



# Buku Guru ILMU PENGETAHUAN ALAM



SMP/MTs  
KELAS  
**IX**

MILIK NEGARA  
TIDAK DIPERDAGANGKAN

**Disklaimer:** Buku ini merupakan buku siswa yang dipersiapkan Pemerintah dalam rangka implementasi Kurikulum 2013. Buku siswa ini disusun dan ditelaah oleh berbagai pihak di bawah koordinasi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, dan dipergunakan dalam tahap awal penerapan Kurikulum 2013. Buku ini merupakan "dokumen hidup" yang senantiasa diperbaiki, diperbarui, dan dimutakhirkan sesuai dengan dinamika kebutuhan dan perubahan zaman. Masukan dari berbagai kalangan diharapkan dapat meningkatkan kualitas buku ini.

### Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Indonesia. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Buku Guru Ilmu Pengetahuan Alam/ Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.-- .

Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2015.  
(viii), (360) hlm. : ilus. ; 25 cm.

Untuk SMP/MTs Kelas IX Semester 1  
ISBN 978-602-1530-62-7 (jilid lengkap)

1. Sains -- Studi dan Pengajaran                            I. Judul  
II. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

360

**Kontributor Naskah :** Siti Zubaidah, Susriyati Mahanal, Lia Yuliati,  
I Wayan Dasna, Ardiyan A. Pangestuti, Dyne R. Puspitasari,  
Hamim T. Mahfudhillah, Alifa Robitah,  
Zenia L. Kurniawati, dan Erfitra R. Prasmala.  
**Penelaah** : Ismunandar, I Nyoman Marsih, I Made Padri,  
dan Ana Ratna Wulan.  
**Penyelia Penerbitan** : Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Balitbang, Kemdikbud.

Cetakan Ke-1, 2015  
Disusun dengan huruf Georgia, 11 pt.

# Kata Pengantar

Kurikulum 2013 dirancang untuk memperkuat kompetensi siswa dari sisi pengetahuan, keterampilan, dan sikap secara utuh. Proses pencapaianya melalui pembelajaran sejumlah mata pelajaran yang dirangkai sebagai suatu kesatuan yang saling mendukung pencapaian kompetensi tersebut. Bila pada jenjang SD/MI, semua mata pelajaran digabung menjadi satu dan disajikan dalam bentuk tema-tema, maka pada jenjang SMP/MTs pembelajaran sudah mulai dipisah-pisah menjadi mata pelajaran.

Sebagai transisi menuju ke pendidikan menengah, pemisahan ini masih belum dilakukan sepenuhnya bagi siswa SMP/MTs. Materi-materi dari bidang-bidang ilmu Fisika, Kimia, Biologi, serta Ilmu Bumi dan Antariksa masih perlu disajikan sebagai suatu kesatuan dalam mata pelajaran IPA (Ilmu Pengetahuan Alam). Hal ini dimaksudkan untuk memberikan wawasan yang utuh bagi siswa SMP/MTs tentang prinsip-prinsip dasar yang mengatur alam semesta beserta segenap isinya.

Buku IPA Kelas IX SMP/MTs ini disusun dengan pemikiran di atas. Bidang ilmu Biologi dipakai sebagai landasan (*platform*) pembahasan bidang ilmu yang lain. Makhluk hidup digunakan sebagai objek untuk menjelaskan prinsip-prinsip dasar yang mengatur alam seperti objek alam dan interaksinya, energi dan keseimbangannya, dan lain-lain. Melalui pembahasan menggunakan bermacam bidang ilmu dalam rumpun ilmu pengetahuan alam, pemahaman utuh tentang alam yang dihuninya beserta benda-benda alam yang dijumpai di sekitarnya dapat dikuasai oleh peserta didik SMP/MTs.

Sebagai salah satu rumpun ilmu yang digunakan untuk mengukur kemajuan pendidikan suatu negara, pemahaman peserta didik suatu negara terhadap IPA dibandingkan secara rutin sebagaimana dilakukan melalui TIMSS (*The Trends in International Mathematics and Science Study*) dan PISA (*Program for International Student Assessment*). Melalui penilaian internasional seperti ini kita bisa mengetahui kualitas pembelajaran IPA dibandingkan dengan negara lain. Materi IPA pada Kurikulum 2013 ini telah disesuaikan dengan tuntutan penguasaan materi IPA menurut TIMSS dan PISA.

Sesuai dengan konsep Kurikulum 2013, buku ini disusun mengacu pada pembelajaran IPA secara terpadu dan utuh, sehingga setiap pengetahuan yang diajarkan, pembelajarannya harus dilanjutkan sampai membuat siswa terampil dalam menyajikan pengetahuan yang dikuasainya secara konkret dan abstrak, dan bersikap sebagai makhluk yang mensyukuri anugerah alam semesta yang dikaruniakan kepadanya melalui pemanfaatan yang bertanggung jawab.

Buku ini menjabarkan usaha minimal yang harus dilakukan siswa untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan yangdigunakan dalam Kurikulum 2013, siswa diberanikan untuk mencari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serap siswa dengan ketersediaan kegiatan pada buku ini. Guru dapat memperkayanya dengan kreasi dalam bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan yang bersumber dari lingkungan sosial dan alam.

Sebagai edisi pertama, buku ini sangat terbuka dan terus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan. Untuk itu, kami mengundang para pembaca memberikan kritik, saran dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya. Atas kontribusi tersebut, kami ucapkan terima kasih. Mudah-mudahan kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

Jakarta, Januari 2015

Menteri Pendidikan dan Kebudayaan

# Daftar Isi

<b>Halaman Judul .....</b>	<b>i</b>
<b>Halaman Penerbitan .....</b>	<b>ii</b>
<b>Kata Pengantar .....</b>	<b>iii</b>
<b>Daftar Isi .....</b>	<b>v</b>
<b>Bagian I: Petunjuk Umum .....</b>	<b>1</b>
<b>Bab 1 IPA Terpadu dan Pembelajarannya.....</b>	<b>3</b>
A. IPA Terpadu .....	3
B. Model Pemaduan Bahan Ajar IPA Terpadu .....	5
C. Pembelajaran IPA Terpadu.....	16
D. Tujuan dan Karakteristik Pembelajaran IPA Terpadu .....	18
<b>Bab 2 Pembelajaran Berbasis Aktivitas dalam Pembelajaran IPA .....</b>	<b>23</b>
A. Pembelajaran dalam Kurikulum 2013.....	23
B. <i>Scientific Approach</i> (Pendekatan Ilmiah).....	25
C. Pembelajaran Berbasis Aktivitas .....	30
D. Ragam Pembelajaran Berbasis Aktivitas pada Pembelajaran IPA.....	34
<b>Bab 3 Penilaian Pembelajaran IPA.....</b>	<b>59</b>
A. Penilaian Pembelajaran IPA .....	59
B. Contoh Penilaian Autentik dalam Pembelajaran IPA .....	67
C. Pembelajaran Remidial dan Pengayaan .....	80
<b>Bab 4 Pemetaan Kompetensi Dasar dan Materi.....</b>	<b>83</b>
<b>Bagian I: Petunjuk Khusus .....</b>	<b>119</b>
<b>Bab 1 Sistem Reproduksi pada Manusia.....</b>	<b>121</b>
A. Pengantar.....	121
B. Kegiatan Pembelajaran.....	125
C. Penilaian dan Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi .....	140
D. Materi Pengayaan .....	142
E. Interaksi dengan Orang Tua .....	146
F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi.....	146
G. Kegiatan Proyek .....	148

Diunduh dari BSE.Mahoni.com

<b>Bab 2 Reproduksi pada Tumbuhan dan Hewan .....</b>	<b>149</b>
A. Pengantar.....	149
B. Kegiatan Pembelajaran.....	153
C. Penilaian dan Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi .....	174
D. Materi Pengayaan .....	177
E. Interaksi dengan Orang Tua .....	180
F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi.....	180
G. Kegiatan Proyek .....	182
<b>Bab 3 Kependudukan dan Lingkungan .....</b>	<b>183</b>
A. Pengantar.....	183
B. Kegiatan Pembelajaran.....	186
C. Penilaian dan Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi .....	06
D. Materi Pengayaan .....	208
E. Interaksi dengan Orang Tua .....	210
F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi.....	210
G. Kegiatan Proyek .....	212
<b>Bab 4 Partikel Penyusun Benda Mati dan Makhluk Hidup.....</b>	<b>213</b>
A. Pengantar.....	213
B. Kegiatan Pembelajaran.....	215
C. Penilaian dan Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi .....	224
D. Materi Pengayaan .....	226
E. Interaksi dengan Orang Tua .....	227
F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi.....	227
G. Kegiatan Proyek .....	230
<b>Bab 5 Kelistrikan dan Teknologi Listrik di Lingkungan.....</b>	<b>231</b>
A. Pengantar.....	231
B. Kegiatan Pembelajaran.....	234
C. Penilaian dan Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi .....	255
D. Materi Pengayaan .....	257
E. Interaksi dengan Orang Tua .....	258
F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi.....	259
G. Kegiatan Proyek .....	260

