180, 183, 196, 197, 200, 300, 301, 304, 305

pendekatan pembelajaran 3

pengayaan iv, 12, 13, 16, 37, 49, 51, 53, 55, 57, 68, 81, 83, 84, 86, 88, 89, 91, 93, 126, 129, 132, 133, 136, 139, 141, 143, 146, 157, 174, 177, 179, 181, 183, 185, 188, 189

perkembangan iii, xi, 4, 5, 6, 8, 10, 36, 107, 110, 274, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 285, 286, 287, 288, 289, 292, 302, 303, 305, 306

pertumbuhan 4, 5, 6, 8, 35, 102, 109, 110, 112, 114, 245, 274, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 296, 298, 300, 302, 304, 305, 306, 307, 308

peserta didik iii, iv, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 37, 38, 40, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 70, 72, 73, 75, 76, 78, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 114, 116, 117, 119, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 149, 150, 151, 155, 156, 157, 161, 162, 164, 165, 167, 173, 174, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 199, 204, 205, 206, 208, 210, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 242, 244, 246, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 272, 274, 276, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 298, 299

plasenta 245

pneumonia 192

polisinaptik 240

progesteron 270, 271, 306

prokariotik 306

Pubertas 245

## R

refleksi 11, 13, 27, 28, 29, 30, 31, 49, 51, 53, 55, 57, 58, 81, 82, 84, 86, 88, 89, 91, 92, 93, 126, 127, 129, 130, 131, 133, 134, 136, 137, 139, 141, 143, 144, 146, 174, 177, 179, 181, 183, 185, 187, 189, 190, 220, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 229, 230, 231, 232, 233, 255, 257, 258, 259, 260, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 283, 285, 287, 289, 290

respon imun 164, 171, 176, 197, 300, 304, 306

retikulum endoplasma 306

Rubrik 14, 21, 31, 32, 43, 45, 59, 60, 63, 73, 75, 76, 78, 96, 97, 99, 199, 234, 268, 278, 284, 292, 293

## S

saraf kranial 213, 215, 224, 225

saraf spinal 224, 225

sitokinin 292, 307

sitologi 21, 23, 32, 36, 307, 314

strategi pembelajaran 3, 12, 13, 194

Sumatif 31, 59, 95, 147, 190, 234, 268

## T

transporter 65, 66, 308

tuberkulosis 308

Tujuan Pembelajaran 6, 10, 18, 21, 23, 24, 25, 40, 43, 45, 47, 70, 73, 76, 78, 116, 120, 122, 124, 164, 168, 170, 172, 208, 211, 214, 216, 218, 244, 247, 249, 251, 274, 277, 280