<b>Bab 6 Kemagnetan dan Pemanfaatannya dalam Produk Teknologi.....</b>	<b>261</b>
A. Pengantar.....	261
B. Kegiatan Pembelajaran.....	264
C. Penilaian dan Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi .....	265
D. Materi Pengayaan .....	274
E. Interaksi dengan Orang Tua .....	275
F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi.....	275
G. Kegiatan Proyek .....	276
<b>Bab 7 Pewarisan Sifat pada Makhluk Hidup .....</b>	<b>277</b>
A. Pengantar.....	277
B. Kegiatan Pembelajaran.....	281
C. Penilaian dan Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi .....	290
D. Materi Pengayaan .....	292
E. Interaksi dengan Orang Tua .....	295
F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi.....	295
G. Kegiatan Proyek .....	297
<b>Bab 8.Bioteknologi Pangan.....</b>	<b>299</b>
A. Pengantar.....	299
B. Kegiatan Pembelajaran.....	301
C. Penilaian dan Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi .....	311
D. Materi Pengayaan .....	312
E. Interaksi dengan Orang Tua .....	314
F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi.....	14
G. Kegiatan Proyek .....	316
<b>Bab 9 Teknologi Ramah Lingkungan .....</b>	<b>317</b>
A. Pengantar.....	317
B. Kegiatan Pembelajaran.....	319
C. Penilaian dan Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi .....	327
D. Materi Pengayaan .....	330
E. Interaksi dengan Orang Tua .....	331
F. Kunci Jawaban Uji Kompetensi.....	331
G. Kegiatan Proyek .....	332

<b>Bab 10 Tanah dan Keberlangsungan Kehidupan.....</b>	<b>333</b>
A. Pengantar.....	333
B. Kegiatan Pembelajaran.....	335
C. Penilaian dan Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi .....	348
D. Materi Pengayaan .....	351
E. Interaksi dengan Orang Tua .....	352
F. Kuci Jawaban Uji Kompetensi.....	352
G. Kegiatan Proyek .....	354
<b>Daftar Rujukan.....</b>	<b>356</b>
<b>Catatan .....</b>	<b>357</b>

# **Bagian I: Petunjuk Umum**



**Petunjuk Umum ini berisikan:**

Bab 1 IPA Terpadu dan Pembelajarannya

Bab 2 Pembelajaran Berbasis Aktivitas  
dalam Pembelajaran IPA

Bab 3 Penilaian Pembelajaran IPA

Bab 4 Pemetaan Kompetensi Dasar dan  
Materi

*Halaman ini sengaja dibiarkan kosong*

# Bab 1

# IPA Terpadu dan Pembelajarannya

## A. IPA TERPADU

Secara integral, ilmu pengetahuan merupakan cara untuk mempelajari alam semesta beserta komponen yang ada didalamnya. Ilmu pengetahuan tersebut terpisah menjadi Ilmu Pengetahuan Alam dan Ilmu Pengetahuan Sosial. Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan cabang pengetahuan yang mempelajari alam semesta yang berawal dari fenomena alam.

IPA didefinisikan dengan berbagai versi. Pada Permen Dikbud RI No 58 tahun 2014 dinyatakan bahwa IPA dipandang sebagai cara berpikir untuk memahami alam, melakukan penyelidikan, dan sebagai kumpulan pengetahuan. Collete dan Chiappetta (1994) yang menyatakan bahwa IPA pada hakikatnya merupakan; kumpulan pengetahuan (*a body of knowledge*), cara atau jalan berpikir (*method of thinking*), dan cara untuk penyelidikan (*method of investigating*). IPA juga didefinisikan sebagai hasil pemikiran dan penyelidikan ilmuwan yang dilakukan dengan keterampilan bereksperimen dengan menggunakan metode ilmiah (Poedjiadi, 2005). IPA juga didefnisikan sebagai pengetahuan yang sistematis dan tersusun secara teratur, berlaku umum (universal), dan berupa kumpulan data hasil observasi dan eksperimen (Carin dan Sund, 1993 dalam Depdiknas, 2006:4). Definisi ini memberi pengertian bahwa IPA merupakan cabang pengetahuan yang dibangun berdasarkan pengamatan dan klasifikasi data, dan biasanya disusun dan diverifikasi dalam hukum-hukum yang bersifat kuantitatif, yang melibatkan aplikasi penalaran matematis dan analisis data terhadap gejala-gejala alam.

Dimensi Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), berkaitan dengan upaya memahami berbagai fenomena alam secara sistematis, mencakup sikap ilmiah IPA, proses ilmiah (metode ilmiah) IPA, produk IPA, aplikasi IPA. Sikap tersebut dapat mencakup rasa ingin tahu tentang benda, fenomena alam, makhluk hidup, serta hubungan sebab akibat yang menimbulkan masalah baru yang dapat dipecahkan melalui prosedur yang benar (Sund & Trowbridge, 1973:2; Trowbridge et.al., 1981:40; Dahar & Liliyansari, 1986:11). IPA sebagai proses yaitu prosedur pemecahan masalah dengan menggunakan metode ilmiah yang untuk menemukan konsep IPA dengan tahapan berikut: 1) menemukan masalah, 2) merumuskan hipotesis, 3) merancang penyelidikan, 4) melaksanakan penyelidikan, 5) mengumpulkan dan menganalisis data, 6) menarik kesimpulan, 7) mengomunikasikan hasil penelitian. IPA sebagai produk merupakan kumpulan pengetahuan yang

terdiri dari fakta, konsep dan prinsip. Produk IPA fakta adalah data yang menunjukkan fenomena yang sesungguhnya, pernyataan-pernyataan tentang benda-benda yang benar-benar ada, atau peristiwa-peristiwa yang benar-benar terjadi dan sudah dikonfirmasi secara objektif. Konsep IPA adalah suatu ide yang mempersatukan fakta-fakta IPA. Jadi konsep merupakan hubungan antara fakta-fakta yang memang berhubungan. Prinsip diartikan sebagai generalisasi tentang hubungan antara konsep-konsep. Contohnya, semua benda dipanaskan mengalami kenaikan suhu. Prinsip merupakan deskripsi yang paling tepat tentang obyek atau kejadian/fenomena. Aplikasi IPA adalah penerapan metode ilmiah dan produk IPA yang diperlukan dalam kehidupan sehari-hari untuk memenuhi kebutuhan manusia melalui pemecahan masalah-masalah yang dapat diidentifikasi. Penerapan IPA perlu dilakukan secara bijaksana untuk menjaga dan memelihara kelestarian lingkungan

IPA yang dipelajari di sekolah tidak hanya berupa kumpulan fakta tetapi juga proses perolehan fakta yang didasarkan pada kemampuan menggunakan pengetahuan dasar IPA untuk memprediksi atau menjelaskan berbagai fenomena yang berbeda. Peserta didik harus memaknai alam yang berubah secara cepat dan kompleks, dengan cara menggunakan pengetahuan yang telah dipahaminya dalam memecahkan masalah (Reif, 1995). Proses pembelajaran IPA berorientasi pada kemampuan aplikatif, pengembangan kemampuan berpikir, rasa ingin tahu, sikap peduli dan bertanggungjawab terhadap lingkungan sosial dan alam. IPA juga ditujukan untuk pengenalan lingkungan biologi dan alam sekitarnya, serta pengenalan berbagai keunggulan wilayah nusantara.

Mata pelajaran IPA di SMP/MTs dilakukan dengan konsep *integrative science* (IPA Terpadu). Konsep keterpaduan ini ditunjukkan pada penyajian materi IPA dikemas ke dalam tema tertentu yang didalamnya membahas perpaduan materi-materi fisika, kimia, biologi, dan yang saling memiliki keterkaitan (Permen Dikbud RI No 58 Tahun 2014 Lampiran 3). IPA di SMP/MTs ditinjau dari sudut pandang kajian Biologi sehingga penyajian konsep-konsep IPA pada bahan ajar IPA terpadu di SMP/MTs diawali dengan fenomena biologi yang ada di sekitar peserta didik dan membahasnya dengan tinjauan dari tiga bidang kajian (biologi, fisika, dan kimia). Hal ini bertujuan agar tampak keterpaduan antara tiga bidang kajian tersebut. Meskipun demikian, tetap akan tampak karakter dari masing-masing bidang kajian karena bagaimanapun juga terdapat perbedaan yang mendasar antara tiga bidang kajian tersebut. Keterpaduan konsep dalam IPA terpadu tidak berarti membentuk konsep baru dari konsep dasar fisika, kimia dan biologi, melainkan terpadu dalam objek yang dipelajari. Sebagai contohnya, proses fotosintesis. Tumbuhan memerlukan cahaya, karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan air untuk proses fotosintesis. Cahaya yang diperlukan oleh beberapa jenis daun adalah cahaya merah. Jika ditanyakan mengapa bukan sinar ultraviolet yang

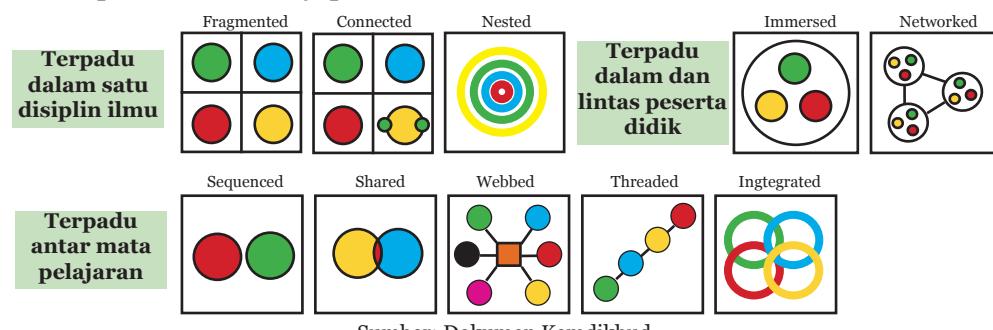
digunakan, jawabannya dapat diperoleh dari konsep fisika yang menyatakan bahwa sinar ultraviolet merupakan sinar dengan frekuensi yang tinggi, sehingga energi yang dimiliki juga tinggi. Dari konsep kimia dapat dijelaskan tentang reaksi antara air dan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dengan bantuan energi cahaya. Dari segi biologi dapat dijelaskan cara bagian-bagian daun melakukan fungsinya pada proses fotosintesis.

## B. MODEL PEMADUAN BAHAN AJAR IPA TERPADU

Salah satu komponen penting dalam pembelajaran adalah bahan ajar. Bahan ajar merupakan seperangkat materi/substansi pembelajaran (*teaching material*) yang disusun secara sistematis, menampilkan sosok utuh dari kompetensi yang akan dikuasai peserta didik dalam kegiatan pembelajaran (Puskur, 2006:6). Bahan ajar memungkinkan peserta didik dapat mempelajari suatu kompetensi secara runtut dan sistematis, sehingga secara akumulatif mampu menguasai semua kompetensi secara utuh dan terpadu.

Bahan ajar merupakan sarana untuk mengomunikasikan ilmu pengetahuan. Dengan demikian, bahan ajar yang digunakan di sekolah baik oleh guru maupun oleh peserta didik harus jelas, lengkap, akurat, dan dapat mengkomunikasikan informasi, konsep, serta pengetahuan proseduralnya. Dengan demikian, setiap bahan ajar harus memiliki standar yang sesuai dengan tujuan dari buku pelajaran tersebut, yaitu sesuai dengan jenjang pendidikan, psikologi perkembangan peserta didik, kebutuhan dan tuntutan kurikulum, serta ilmu pengetahuan dan teknologi.

Pemaduan bahan ajar IPA terpadu dapat menggunakan berbagai model. Ada beberapa model pemanfaatan yang digunakan dalam pengembangan kurikulum IPA terpadu. Salah satu model pemanfaatan yang digunakan adalah model pengembangan kurikulum terpadu dari Fogarty (1991) yang mengembangkan 10 model pemanfaatan yang tercakup dalam tiga bentuk dasar pemanfaatan kurikulum. Tiga bentuk dasar pemanfaatan kurikulum dengan 10 model pemanfaatan tersaji pada Gambar 1.1.

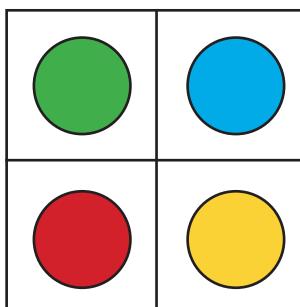


Gambar 1.1 Tiga Bentuk Dasar Pemanfaatan Kurikulum dengan 10 Model Pemanfaatan

## 1. ***Fragmented Model (Model Penggalan)***

Model *fragmented* merupakan model kurikulum yang memisahkan materi ke dalam disiplin ilmu yang berbeda yang dikemas dalam mata pelajaran. Sebagai contohnya, mata pelajaran matematika, IPA, dan ilmu sosial. Model *fragmented* ditandai oleh ciri pemanfaatan yang hanya terbatas pada satu mata pelajaran saja. Skema model pemanfaatan ini tersaji pada Gambar 1.1. Pada proses pembelajarannya, butir-butir materi tersebut dilaksanakan secara terpisah-pisah pada jam yang berbeda-beda.

Peserta didik mempelajari materi tanpa menghubungkan kebermaknaan dan keterkaitan antara satu pelajaran dengan pelajaran lainnya. Setiap mata pelajaran diajarkan oleh guru yang berbeda dan mungkin pula ruang yang berbeda. Setiap mata pelajaran memiliki ranahnya tersendiri dan tidak ada usaha untuk mempersatukannya. Setiap mata pelajaran berlangsung terpisah dengan pengorganisasian dan cara mengajar yang berbeda dari setiap guru.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 1.2 Skema Model Pemanfaatan *Fragmented*

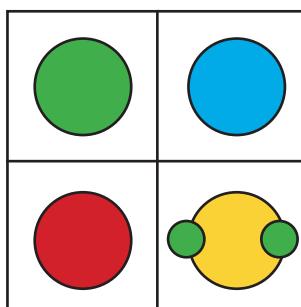
Pemanfaatan materi yang menggunakan model *fragmented* akan menyajikan materi dalam suatu mata pelajaran yang utuh tanpa mengaitkan mata pelajaran satu dengan yang lainnya (Fogarty, 1991). Apabila seorang guru mata pelajaran IPA maka konsep pada pelajaran IPA diajarkan utuh kepada peserta didiknya tanpa melihat atau mempertimbangkan dengan konsep yang ada pada mata pelajaran matematika atau Bahasa Indonesia. Jadi, dalam bahan ajar dengan model *fragmented* setiap mata pelajaran dirancang secara terpisah-pisah dan tidak ada usaha untuk mengaitkan di antara mata pelajaran tersebut. Oleh Fogarty, model *fragmented* disimbolkan dengan sebuah periskop yang artinya memandang satu arah, fokus yang sempit untuk setiap mata pelajaran.

Model *fragmented* memiliki kelebihan yaitu peserta didik menguasai secara penuh satu kemampuan tertentu untuk tiap mata pelajaran, ia ahli dan terampil dalam bidang tertentu. Menurut Kemdikbud (2013:172), kelebihan dari model *fragmented* adalah adanya kejelasan dan pandangan yang terpisah dalam suatu mata pelajaran. Adapun kekurangannya adalah peserta didik belajar hanya pada tempat dan sumber belajar dan kurang mampu

membuat hubungan atau pemanfaatan dengan konsep sejenis. Kekurangan lain dari model ini menurut Kemdikbud (2013:172) adalah lebih sedikit transfer pembelajarannya.

## 2. ***Connected Model (Model Keterhubungan)***

Model *connected* atau keterhubungan menyajikan hubungan yang eksplisit di dalam suatu mata pelajaran. Skema dari model ini tersaji pada Gambar 1.2. Materi diberikan dengan mengaitkan satu pokok bahasan ke pokok bahasan yang lain, menghubungkan satu konsep ke konsep yang lain, mengaitkan satu keterampilan dengan keterampilan yang lain dalam suatu bidang studi (inter bidang studi). Kunci utama model ini adalah adanya usaha secara sadar menghubungkan bidang kajian dalam satu disiplin ilmu dalam satu mata pelajaran.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 1.3 Skema Model Pemanfaatan *Connected*

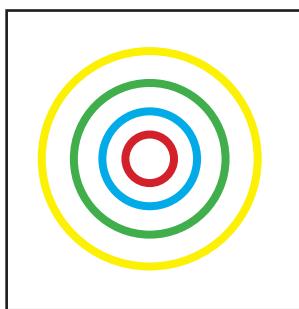
Model *connected* dilandasi oleh anggapan bahwa butir-butir materi ajar dapat dipayungkan pada induk mata pelajaran tertentu. Butir-butir materi ajar bidang fisika, kimia, dan biologi dapat dipayungkan pada mata pelajaran IPA. Penguasaan materi ajar tersebut merupakan keutuhan dalam membentuk kemampuan tentang ilmu alam. Hanya saja pembentukan pemahaman, keterampilan dan pengalaman secara utuh tersebut tidak berlangsung secara otomatis. Karena itu, guru harus menata materi ajar dan proses pembelajarannya secara terpadu.

Kelebihan yang diperoleh dalam model *connected* ini adalah adanya hubungan antar ide-ide dalam satu mata pelajaran, peserta didik akan memperoleh gambaran yang lebih jelas dan luas dari konsep yang dijelaskan dan peserta didik diberi kesempatan untuk melakukan pedalaman, tinjauan, memperbaiki, dan mengasimilasi gagasan secara bertahap. Kekurangan dalam model ini adalah belum memberikan gambaran yang menyeluruh karena belum menggabungkan bidang-bidang pengembangan/mata pelajaran lain. Kekurangan lain dari model ini menurut Kemdikbud (2013:172) adalah disiplin-disiplin ilmu tidak berkaitan dan materi pelajaran tetap terfokus pada satu disiplin ilmu.