## U

urin 123, 128, 139, 140, 300, 302, 305, 306

UV (ultraviolet) 192

## V

vaksinasi 173, 187, 188, 199, 303, 308

vasektomi 272

vasodilatasi 153

## Daftar Pustaka

---

- Adisendjaja, Y. A. (2020). *Landasan-Landasan Pembelajaran Sains*. Bandung: UPI Press.
- Anderson, P.D. (1999). *Anatomi Fisiologi Tubuh Manusia*. Jones and Barret publisher Boston. Edisi Bahasa Indonesia. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Brin.go.id. (24 Mei 2022). *Pengujian Berbasis Sel Tahapan Penting Penemuan dan Pengembangan Obat*. Diakses 20 Oktober 2022 dari <https://www.brin.go.id/news/104762/pengujianberbasis-sel-tahapan-penting-penemuan-dan-pengembanganobat>
- Campbell, N., & Reece, J. (2008). *Biologi*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Habibia Alif, M., Yundiarto, F. S., Putri, K. P., & Ramadhan, W. B. (2021). *Penyakit Parkinson Akibat Merkuri pada Pekerja Penambangan Emas Skala Kecil*. CoMPHI Journal: Community Medicine and Public Health of Indonesia Journal, 170-176.
- Hall, J. E. (2016). *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, Jordanian Edition E-Book*. Amsterdam: Elsevier Health Sciences.
- Hangarter, Roger P (18 Januari 2002). *Plant in Motion*. Diakses 10 November 2022 dari <https://plantsinmotion.bio.indiana.edu/index.html>
- Jones, M., Fosbery, R., Gregory, J., & Taylor, D. (2014). *Cambridge International AS and A Level Biology Coursebook with CD-ROM*. Cambridge University Press.
- Johnson, E. B. (2002). *Contextual Teaching and Learning: What it is and why it's here to stay*. Corwin Press.
- Kennedy, E., Aubusson, P., & Hickman, P. (2009). *Biology in Context: The Spectrum of Life*. Oxford University Press.
- Kuhlthau, C. C., Maniotes, L. K., & Caspari, A. K. (2012). *Guided Inquiry Design: A Framework for Inquiry in Your School*. ABC-CLIO.
- Lam P. K. Lam E. Y. K. & Lee C. Y. P. (2013). *Biology Matters. Gce 'o' Level Practical Book* (2nd ed.). Singapura: Marshall Cavendish Education.
- Lam P. K. Lam E. Y. K. & Lee C. Y. P. (2013). *Biology Matters. Gce 'o' level Practical Book Teachers Edition* (2nd ed.). Singapura: Marshall Cavendish Education.
- Maharani, Dian (28 Mei 2016). *Begini Cara Rokok Merusak Paru-paru Anda*. Diakses 20 Agustus 2022 dari <https://health.kompas.com/read/2016/05/28/132610423/begini.cara.rokok.merusak.paru-paru.and>.

- Martini, F., Nath, J., & Bartholomew, E. (2012). *Fundamentals of Anatomy & Physiology*. United States of America: Pearson Education, Inc.
- Mescher, Anthony L.. *Junqueira's Basic Histology: Text and Atlas. Fifteenth edition*. New York: McGraw-Hill Education, 2018.
- Natalia, S., Sekarsari, I., Rahmayanti, F., & Febriani, N. (2021). *Resiko Seks Bebas dan Pernikahan Dini bagi Kesehatan Reproduksi pada Remaja*. *Journal of Community Engagement in Health*, 4(1), 76-81.
- News.unair.ac.id. (25 November 2020). *Pemeriksaan Sitologi Aspiratif untuk Mendeteksi Kanker Paru*. Diakses 3 Oktober 2022 dari <https://news.unair.ac.id/2020/11/25/pemeriksaan-sitologi-aspiratif-untuk-mendeteksi-kanker-paru/?lang=id>.
- Permatasari, N. (2020). *Perbandingan Stroke Non Hemoragik dengan Gangguan Motorik Pasien Memiliki Faktor Resiko Diabetes Melitus dan Hipertensi*. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, 9 (1), 298-304.
- Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2014). *Campbell biology* (Vol. 9). Boston: Pearson.
- Repository.ipb.ac.id. (23 Januari 2013). *Mempelajari Teknologi Pengolahan Manisan Semi Basah Buah Tropis*. Diakses 11 Juni 2022 dari <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/59843>.
- Rustaman, N., & Wulan, A. R. (2007). *Strategi Pembelajaran Biologi*. Bandung: Universitas Terbuka.
- Sanders, T. & Scanlon, V.C. (2007). *Essential of Anatomy and Physiology*. London: Churchill Livingstone.
- Sherwood, L. (2016). *Human Physiology From Cells to Systems*, Ninth Edition. Canada USA: Cengage Learning.
- Tahrir, F. G., Langford, D., Amini, S., Mohseni Ahooyi, T., & Khalili, K. (2019). *Mitochondrial Quality Control in Cardiac Cells: Mechanisms and Role in Cardiac Cell Injury and Disease*. *Journal of cellular physiology*, 234(6), 8122-8133.
- Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2018). *Principles of Anatomy and Physiology*. New York: John Wiley & Sons.
- Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., & Minorsky, P. V. (2017). *Campbell Biology*. New York United States of America: Pearson Education, Inc.
- Wulan, A. R. (2020). *Menggunakan Asesmen Kinerja: untuk Pembelajaran Sains dan Penelitian* (Vol. 3). Bandung: UPI Press.

## Daftar Sumber Gambar

---

**Cover bab 1** <https://www.rawpixel.com/image/2288304/free-photo-image-blood-cells-white-cell-streptococcus>, diakses pada tanggal 14 desember 2022 pukul 19.00

**Gambar 1.2** <https://www.brin.go.id/news/104762/pengujianberbasis-sel-tahapan-penting-penemuan-dan-pengembanganobat>, diakses 20 Oktober 2022

**Cover bab 2** <https://www.kawalingpinoy.com/pickled-mangoes/>, diakses pada tanggal 14 desember 2022 pukul 19.00

**Gambar 2.1** <https://pixabay.com/photos/children-hand-wrinkly-open-704450/>, diakses 13 Oktober 2022

**Cover bab 3** [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eucalyptus\\_deglupta-trees2.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eucalyptus_deglupta-trees2.jpg), diakses pada tanggal 14 desember 2022 pukul 19.20

**Gambar 3.4 (a)** <https://unsplash.com/photos/s4ia1BZxc-g> dan **(b)** <https://unsplash.com/photos/SGKQh9wNgAk>, diakses 7 Oktober 2022

<https://cegahstunting.id/berita/potret-anemia-pada-remaja-indonesia/>, diakses 17 Oktober 2022

<https://p2ptm.kemkes.go.id/infographic-p2ptm/obesitas/apa-itu-aktivitas-fisik>, diakses 28 Oktober 2022

**Gambar 5.2** <http://forkas.stis.ac.id/2015/09/hari-palang-merah-indonesia.html>, diakses 13 Oktober 2022

**Gambar 5.5** <https://www.menpan.go.id/site/berita-foto/tes-swab-antigen-di-lingkungan-kementerian-panrb>, diakses 17 Oktober 2022

**Gambar 5.6** <https://www.biofarma.co.id/id/berita-terbaru/detail/imunisasi-dasar-anak>, diakses 5 Oktober 2022

**Gambar 5.7** <https://www.techexplorist.com/human-skin-evolved-durable-flexible-possible/46933/>, diakses 10 November 2022

**Gambar 5.8** <https://docplayer.info/206658894-Bioteknologi-modern-dan-rekayasa-genetika.html>, diakses 20 November 2022

**Cover bab 6** <https://pixabay.com/photos/action-athletes-competition-hurdles-1834465/>, diakses pada tanggal 14 desember 2022 pukul 19.25

**Cover bab 7** <https://www.flickr.com/photos/30478819@N08/51288108216>, diakses pada tanggal 14 desember 2022 pukul 19.28

**Cover bab 8** <https://pixabay.com/photos/cows-herd-calves-family-cattle-5966207/>, diakses pada tanggal 14 desember 2022 pukul 19.30

**Gambar 8.2** <https://paudpedia.kemdikbud.go.id>, diakses 1 Oktober 2022

# Profil Pelaku Perbukuan

## Profil Penulis

---

Nama Lengkap : Dr. Rini Solihat, M.Si.  
E-mail : rinisolihat@upi.edu  
Instansi : Universitas Pendidikan Indonesia  
Alamat Instansi : Jl Dr.Setiabudhi No.229 Bandung,  
Jawa Barat  
Bidang Keahlian : Pendidikan Biologi-IPA



### ■ Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. S1 IKIP (Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan) program studi Pendidikan Biologi, 2001
2. S2 ITB (Institut Teknologi Bandung) program studi SITH, 2006
3. S3 UPI program studi Pendidikan IPA, 2016

### ■ Riwayat Pekerjaan

1. Dosen di Program Studi Pendidikan Biologi FPMIPA UPI (2001-sekarang)
2. Penilai Buku Non Teks di Pusat Kurikulum dan Perbukuan Balitbang Kemendikbud (2006-sekarang)
3. Tim Penilai Buku Teks Pelajaran IPA Kurikulum 2013 Pendidikan Dasar dan Menengah (2018)
4. Tim Penilai Buku Teks Pendamping IPA Kurikulum Merdeka (2022)