### 3. Nested Model (Model Bersarang)

Model *nested* merupakan model yang memadukan kurikulum di dalam satu disiplin ilmu secara khusus meletakkan fokus pemanfaatan pada sejumlah keterampilan belajar yang ingin dilatihkan. Skema model pemanfaatan ini tersaji pada Gambar 1.4. Model *nested* atau bersarang adalah pemanfaatan yang digunakan oleh guru untuk mencapai beberapa kompetensi atau keterampilan yaitu keterampilan berpikir, keterampilan sosial, dan keterampilan isi pengetahuan, contohnya guru merancang unit fotosintesis yang secara simultan mencapai target mencapai keterampilan sosial, dan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap fotosintesis (pengetahuan sains).

Seperti yang dicontohkan Fogarty (1991:28) untuk jenis mata pelajaran bahasa dan ilmu sosial dapat dipadukan keterampilan berpikir (*thinking skill*) dengan keterampilan sosial (*social skill*). Untuk pelajaran sains dan matematika dapat dipadukan keterampilan berpikir (*thinking skill*) dan keterampilan mengorganisasi (*organizing skill*).



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 1.4 Skema Model Pemanfaatan Nested

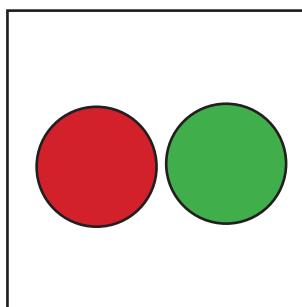
Model *nested* merupakan pemanfaatan berbagai bentuk penguasaan konsep keterampilan melalui sebuah kegiatan pembelajaran. Misalnya, pada satuan jam tertentu seorang guru memfokuskan kegiatan pembelajaran pada pemahaman tentang hakikat IPA dan keterampilan proses IPA dalam mengembangkan kemampuan berpikir logis, menentukan jenis keterampilan proses IPA, dan melakukan kegiatan praktikum. Pembelajaran berbagai bentuk penguasaan konsep dan keterampilan tersebut keseluruhannya tidak harus dirumuskan dalam tujuan pembelajaran.

Kelebihan model ini yaitu guru dapat memadukan beberapa keterampilan sekaligus dalam pembelajaran satu mata pelajaran, memberikan perhatian pada berbagai bidang penting dalam satu saat sehingga tidak memerlukan penambahan waktu dan guru dapat memadukan kurikulum secara luas. Kelebihan lain dari model ini menurut Kemdikbud (2013:173) adalah dapat memperkaya dan memperluas pembelajaran. Kekurangan dari model ini adalah apabila tanpa perencanaan yang matang memadukan beberapa keterampilan yang menjadi target dalam suatu pembelajaran akan berdampak

pada peserta didik dimana prioritas pelajaran menjadi kabur. Lebih diperjelas oleh Kemdikbud (2013:173), bahwa kekurangan dari model ini adalah pelajar dapat menjadi bingung dan kehilangan arah mengenai konsep-konsep utama dari suatu kegiatan atau pelajaran.

#### 4. ***Sequenced Model (Model Urutan)***

Model *sequenced* merupakan model pemanfaatan topik-topik antar mata pelajaran yang berbeda secara paralel. Skema model pemanfaatan ini tersaji pada Gambar 1.5. Pada model ini, topik-topik diurutkan dan persamaan-persamaan yang ada dalam mata pelajaran yang dipadukan, selanjutnya diajarkan secara bersamaan (Kemdikbud, 2013:173). Sebagai contohnya, guru menyajikan materi pembelajaran sesuai urutan kompetensi dasar pada kurikulum atau buku yang tersedia. Topik-topik tersebut dapat dipadukan pembelajarannya pada alokasi jam yang sama.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 1.5 Skema Model Pemanfaatan *Sequenced*

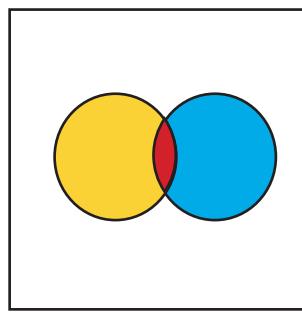
Kelebihan dari model ini adalah dengan menyusun kembali urutan topik, bagian dari unit, guru dapat mengutamakan prioritas kurikulum daripada hanya mengikuti urutan yang dibuat penulis dalam buku teks, membantu peserta didik memahami isi pembelajaran dengan lebih kuat dan bermakna. Lebih lanjut disampaikan Kemdikbud (2013:173), kelebihan dari model ini adalah memfasilitasi transfer pembelajaran melintasi beberapa mata pelajaran, sedangkan kekurangannya yaitu diperlukan kolaborasi berkelanjutan dan fleksibilitas semua orang yang terlibat dalam content area dalam mengurutkan sesuai peristiwa terkini.

#### 5. ***Shared Model (Model Terbagi)***

Model *shared* merupakan bentuk pemanfaatan materi pembelajaran akibat adanya “*overlapping*” atau tumpang tindih konsep atau ide pada dua mata pelajaran atau lebih yang berbeda. Butir-butir pembelajaran tentang atom dalam kimia misalnya, dapat bertumpang tindih dengan butir pembelajaran

dalam model atom dalam fisika dan sebagainya. Skema model pemanfaatan ini tersaji pada Gambar 1.6.

Kelebihan dari model ini yaitu lebih mudah dalam menggunakan sebagai langkah awal maju secara penuh menuju model terpadu yang mencakup empat disiplin ilmu, dengan menggabungkan disiplin ilmu serupa yang saling tumpang tindih akan memungkinkan mempelajari konsep yang lebih dalam. Selain itu, menurut Kemdikbud (2013:173), kelebihan lain dari model ini adalah terdapat pengalaman-pengalaman pembelajaran bersama dan dengan adanya dua orang guru di dalam satu tim, akan lebih mudah untuk berkolaborasi. Sedangkan kekurangannya, model pemanfaatan antar dua disiplin ilmu memerlukan komitmen pasangan untuk bekerjasama dalam fase awal, karena untuk menemukan konsep yang tumpang tindih secara nyata diperlukan dialog dan percakapan yang mendalam. Menurut Kemdikbud (2013:173), kekurangan dari model ini adalah membutuhkan waktu, fleksibilitas, komitmen dan kompromi.

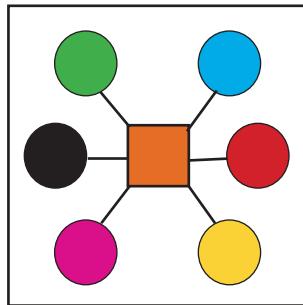


Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 1.6 Skema Model Pemanfaatan *Shared*

## 6. ***Webbed Model (Model Jaring Laba-laba )***

Model yang paling populer adalah model *webbed*. Model ini bertolak dari pendekatan tematis sebagai pemaduan bahan dan kegiatan pembelajaran. Skema model pembelajaran ini tersaji pada Gambar 1.6. Dalam hubungan ini tema dapat mengikat kegiatan pembelajaran baik dalam mata pelajaran tertentu maupun lintas mata pelajaran. Model jaring laba-laba (*webbed model*) adalah pembelajaran terpadu yang menggunakan pendekatan tematik. Pendekatan ini pengembangannya dimulai dengan menentukan tema tertentu. Tema dapat ditetapkan dengan negosiasi guru dan peserta didik, tetapi dapat pula diskusi sesama guru. Setelah tema tersebut disepakati, dikembangkan sub-sub temanya dengan memperhatikan kaitannya dengan bidang-bidang studi. Dari sub-sub tema ini dikembangkan aktivitas belajar yang harus dilakukan peserta didik. Keuntungan model jaring laba-laba bagi peserta didik adalah peserta didik memperoleh pandangan hubungan yang utuh tentang kegiatan dari ilmu yang berbeda-beda.