### ■ Riwayat Publikasi

Scopus ID : 57196234352  
SINTA Author ID : 6005021  
ID Google scholar : xcAhGHwAAAAJ  
<https://scholar.google.co.id/citations?hl=en&user=xcAhGHwAAAAJ>

## Profil Penulis

---

Nama Lengkap : Eris Rustandi, M.Pd., M.Si.  
E-mail : erisrustandi05@guru.sma.belajar.id  
Instansi : SMAN 1 Parakansalak Kab. Sukabumi  
Alamat Instansi : Jln. Parakansalak Kec. Parakansalak  
Kab.Sukabumi, Jawa Barat  
Bidang Keahlian : Biologi (Pembelajaran Biologi SMA,  
Etnobiologi, dan Pendidikan Lingkungan Hidup)



### ■ Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. S1 UPI Bandung, Pendidikan Biologi 1995-2000
2. S2 Universitas Pakuan Bogor ,Pendidikan Kependudukan dan Lingkungan Hidup (PKLH) 2008-2010
3. S3 Universitas Indonesia (UI) Depok, Biologi 2009-2012

### ■ Riwayat Pekerjaan

1. Koordinator RSBI dan Guru Biologi SMA Hayatan Thayyibah Sukabumi 2013–2014
2. Pembina Olimpiade Biologi SMA Negeri 3 Kota Sukabumi 2011–2015
3. Sekretaris SBL SMA Negeri 3 Kota Sukabumi 2013–2014
4. Koordinator SBL/Adiwiyata dan Sekolah Sehat 2014–2015
5. Staf Wakasek Litbang 2015–2016
6. Bendahara BOS 2016–2018
7. Wakasek Kurikulum 2017–2021
8. Ketua MGMP Biologi SMA/MA Kota Sukabumi 2015–2022
9. Ketua Wilayah Provinsi Jawa Barat Perkumpulan Pendidik Biologi Indonesia Folia 2020–2022
10. Kepala Laboratorium Sekolah SMAN 1 Parakansalak 2021–2023
11. Pembina KIR Percikan Ilmiah SMAN 1 Parakansalak 2021–2023
12. Asesor Program Sekolah Penggerak (PSP) dan Program Guru Penggerak (PGP) 2021–Sekarang
13. Ketua TPMPs SMAN 1 Parakansalak 2021–2023

### ■ Judul Penelitian dan Tahun Terbit

1. Keanekaragaman Jenis dan Potensi Sumber Hayati Bahan Pangan di Kasepuhan Ciptagelar, 2012

2. Sistem Produksi Sumber Hayati Pangan dalam Upaya Pemenuhan Kebutuhan Pangan dan Ketahanan Pangan Masyarakat Kasepuhan Ciptagelar, 2012
3. Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Konsep Sistem Imun melalui Pembelajaran Rolling Pak Mamat, 2016
4. Pembelajaran Bermutu dengan Strategi "CAROQET", 2017
5. Integrasi *Computational Thinking* dalam Pembelajaran Biologi dengan Media Laboratorium Virtual untuk Meningkatkan Kompetensi Literasi dan Numerasi, 2021
6. *The Effectiveness Test of Rincik Bumi Leaves (Ipomea quamolcit LINN.) Against Mortality Rate of Aedes aegypti Larvae*, 2021
7. Pemanfaatan Limbah Buah Limus (*Mangifera foetida L.*) untuk Lampu Sensor *Light Dependent Resistor (LDR)* 2021
8. Pembelajaran Bermutu pada PTMT dengan Strategi "ECARSHOOT MAMA KABUR", 2021
9. Pembelajaran Berdiferensiasi Biologi dengan Strategi "CITI LAV CAR" (Pembelajaran dengan Mengintegrasikan *Computational Thinking* melalui Penggunaan Media Laboratorium Virtual dan Strategi CARousel), 2022