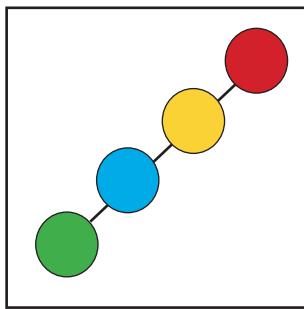
Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 1.7 Skema Model Pemaduan *Webbed*

Kelebihan pendekatan jaring laba-laba untuk mengintegrasikan kurikulum adalah faktor motivasi sebagai hasil bentuk seleksi tema yang menarik perhatian paling besar, faktor motivasi peserta didik juga dapat berkembang karena adanya pemilihan tema yang didasarkan pada minat peserta didik. Lebih jelas disampaikan oleh Kemdikbud (2013:173), bahwa kelebihan dari model ini adalah dapat memotivasi peserta didik serta membantu peserta didik untuk melihat keterhubungan antargagasan. Sedangkan kekurangan dari model ini adalah banyak guru sulit memilih tema. Guru cenderung menyediakan tema yang dangkal sehingga kurang bermanfaat bagi peserta didik, dan guru seringkali terfokus pada kegiatan sehingga materi atau konsep menjadi terabaikan

## 7. ***Threaded Model (Model Satu Alur)***

Model *threaded* merupakan model pemanfaatan bentuk keterampilan, misalnya, melakukan prediksi dan estimasi dalam matematika, ramalan terhadap kejadian-kejadian, antisipasi terhadap cerita dalam novel, dan sebagainya. Skema model pemanfaatan ini tersaji pada Gambar 1.8. Bentuk *threaded* ini berfokus pada apa yang disebut *meta-curriculum*. Lebih lanjut disampaikan oleh Kemdikbud (2013:173), bahwa model ini merupakan model pembelajaran terpadu yang memfokuskan pada penguasaan keterampilan yang meliputi keterampilan sosial, berpikir, serta berbagai jenis kecerdasan, dan keterampilan-keterampilan belajar. Keterampilan-keterampilan tersebut ‘direntangkan’ melalui berbagai disiplin ilmu/mata pelajaran.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

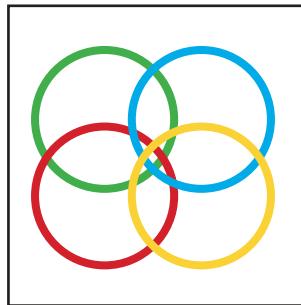
Sumber: Dokumen Kemdikbud Gambar 1.8 Skema Model Pemaduan *Threaded*

Kelebihan dari model ini antara lain: konsep berputar di sekitar metakurikulum yang menekankan pada perilaku metakognitif; materi untuk tiap mata pelajaran tetap murni, dan peserta didik dapat belajar bagaimana seharusnya belajar di masa yang akan datang sesuai dengan laju perkembangan era globalisasi. Sedangkan kekurangannya yaitu, hubungan isi antar materi pelajaran tidak terlalu ditunjukkan sehingga secara eksplisit peserta didik kurang dapat memahami keterkaitan konten antara mata pelajaran satu dengan yang lainnya.

### **8. Integrated Model (Model Integrasi)**

Model *integrated* merupakan pemaduan sejumlah topik dari mata pelajaran yang berbeda, tetapi esensinya sama dalam sebuah topik tertentu. Skema model pemanduan ini tersaji pada Gambar 1.9. Topik evidensi yang semula terdapat dalam mata pelajaran Matematika, Bahasa Indonesia, Pengetahuan Alam, dan Pengetahuan Sosial, agar tidak membuat muatan kurikulum berlebihan cukup diletakkan dalam mata pelajaran tertentu, misalnya Pengetahuan Alam.

Model terintegrasi menggunakan pendekatan antar matapelajaran dan antar bidang studi. Model ini dilakukan dengan cara menggabungkan bidang studi dengan menetapkan prioritas dari kurikulum dan menemukan keterampilan, konsep dan sikap yang saling tumpang tindih dalam beberapa matapelajaran atau bidang studi (Fogarty, 1991). Pada model integrasi ini tema yang berkaitan dan saling tumpang tindih merupakan hal terakhir yang ingin dicari dan dipilih oleh guru dalam tahap perencanaan. Bidang studi yang dipadukan misalnya matematika, IPA, IPS dan Bahasa. Keuntungan dari model integrasi adalah peserta didik mudah menghubungkan dan mengaitkan materi dari beberapa mata pelajaran atau bidang studi.



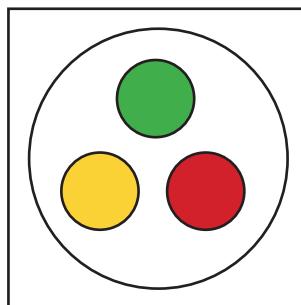
Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 1.9 Skema Model Pemaduan *Integrated*

Kelebihan dari model ini yaitu peserta didik saling mengaitkan, saling menghubungkan diantara macam-macam bagian dari matapelajaran. Selain itu model ini juga mendorong motivasi peserta didik. Sedangkan kekurangan yaitu model ini sulit dilaksanakan secara penuh; membutuhkan keterampilan tinggi.

### **9. Immersed Model (Model Terbenam)**

Model *immersed* memfasilitasi peserta didik mengintegrasikan dengan cara melihat semua pelajaran melalui perspektif satu bidang kajian yang diminati. Contoh: Seorang peserta didik sangat berminat dengan pertanian organik. Untuk itu dia merasa perlu belajar macam *biostarter*, proses pengomposan, cara bercocok tanam, dan bioinsektisida. Skema model pemaduan ini tersaji pada Gambar 1.20. Pada model ini, tukar pengalaman dan pemanfaatan pengalaman sangat diperlukan dalam kegiatan pembelajaran. Lebih lanjut disampaikan oleh Kemdikbud (2013:174), pada pelaksanaan model ini, guru membantu peserta didik untuk memadukan apa yang dipelajari dengan cara memandang seluruh pengajaran melalui perspektif bidang yang disukai (*area of interest*).



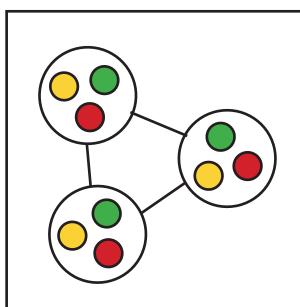
Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 1.10 Skema Model Pemaduan *Immersed*

Kelebihan dari model ini adalah setiap peserta didik mempunyai ketertarikan mata pelajaran yang berbeda maka secara tidak langsung peserta didik yang lain akan belajar dari peserta didik lainnya. Mereka terpacu untuk dapat menghubungkan mata pelajaran yang satu dengan yang lainnya, dengan kata lain keterpaduan tersebut berlangsung di dalam diri peserta didik itu sendiri. Sedangkan kekurangan dari model ini adalah peserta didik yang tidak senang membaca sumber akan mendapat kesulitan untuk mengerjakan proyek ini, sehingga peserta didik menjadi kehilangan minat belajar. Lebih lanjut disampaikan oleh Kemdikbud (2013:174), model pemanduan ini dapat mempersempit fokus peserta didik.

## 10. **Networked Model (Model Jejaring )**

Model *networked* merupakan model pemanduan mahan ajar yang mengandaikan kemungkinan perubahan konsepsi, bentuk pemecahan masalah, maupun tuntutan bentuk keterampilan baru setelah peserta didik mengadakan studi lapangan dalam situasi, kondisi, maupun konteks yang berbeda-beda. Skema pemanduan model ini tersaji pada Gambar 1.11. Belajar disikapi sebagai proses yang berlangsung secara terus-menerus karena adanya hubungan timbal balik antara pemahaman dan kenyataan yang dihadapi peserta didik. Menurut Kemdikbud (2013:174), Model ini membela jarkan peserta didik untuk melakukan proses pemanduan topik yang dipelajari melalui pemilihan jejaring pakar dan sumber daya.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 1.11 Skema Model Pemanduan *Networked*

Kelebihan dari model ini adalah peserta didik dapat memperluas wawasan pengetahuan pada satu atau dua mata pelajaran secara mendalam namun sempit sasarannya. Lebih lanjut disampaikan oleh Kemdikbud (2013:174), melalui model ini peserta didik bersifat proaktif serta terstimulasi oleh informasi, keterampilan, atau konsep-konsep baru. Sedangkan kekurangannya adalah kedalaman materi pelajaran yang dipahami secara tidak sengaja akan menjadi dangkal, karena mendapat hambatan dalam mencari sumber. Lebih lanjut disampaikan oleh Kemdikbud (2013:174), bahwa kekurangan dari model ini dapat memecah perhatian peserta didik serta upaya-upaya yang

dilakukan menjadi tidak efektif jika peserta didik tidak memiliki kemampuan mengadakan penafsiran ulang terhadap pemahaman yang dimilikinya dan menerapkannya secara tepat.

## C. PEMBELAJARAN IPA TERPADU

Pembelajaran terpadu merupakan suatu pendekatan dalam pembelajaran yang secara sengaja memadukan beberapa pokok bahasan (Beane, 1995:615), mengaitkan beberapa aspek, baik dalam intra mata pelajaran maupun antarmatapelajaran. Pembelajaran terpadu juga mengimplikasikan perlunya membahas bidang kajian IPA (fisika, kimia dan biologi) ke dalam materi IPA yang menyeluruh serta mengkombinasikan beberapa disiplin ilmu (Bybee, 2006).

Menurut Forgarty (1991:62), dalam arti luas pembelajaran terpadu meliputi pembelajaran yang terpadu dalam satu disiplin ilmu, terpadu antar mata pelajaran, serta terpadu dalam dan lintas peserta didik. Pembelajaran terpadu akan memberikan pengalaman yang bermakna bagi peserta didik, karena dalam pembelajaran terpadu peserta didik akan memahami konsep-konsep yang dipelajari melalui pengalaman langsung dan menghubungkannya dengan konsep-konsep lain yang sudah dipahami yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Berdasarkan uraian di atas dapat diartikan bahwa pembelajaran terpadu merupakan pengpaduan bidang studi IPA dengan bidang studi lainnya ataupun inter bidang studi.

Ada beberapa teori dan filsafat yang melandasi pembelajaran terpadu. Adapun landasan-landasan tersebut sebagai berikut.

### 1. Teori Perkembangan dari Piaget

Teori perkembangan Piaget meliputi tahap perkembangan kognitif sensorimotor, pra-operasional, operasional konkret, dan operasional formal. Pada tahap sensori-motor (0–2 tahun), seseorang dapat membedakan diri sendiri dari obyek, mulai dapat bertindak dengan sengaja misalnya menarik suatu dawai untuk membuat gerakan. Pada tahap pra-operasional (2–7 tahun), seseorang belajar dengan menggunakan bahasa, menunjukkan obyek dengan gambar dan kata-kata, mengelompokkan benda berdasarkan suatu karakteristik, misal mengelompokan benda berdasarkan bentuknya. Pada tahap operasional konkret (7-11 tahun), seseorang dapat berpikir secara logis tentang obyek dan kejadian, menggolongkan obyek menurut beberapa fitur. Pada tahap operasional formal (>11 tahun), seseorang dapat berpikir secara logis tentang dalil-dalil yang abstrak, merumuskan hipotesis dan mengujinya secara sistematis. Berdasarkan teori tersebut, peserta didik SMP/MTs berada pada tahap operasional formal yang ditandai dengan kemampuan untuk memecahkan masalah yang abstrak secara logis, berpikir lebih ilmiah, mengembangkan perhatian tentang isu-isu sosial dan identitas sosial.

Kecepatan perkembangan kognitif setiap individu berbeda namun tidak ada individu yang melompati salah satu tahap tersebut. Salah satu aspek terpenting dalam teori Piaget adalah adaptasi lingkungan yang dilakukan melalui proses asimilasi dan akomodasi. Asimilasi merupakan penginterpretasian pengalaman baru dalam hubungannya dengan skema-skema yang telah ada. Akomodasi adalah pemodifikasi skema-skema yang ada untuk menyesuaikannya dengan situasi-situasi baru. Piaget juga mengemukakan faktor-faktor yang menunjang perkembangan intelektual seseorang, yaitu kedewasaan (*maturity*), pengalaman fisik (*physical experience*), pengalaman logiko-matematik (*logico-mathematical experience*), transmisi sosial (*social transmission*), dan proses keseimbangan (*equilibration*) atau pengaturan-sendiri (*self-regulation*). Menurut Piaget (Arends, 2012) pembelajaran yang efektif harus melibatkan peserta didik secara mandiri melakukan eksperimen, mengamati fenomena yang terjadi, memanipulasi simbol-simbol, mengajukan pertanyaan dan menemukan jawabannya, mengonfirmasi temuannya dengan temuan lain, dan membandingkan temuannya dengan temuan orang lain.

## 2. Teori Pembelajaran Konstruktivistik

Konstruktivisme adalah filsafat pendidikan yang menekankan bahwa pengetahuan akan dibangun sendiri oleh peserta didik secara aktif melalui perkembangan proses mentalnya (Leinhart, 1992). Teori konstruktivistik menyatakan bahwa perkembangan kognitif merupakan suatu proses dimana peserta didik secara aktif membangun makna dan pemahamannya terhadap realita melalui pengalaman dan interaksinya. Peserta didik menemukan dan mentrasformasikan sendiri suatu informasi kompleks apabila peserta didik tersebut menginginkan informasi tersebut menjadi miliknya.

Menurur Tobins (dalam Arends, 2004), proses belajar tidak hanya cara seseorang memahami tentang fenomena tetapi juga menyelesaikan permasalahan yang muncul karena fenomena tersebut. Belajar adalah membangun gagasan ilmiah melalui proses interaksi peserta didik dengan lingkungan, peristiwa, dan informasi dari sekitarnya. Pandangan konstruktivisme sebagai filosofi pendidikan menganggap semua peserta didik memiliki gagasan/pengetahuan tentang lingkungan dan peristiwa/gejala alam sekitarnya. Para ahli pendidikan berpendapat bahwa inti kegiatan pendidikan adalah memulai pelajaran dari apa yang diketahui peserta didik.

### **3. Teori Vygotsky**

Vygotsky berpendapat bahwa perkembangan intelektual terjadi pada saat seseorang berhadapan dengan pengalaman baru berupa masalah untuk dipecahkan. Vygotsky menekankan pengajaran dan interaksi sosial yang merupakan dasar dalam pengembangan pengetahuan peserta didik. Menurut Vygotsky setiap pembelajaran diperoleh melalui dua tahapan, yaitu mula-mula melalui interaksi dengan orang lain dan kemudian mengintegrasikannya ke dalam struktur mental setiap individu. Vygotsky percaya interaksi sosial dengan teman lain memacu terbentuknya ide baru dan memperkaya perkembangan intelektual.

Teori Vygotsky menyatakan bahwa pembelajaran akan terjadi bilamana pengetahuan prasyarat yang dibutuhkan untuk memperoleh pengetahuan baru sudah dikuasai peserta didik. Penguasaan pengetahuan prasyarat ketika mempelajari pengetahuan baru membuat pembelajaran yang dilakukan peserta didik menjadi lebih bermakna.

Implikasi dari teori Vygotsky dalam pelaksanaan pendidikan adalah sebagai berikut. Pertama, perlunya tatanan kelas yang memungkinkan terjadinya pembelajaran melalui interaksi sosial (pembelajaran kooperatif) sehingga peserta didik dapat berinteraksi di sekitar tugas-tugas yang sulit dan saling memunculkan strategi-strategi pemecahan masalah yang efektif. Kedua, teori Vygotsky dalam pengajaran menekankan *scaffolding*, dengan semakin lama peserta didik semakin bertanggung jawab terhadap pembelajarannya sendiri. Dengan kata lain peserta didik perlu belajar dan bekerja secara kelompok sehingga peserta didik dapat saling berinteraksi dan diperlukan bantuan guru atau teman sejawat lainnya yang lebih mampu serta dapat memberikan *scaffolding*, dorongan, dukungan untuk belajar dan memecahkan masalah. *Scaffolding* adalah pemberian sejumlah bantuan atau bimbingan pada peserta didik secara bertahap sampai peserta didik tersebut dapat melaksanakan proses belajarnya secara mandiri. Bantuan tersebut dapat berupa petunjuk, peringatan, dorongan, pemberian contoh, uraian masalah menjadi lebih sederhana dan sebagainya.

### **4. Teori Belajar Sosial dari Bandura**

Teori Bandura atau belajar sosial meletakkan modeling (pemodelan) menjadi konsep dasar dalam belajar. Belajar dilakukan dengan mengamati perilaku orang lain (*modelling*) dan hasil pengamatan tersebut diperkuat dengan menghubungkan pengalaman baru dengan pengalaman sebelumnya atau mengulang kembali pengalaman sebelumnya. Cara demikian member kesempatan pada pebelajaran tersebut untuk mengekspresikan perilaku yang dipelajarinya. Teori Bandura mengklasifikasi belajar menjadi empat fase, yaitu fase atensi, fase retensi, fase reproduksi, dan fase motivasi. Fase atensi

adalah fase memberikan perhatian pada suatu modeling yang diberikan. Fase retensi adalah fase pengkodean karakteristik yang ditunjukkan pada saat modeling dan menyimpan kode-kode tersebut dalam memori jangka panjang. Fase reproduksi adalah fase pemberian kesempatan pada peserta didik untuk melihat komponen-komponen urutan perilaku yang telah dikuasainya. Fase motivasi adalah fase peserta didik untuk meniru modeling karena dengan meniru yang dilakukan model pada terjadi penguatan pada peserta didik. Pemberian penguatan yang menyertai kegiatan meniru model akan memotivasi peserta didik untuk menunjukkan perilakunya sebagai hasil belajar. Aplikasi fase motivasi di kelas biasanya dilakukan dengan pemberian pujian atau penghargaan berupa nilai pada peserta didik yang menunjukkan perilaku positif.