## Profil Penulis

---

Nama Lengkap : Zamzam Nursani, S.Pd., M.Pd.  
E-mail : zamzam@smak1bpk.penabur.sch.id  
Instansi : SMAK 1 BPK Penabur Bandung  
Alamat Instansi : Jalan Dursasana No.4-6, Pamoyanan,  
Kota Bandung  
Bidang Keahlian : Pembelajaran Biologi dan STEM,  
penelitian pendidikan sains



### ■ Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. S1 : Pendidikan Biologi, FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia (2007-2011)
2. S2 – Pendidikan Biologi, FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia (2012-2014)
3. *Sakura science short course program* – STEM Education, Shizuoka University Jepang (2016)

### ■ Riwayat Pekerjaan

1. Asisten dosen di Departemen Pendidikan Biologi FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia (2012 - 2016)
2. Asisten dosen di Program Studi Pendidikan Guru SD, Universitas Terbuka (2012 - 2016)
3. Pengajar IPA di SMPK 1 BPK Penabur Bandung (2011-2019)
4. Pengajar Biologi dan STEM di SMAK 1 BPK Penabur Bandung (2017-sekarang)
5. Koordinator MGMP Biologi SMA BPK Penabur Bandung dan 15 kota lainnya (2020 - sekarang)

### ■ Judul Penelitian dan Tahun Terbit

1. *Analysis of Argumentation and Concepts Mastery in Representing The System Thinking Skills on Human Physiology Instruction* (2014)
2. *STEM Based learning in upper secondary level : Student's 21st Century Skills on Electrolyte Chapter* (SEAMEO-QITEP in Science, 2018)
3. *Reducing Eleventh-Grade Students' Misconceptions On Gravity Concept Using PDEODE\* E-Based Conceptual Change Model* (2019)
4. *Analysis Of Classification Ability As The Basis Of Numeric Taxonomic Learning In Animal Biosystematics Lectures* (2021)

## Profil Penulis

---

Nama Lengkap : Wandi Herpiandi, S.Pd., M.Si.  
E-mail : wherpiandi@gmail.com  
Instansi : BBPPMPV BMTI  
Alamat Instansi : Jl. Pasantren Km 2 Cibabat Cimahi  
Jawa Barat  
Bidang Keahlian : Biologi, Teknik Energi Terbarukan,  
Pendidikan Lingkungan Hidup, Akuakultur



### ■ Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. S1 Pendidikan Biologi. FPMIPA. Universitas Pendidikan Indonesia. 1996 - 2001
2. S2 Pengelolaan Sumberdaya Hayati dan Lingkungan Hidup Tropika. Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, ITB 2005 - 2007

### ■ Riwayat Pekerjaan

1. Tupoksi utama Widyaiswara yaitu Dikjartih (Mendidik, Mengajar dan Melatih) Guru di lingkungan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi. (2001 – Sekarang)
2. Asesor Kompetensi Teknik Energi Terbarukan di LSP Energi Terbarukan. (2018 – Sekarang)
3. Fasilitator Guru Penggerak pada Program Guru Penggerak Kemdikbudristek (2020 – 2021)
4. Fasilitator Sekolah Penggerak pada Program Sekolah Penggerak Kemdikbudristek (2021 – Sekarang)
5. Instruktur Program Guru Penggerak (2022 – Sekarang)
6. Mengajar Mata Kuliah Pendidikan Lingkungan Hidup di Universitas Terbuka (2012 – 2014)

### ■ Judul Buku dan Tahun Terbit

1. Menyadur Buku Marshall untuk Buku Siswa kelas 11 dan Buku Guru Kelas 11, 12 Mapel Biologi Kurikulum Merdeka. (Pusbuk. 2021)
2. Mudahnya Budidaya Lobster (Eksisgraf. 2018)
3. Teknik Budidaya Ikan Gurame Secara Intensif (Eksisgraf. 2018)
4. Teknik Energi Terbarukan, Biogas Sebuah Alternatif Energi Masa Depan (Eksisgraf. 2018).