## 5. Teori Belajar Penemuan dari Bruner

Teori Bruner atau belajar penemuan (*discovery learning*) menekankan pentingnya pemahaman tentang struktur materi ilmu yang dipelajari, perlunya belajar aktif, dan berpikir secara induktif dalam belajar. Bruner mengemukakan bahwa mata pelajaran dapat diajarkan secara efektif jika kompleksitas materi yang dibelajarkan sesuai dengan tingkat perkembangan anak. Pada tahap awal, materi pembelajaran dapat diberikan dengan memberikan contoh-contoh sederhana atau fenomena kontekstual yang dilanjutkan dengan fenomena yang lebih kompleks. Belajar melalui penemuan memberi peluang pada guru untuk memberikan contoh dan bukan contoh pada pembelajaran terutama pada kegiatan awal atau apersepsi. Contoh dan bukan contoh tersebut memancing peserta didik berpikir menemukan hubungan antara bagian dari suatu struktur materi melalui pengajuan pertanyaan dan mencari jawaban pertanyaan tersebut. Cara demikian mengajar peserta didik berpikir induktif untuk menemukan hubungan antar konsep berdasarkan informasi faktual.

## D. TUJUAN DAN KARAKTERISTIK PEMBELAJARAN IPA TERPADU

Ruang lingkup mata pelajaran IPA menekankan pada pengamatan fenomena alam dan penerapannya dalam kehidupannya sehari-hari, pembahasan fenomena alam terkait dengan kompetensi produktif dan teknologi, dengan perluasan pada konsep abstrak yang meliputi mahluk hidup dan proses kehidupan, benda/zat/bahan dan sifatnya, energi dan perubahannya, bumi dan alam semesta yang meliputi aspek-aspek biologi, kimia, fisika, dan bumi dan alam semesta (Permen Dikbud RI tahun 2014 No 58). Menurut Permen Dikbud tersebut, mata pelajaran IPA bertujuan agar peserta didik memiliki kompetensi sebagai berikut.

1. Mengagumi keteraturan dan kompleksitas ciptaan Tuhan tentang aspek fisik dan materi, kehidupan dalam ekosistem, dan peranan manusia dalam lingkungan sehingga bertambah keimanannya, serta mewujudkannya dalam pengamalan ajaran agama yang dianutnya.
2. Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan pengamatan, percobaan, dan berdiskusi
3. Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan guna memupuk sikap ilmiah yaitu jujur, objektif, terbuka, ulet, kritis dan dapat bekerja sama dengan orang lain;
4. Mengembangkan pengalaman untuk menggunakan, mengajukan dan menguji hipotesis melalui percobaan, merancang, dan merakit instrumen percobaan, mengumpulkan, mengolah, dan menafsirkan data, serta mengomunikasikan hasil percobaan secara lisan dan tertulis;
5. Mengembangkan kemampuan bernalar dalam berpikir analisis induktif dan deduktif dengan menggunakan konsep dan prinsip IPA untuk menjelaskan berbagai peristiwa alam dan menyelesaikan masalah baik secara kualitatif maupun kuantitatif;
6. Menguasai konsep dan prinsip IPA serta mempunyai keterampilan mengembangkan pengetahuan, dan sikap percaya diri sebagai bekal untuk melanjutkan pendidikan pada jenjang yang lebih tinggi serta mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Pembelajaran IPA terpadu memiliki karakteristik bahwa pembelajaran berpusat pada peserta didik, menekankan pembentukan pemahaman dan kebermaknaan, belajar melalui pengalaman langsung, lebih memperhatikan proses daripada hasil belajar, dan sarat dengan muatan keterkaitan.

1. Pembelajaran Berpusat pada Peserta Didik (Aktif)  
Pembelajaran terpadu dikatakan berpusat pada peserta didik karena pembelajaran terpadu merupakan suatu sistem pembelajaran yang memberikan keleluasaan kepada peserta didik untuk bereksplorasi. Peserta didik aktif mencari, menggali, dan menemukan konsep serta prinsip-prinsip pengetahuan yang harus dikuasainya sesuai dengan perkembangannya.
2. Menekankan Pembentukan Pemahaman dan Kebermaknaan (Bermakna)

Pembelajaran terpadu mengkaji suatu fenomena dari berbagai aspek yang membentuk semacam jalinan antarskemata yang dimiliki peserta didik sehingga berdampak pada kebermaknaan materi yang dipelajari peserta didik. Peserta didik memperoleh hasil yang nyata tentang konsep-konsep yang diperolehnya dan keterkaitannya dengan konsep-konsep lain yang dipelajarinya. Hal ini berdampak pada kegiatan belajar peserta didik menjadi lebih bermakna. Dampak ini tentunya diharapkan dapat meningkatkan kemampuan peserta didik untuk menerapkan perolehan belajarnya pada pemecahan masalah yang nyata dalam kehidupan sehari-hari.

3. Belajar melalui Pengalaman Langsung (Otentik)

Pada pembelajaran terpadu, peserta didik dilibatkan secara langsung pada konsep dan prinsip yang dipelajari dan memungkinkan peserta didik belajar dengan melakukan kegiatan secara langsung. Peserta didik diharapkan memahami hasil belajarnya sesuai fakta dan peristiwa yang dialaminya, bukan sekedar informasi dari gurunya. Pada pembelajaran terpadu, guru bertindak sebagai fasilitator dan katalisator yang membimbing peserta didik ke arah tujuan yang ingin dicapai. Peserta didik sebagai aktor belajar mencari fakta dan informasi untuk mengembangkan pengetahuannya.

4. Lebih Memperhatikan Proses daripada Hasil Belajar

Pada pembelajaran IPA terpadu (pada jenjang pendidikan dasar) dikembangkan *guided inquiry* yang melibatkan peserta didik secara aktif dalam proses pembelajaran yaitu mulai dari perencanaan, pelaksanaan sampai proses penilaian. Pembelajaran terpadu dilaksanakan sesuai minat dan kemampuan peserta didik sehingga memungkinkan peserta didik termotivasi untuk belajar terus menerus.

5. Sarat dengan Muatan Keterkaitan (holistik)

Pembelajaran terpadu memusatkan perhatian pada pengamatan dan pengkajian gejala atau peristiwa dari beberapa matapelajaran sekaligus. Pembahasan materi tidak dari sudut pandang yang terkotak-kotak sehingga memungkinkan peserta didik memahami suatu fenomena dari segala sisi. Hal ini diharapkan dapat membuat peserta didik lebih arif dan bijak dalam menyikapi kejadian yang ada dalam kehidupan sehari-harinya.

Kekuatan/manfaat yang dapat dipetik melalui pelaksanaan pembelajaran terpadu antara lain sebagai berikut.

1. Dengan menggabungkan berbagai bidang kajian akan terjadi penghematan waktu, karena ketiga bidang kajian tersebut (mahluk hidup dan proses kehidupan, benda/zat/bahan dan sifatnya, energi

- dan perubahannya, bumi dan alam semesta) dapat dibelajarkan sekaligus. Tumpang tindih materi juga dapat dikurangi bahkan dihilangkan.
2. Peserta didik dapat melihat hubungan yang bermakna antarkonsep (mahluk hidup dan proses kehidupan, benda/zat/bahan dan sifatnya, energi dan perubahannya, bumi dan alam semesta)
  3. Meningkatkan taraf kecakapan berpikir peserta didik, karena peserta didik dihadapkan pada gagasan atau pemikiran yang lebih luas dan lebih dalam ketika menghadapi situasi pembelajaran.
  4. Pembelajaran terpadu menyajikan penerapan/aplikasi tentang dunia nyata yang dialami dalam kehidupan sehari-hari, sehingga memudahkan pemahaman konsep dan kepemilikan kompetensi IPA.
  5. Motivasi belajar peserta didik dapat diperbaiki dan ditingkatkan.
  6. Pembelajaran terpadu membantu menciptakan struktur kognitif yang dapat menjembatani antara pengetahuan awal peserta didik dengan pengalaman belajar yang terkait, sehingga pemahaman menjadi lebih terorganisasi dan mendalam, dan memudahkan memahami hubungan materi IPA dari satu konteks ke konteks lainnya.
  7. Akan terjadi peningkatan kerja sama antarguru bidang kajian terkait, guru dengan peserta didik, peserta didik dengan peserta didik, peserta didik/guru dengan nara sumber; sehingga belajar lebih menyenangkan, belajar dalam situasi nyata, dan dalam konteks yang lebih bermakna.

Di samping kekuatan/manfaat yang dikemukakan itu, model pembelajaran IPA terpadu juga memiliki kelemahan. Perlu disadari, bahwa sebenarnya tidak ada model pembelajaran yang cocok untuk semua konsep, oleh karena itu model pembelajaran harus disesuaikan dengan konsep yang akan diajarkan. Begitu pula dengan pembelajaran terpadu dalam IPA memiliki beberapa kelemahan sebagai berikut ini.