### ■ Judul Penelitian dan Tahun Terbit

1. Efektivitas Pelatihan Dalam Jaringan Merakit Reaktor Biogas Konstruksi Serat Kaca. (Lembaga Administrasi Negara. 2020)

## Profil Penelaah

Nama Lengkap : Dr. Ana Ratna Wulan, S.Pd., M.Pd.  
E-mail : anarwulan@gmail.com  
Instansi : FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia  
Alamat Instansi : Jl. Dr. Setiabudi No 229, Bandung  
Bidang Keahlian : Asesmen dan Pembelajaran IPA-Biologi  
Sertifikasi : Editor profesional, *Book Editor*. LSP-BNSP,  
Badan Nasional Sertifikasi Profesi (2021-2024).



### ■ Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. S1 IKIP Bandung, Pendidikan Biologi 1993-1998
2. S2 Universitas Pendidikan Indonesia, Pendidikan IPA 2001-2003
3. S3 Universitas Pendidikan Indonesia, Pendidikan IPA 2004-2007

### ■ Riwayat Pekerjaan yang relevan

1. Dosen Departemen Pendidikan Biologi, FPMIPA (1999-sekarang) dan Prodi S2/S3 (2007-sekarang), Universitas Pendidikan Indonesia.
2. Konsultan Pengembangan Divisi *Research and Development (R&D)*. *Seameo Qitep in Science* (2016-2017).
3. Koordinator Konsultan Asesmen dan Kurikulum Pembelajaran, Yayasan Satya Winaya (2019-sekarang) serta Konsultan Akademik Pusdiklat Marwita Magiswara (2019-sekarang).
4. Penilai Buku Non Teks dan Buku Teks Pelajaran (2005-2020), Tim Pengembang Penilaian Buku Teks Pelajaran IPA (2016-2018), Komite Penilaian Buku Teks Pelajaran (2019-sekarang) di Pusat Perbukuan, Kemendikbud (sekarang Kemendikbudristek).
5. Penelaah Buku Teks Pelajaran IPA Kelas VII, Kelas VIII, Kelas IX (2013-2018); Buku Teks Tematik SD Kelas IV, Kelas V (2013-2016); Buku Teks Biologi Kelas XI, Buku Teks Projek IPAS SMK Kelas X (2022), Pusat Perbukuan, Kemendikbud (Kemendikbudristek).
6. Narasumber/Konsultan di Pusat Penilaian Pendidikan (Pusat Asesmen dan Pembelajaran), Balitbang, Kemendikbud (2007-2021).
7. Narasumber dan konsultan Asesmen dan Pembelajaran di Lingkungan Kemendikbud/Perguruan Tinggi/Kemendikbudristek (2007-sekarang).

### ■ Judul Buku dan Tahun Terbit

Ana Ratna Wulan, 2018. *Menggunakan Asesmen Kinerja untuk Pembelajaran Sains dan Penelitian*. Bandung: UPI PRESS. ISBN: 978-602-5643-01-09.

### ■ Judul Penelitian Terpilih dan Tahun Terbit

1. Pengembangan Model Asesmen untuk Mengukur Penguasaan Epistemologi Sains. Penelitian Payung Dosen dan Mahasiswa Prodi S2 Pendidikan Biologi UPI (2019-2022).
2. Pengembangan Instrumen Untuk Mengukur *Cognitive Skills* Kompetensi Abad 21 – Keterampilan Memverifikasi Kesahihan Penelitian pada Pelajaran IPA (Riset Terapan), Pusat Penilaian Pendidikan, Balitbang, Kemendikbud (2019).
3. Pengembangan Model-Model Asesmen Elektronik untuk Mengukur Keterampilan Abad 21 pada Pembelajaran Lingkungan Menyongsong Era *MEA*. Hibah LPPM UPI (2017).
4. Rekonstruksi Asesmen Perkuliahan Evaluasi Pendidikan Biologi untuk Meningkatkan Mutu Capaian LO (*Learning Outcomes*). Penelitian Bidang Ilmu, Hibah Sekolah Pascasarjana UPI (2017).
5. Studi Pengembangan Standar Kompetensi Guru dalam Penilaian Pembelajaran/*Classroom assessment*: Studi Standar Kompetensi Penilaian Pendidik tahun ke-1, 2, 3, 4. Pusat Penilaian Pendidikan, Balitbang, Kemendikbud (2012-2015).

---

Nama Lengkap : Ayda T. Yusuf  
E-mail : ay02414@gmail.com  
Instansi : Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati - ITB  
Alamat Instansi : Jl. Ganesa No.10. Bandung 40132  
Bidang Keahlian : Biologi Perkembangan Hewan; Toksikologi Umum dan Toksikologi Obat; dan Toksikologi Reproduksi dan Perkembangan



### ■ Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. Sarjana Biologi; FMIPA – ITB; 1980
2. Magister Biologi; Fakultas Pasca Sarjana – ITB; 1988
3. Doctorate en Toxicologie Generale et Toxicologie du Medicament. Universite Montpellier I. France; 1996

### ■ Riwayat Pekerjaan

1. Pengajar di Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati – Institut Teknologi Bandung
2. Asesor Lembaga Pemeriksa Halal (LPH), Kementerian Agama
3. Tim Teknis Komisi Keamanan Hayati Produk Rekayasa Genetik – Keamanan Pangan

## Profil Editor

---

Nama Lengkap : Muhammad Marsidi, S.Pd.  
E-mail : marsupilami.marsidi44@gmail.com  
Alamat Instansi : Depok, Jawa Barat  
Bidang Keahlian : Biologi (Editing Buku Teks dan Nonteks)



### ■ Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. S1: Universitas Sebelas Maret Surakarta (UNS), FKIP, Jurusan MIPA, Program Pendidikan Biologi (2002–2007).

### ■ Riwayat Pekerjaan

1. Editor CV Arya Duta, Kota Depok, Jawa Barat (2008-2018)
2. Koor. Editor CV Bina Pustaka, Kota Depok, Jawa Barat (2019-Sekarang)

### ■ Judul Buku dan tahun terbit

Ensiklopedia Seni dan Budaya Nusantara: Sulawesi Barat (2013).

### ■ Judul Buku yang pernah diedit

1. Buku Siswa dan Guru Biologi SMA Kelas X, XI, dan XII K-13 (2018).
2. Buku Siswa dan Guru IPA untuk SMP Kelas VII K-13 (2019).
3. Buku Siswa dan Guru Tematik SD Kelas I dan IV K-13 (2018).
4. Buku Teks Pelajaran Seni Budaya dan Keterampilan untuk SD Kelas IV (2018).
5. Buku Teks Pelajaran IPA untuk SD Kelas IV K-13 (2018).
6. Buku Nonteks Membuat Manisan Buah (2018).
7. Buku Nonteks Reptil dan Amfibi (2018).
8. Buku Nonteks Cuaca dan Iklim (2017).
9. Buku Nonteks Memilih Alat Permainan Edukatif (2017).
10. Buku Nonteks Kunyi: Si Kunyit Kaya Manfaat (2021).
11. Buku Nonteks Aku Pakai Masker (2021).
12. Buku Nonteks Indonesia Kaya Energi Terbarukan (2021).
13. Buku Nonteks Kumpulan Khutbah Idhul Adha (2021).
14. Buku Nonteks Kumpulan Khutbah Idhul Fitri (2021).
15. Buku Nonteks Seri Nabi Ulul Azmi: Tongkat Nabi Musa A.S. dapat Membelah Laut (2022).
16. Modul Paket A, B, dan C K-13 (2018).
17. Berbagai Mapel LKS atau Modul Pengayaan SD, SMP, SMA, dan SMK.

# Profil Ilustrator

---

Nama Lengkap : Aghni Ghofarun Auliya, S.Sn.  
E-mail : aghnighofarun@gmail.com  
Alamat Instansi : Solo, Jawa Tengah  
Bidang Keahlian : ilustrasi



## ■ Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. S1 Seni Rupa Murni, Institut Seni Indonesia Surakarta (2010-2014)

## ■ Riwayat Pekerjaan

1. Guru seni lukis SLB Bina Karya Insani Karanganyar (2013-2022)
2. Freelance ilustrator (2014- sekarang)
3. Fulltime ilustrator Ziyad Books Solo, (2022- sekarang)

## ■ Karya Ilustrasi

1. Juara 1 Webtoon *One-shoot Challenge*, Genre Comedy di ciayo.com 2017
2. Ilustrator komik "Cara Dahsyat Setan Menggoda Manusia", Penerbit Ziyad, Surakarta. (2016).
3. Ilustrator buku Sains story "Super Amazing!!! Cerita-Cerita & Fakta Sains dari Hadis", Penerbit Ziyad, Surakarta.
4. Ilustrator buku Dongeng Seru Sains (cergam) "Akibat Rasa Iri Lala" & "Hukuman untuk Si-Belang", Tiga Ananda, Penerbit Tiga Serangkai, Surakarta.
5. Ilustrator buku panduan guru Seni Musik kelas 1, 2, dan 3 SD, Seni Tari kelas 5 SD, Kemdikbudristek, 2021.
6. Komik di ciayo.com : "Mantri Khitan", "Dowerisasi", "Naar and Noor", "Ragnarok: Babi Ngepet".
7. Komik di Line Webtoon : "Pak Dobleh", "Tumbal Nyawa", "No Regrets", "Rumah Hantu", "Mengapa Aku Berbeda", Mantri Khitan".
8. " Tutu si Kutu Rambut", GLN, 2021.
9. "Ini Semua Gara-gara si Kucing", "Kota Gula-gula", "Perjamuan Kerajaan", Badan Bahasa, Kemdikbud, 2021
10. Aktif di komunitas Ikatan Komikus Solo (IKILO)
11. Top 5 editor choice. Webtoon "Comic Story" di Paras Comic. 2022

# Profil Desainer

---

Nama Lengkap : Geofanny Lius, S.Ds.  
E-mail : geofannylius@gmail.com  
Alamat Instansi : Bekasi, Jawa Barat  
Bidang Keahlian : Desain Komunikasi Visual



## ■ Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

1. S1 Trisakti Program Studi Desain Komunikasi Visual (2011–2015)
2. Program *Student Exchange JENESYS Scholarship*, Jepang (2014)

## ■ Riwayat Pekerjaan

1. 2011: Desainer PT Ganeca Exact
2. 2012: Desainer PT Kompas Gramedia Group
3. 2014: Internship Desain Femina Group
4. 2013–sekarang : Freelance Desain dan Layout Puskurbuk, Kemendikbud

## ■ Judul Buku yang pernah didesain/layout (10 Tahun Terakhir)

1. Proyek Desain dan Layout BSE (Buku Sekolah Elektronik) PT Ganeca Exact
2. Desain Isi Buku Agama Konghucu Kelas II, III, V. Puskurbuk, Kemdikbud.
3. Desain Isi Buku Agama Kristen Kelas I, IV, IX. Puskurbuk, Kemdikbud.
4. Desain Isi Buku Buddha Kelas I. Puskurbuk, Kemdikbud.
5. Desain Isi Buku Prakarya Kelas X. Puskurbuk, Kemdikbud.
6. Desain Isi Buku Bahasa Indonesia Kelas X. Kemdikbud, 2019.
7. Desain Isi Buku Kesenian Karawitan untuk SMK Kelas X. Kemdikbud, 2019.
8. Desain Isi Buku Agama Konghucu untuk SMA/SMK Kelas XI. Kemdikbudristek, 2020.
9. Desain Isi Buku Agama Kristen untuk SD Kelas II. Kemdikbudristek, 2021.
10. Desain Isi Buku Panduan Guru Matematika untuk Kelas VII. Kemdikbudristek, 2022.