1. **Aspek Guru.** Guru harus berwawasan luas, memiliki kreativitas tinggi, keterampilan metodologis yang handal, rasa percaya diri yang tinggi, dan berani mengemas dan mengembangkan materi. Secara akademik, guru dituntut untuk terus menggali informasi ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan materi yang akan diajarkan dan banyak membaca buku agar penguasaan bahan ajar tidak terfokus pada bidang kajian tertentu saja. Tanpa kondisi ini, maka pembelajaran terpadu dalam IPA akan sulit terwujud.
2. **Aspek peserta didik.** Pembelajaran terpadu menuntut kemampuan belajar peserta didik yang relatif “baik”, baik dalam kemampuan

akademik maupun kreativitasnya. Hal ini terjadi karena model pembelajaran terpadu menekankan pada kemampuan analitik (mengurai), kemampuan asosiatif (menghubung-hubungkan), kemampuan eksploratif dan elaboratif (menemukan dan menggali). Bila kondisi ini tidak dimiliki, maka penerapan model pembelajaran terpadu ini sangat sulit dilaksanakan.

3. Aspek sarana dan sumber pembelajaran. Pembelajaran terpadu memerlukan bahan bacaan atau sumber informasi yang cukup banyak dan bervariasi, mungkin juga fasilitas internet. Semua ini akan menunjang, memperkaya, dan mempermudah pengembangan wawasan. Bila sarana ini tidak dipenuhi, maka penerapan pembelajaran terpadu juga akan terhambat.
4. Aspek kurikulum. Kurikulum harus luwes, berorientasi pada pencapaian ketuntasan pemahaman peserta didik (bukan pada pencapaian target penyampaian materi). Guru perlu diberi kewenangan dalam mengembangkan materi, metode, penilaian keberhasilan pembelajaran peserta didik.
5. Aspek penilaian. Pembelajaran terpadu membutuhkan cara penilaian yang menyeluruh (komprehensif), yaitu menetapkan keberhasilan belajar peserta didik dari beberapa bidang kajian terkait yang dipadukan. Dalam kaitan ini, guru selain dituntut untuk menyediakan teknik dan prosedur pelaksanaan penilaian dan pengukuran yang komprehensif, juga dituntut untuk berkoordinasi dengan guru lain, bila materi pelajaran berasal dari guru yang berbeda.
6. Suasana pembelajaran. Pembelajaran terpadu berkecenderungan mengutamakan salah satu bidang kajian dan ‘tenggelam’nya bidang kajian lain. Dengan kata lain, pada saat mengajarkan sebuah TEMA, maka guru berkecenderungan menekankan atau mengutamakan substansi gabungan tersebut sesuai dengan pemahaman, selera, dan latar belakang pendidikan guru itu sendiri.

# Bab 2

# Pembelajaran Berbasis Aktivitas dalam Pembelajaran IPA

## A. PEMBELAJARAN DALAM KURIKULUM 2013

Kurikulum pada jenjang pendidikan dasar dan menengah terus mengalami perubahan sebagai upaya penyempurnaan sistem pendidikan di Indonesia. Kurikulum 2013 merupakan penyempurnaan terhadap kurikulum sebelumnya. Hal ini sesuai dengan kebijakan pemerintah yang dituangkan dalam Peraturan Pemerintah No 32 Tahun 2013 Tentang Perubahan Peraturan Pemerintah No 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan. Penyempurnaan kurikulum yang terbaru dituangkan dalam Kurikulum 2013.

Ditinjau dari isi dan pendekatannya, kurikulum pendidikan sekolah tingkat dasar dan menengah dititikberatkan pada aktivitas peserta didik sehingga pemahaman dan pengetahuan peserta didik menjadi lebih baik. Proses pembelajaran pada satuan pendidikan diselenggarakan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, dan memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik. Secara prinsip bahwa pembelajaran di sekolah dilakukan secara terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa, dan Negara (Permendikbud No 103 Tahun 2014). Oleh karena itu, kegiatan pembelajaran diarahkan untuk memberdayakan semua potensi peserta didik menjadi kompetensi yang diharapkan.

Lebih lanjut, pembelajaran harus diarahkan untuk memfasilitasi pencapaian kompetensi yang telah dirancang dalam dokumen kurikulum agar setiap individu mampu menjadi peserta didik mandiri sepanjang hayat, dan pada gilirannya mereka menjadi komponen penting untuk mewujudkan masyarakat belajar. Kualitas lain yang dikembangkan kurikulum dan harus terealisasikan dalam proses pembelajaran antara lain kreativitas, kemandirian, kerja sama, solidaritas, kepemimpinan, empati, toleransi dan kecakapan hidup peserta didik guna membentuk watak.

Agar dapat mencapai kualitas yang telah dirancang dalam dokumen kurikulum, kegiatan pembelajaran perlu menggunakan prinsip yang: (1) berpusat pada peserta didik, (2) mengembangkan kreativitas peserta didik, (3) menciptakan kondisi menyenangkan dan menantang, (4) bermuatan nilai, etika, estetika, logika, dan kinestetika, dan (5) menyediakan

pengalaman belajar yang beragam melalui penerapan berbagai strategi dan metode pembelajaran yang menyenangkan, kontekstual, efektif, efisien, dan bermakna. Di dalam pembelajaran, peserta didik didorong untuk menemukan informasi, mengecek informasi baru, mengaitkan informasi baru dengan pengetahuan dengan yang sudah ada dalam ingatannya, dan melakukan pengembangan menjadi informasi atau kemampuan yang sesuai dengan lingkungan, tempat dan waktu ia hidup.

Kurikulum 2013 menganut pandangan dasar bahwa pengetahuan tidak dapat dipindahkan begitu saja dari guru ke peserta didik. Peserta didik adalah subyek yang memiliki kemampuan untuk aktif mencari, mengolah, mengkonstruksi, dan menggunakan pengetahuan. Hal ini menyebabkan pembelajaran harus berkenaan dengan pemberian kesempatan kepada peserta didik untuk mengkonstruksi pengetahuan dalam proses kognitifnya. Agar benar-benar memahami dan dapat menerapkan pengetahuan, peserta didik perlu didorong untuk bekerja memecahkan masalah, menemukan segala sesuatu untuk dirinya, dan berupaya keras mewujudkan ide-idenya.

Guru memberikan kemudahan untuk proses tersebut, dengan mengembangkan suasana belajar yang memberi kesempatan peserta didik untuk menemukan, menerapkan ide-ide mereka sendiri, menjadi sadar dan secara sadar menggunakan strategi mereka sendiri untuk belajar. Guru mengembangkan kesempatan belajar kepada peserta didik untuk meniti anak tangga yang membawa peserta didik ke pemahaman yang lebih tinggi, yang semula dilakukan dengan bantuan guru tetapi semakin lama semakin mandiri. Pemahaman pembelajaran bergeser dari “diberi tahu” menjadi “aktif mencari tahu”.

Kurikulum 2013 mengembangkan dua proses pembelajaran yaitu proses pembelajaran langsung dan proses pembelajaran tidak langsung. Pembelajaran langsung adalah proses pendidikan di mana peserta didik mengembangkan pengetahuan, kemampuan berpikir dan keterampilan psikomotorik melalui interaksi langsung dengan sumber belajar yang dirancang dalam silabus dan rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) berupa kegiatan-kegiatan pembelajaran. Dalam pembelajaran langsung tersebut peserta didik melakukan kegiatan belajar mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi atau menganalisis, dan mengkomunikasikan apa yang sudah ditemukannya dalam kegiatan analisis. Proses pembelajaran langsung menghasilkan pengetahuan dan keterampilan langsung, yang disebut dengan *instructional effect*.

Pada pedoman Umum Pembelajaran dari Permendikbud RI Nomor 103 Tahun 2014 dinyatakan bahwa pembelajaran tidak langsung adalah proses pendidikan yang terjadi selama proses pembelajaran langsung tetapi tidak dirancang dalam kegiatan khusus. Pembelajaran tidak langsung berkenaan dengan pengembangan nilai dan sikap. Berbeda dengan pengetahuan tentang

nilai dan sikap yang dilakukan dalam proses pembelajaran langsung oleh mata pelajaran tertentu, pengembangan sikap sebagai proses pengembangan moral dan perilaku dilakukan oleh seluruh mata pelajaran dan dalam setiap kegiatan yang terjadi di kelas, sekolah, dan masyarakat. Oleh karena itu, dalam proses pembelajaran Kurikulum 2013, semua kegiatan yang terjadi selama belajar di sekolah, baik dalam kegiatan kurikuler, kokurikuler, maupun ekstrakurikuler terjadi proses pembelajaran untuk mengembangkan moral dan perilaku yang terkait dengan sikap.

Pembelajaran langsung dan pembelajaran tidak langsung terjadi secara terpemaduan dan tidak terpisah. Pembelajaran langsung berkenaan dengan pembelajaran yang menyangkut Kompetensi Dasar (KD) yang dikembangkan dari Kompetensi Inti-3 dan Kompetensi Inti-4. Keduanya, dikembangkan secara bersamaan dalam suatu proses pembelajaran dan menjadi wahana untuk mengembangkan KD pada Kompetensi Inti-1 dan Kompetensi Inti-2. Pembelajaran tidak langsung berkenaan dengan pembelajaran yang menyangkut KD yang dikembangkan dari Kompetensi Inti-1 dan Kompetensi Inti -2.

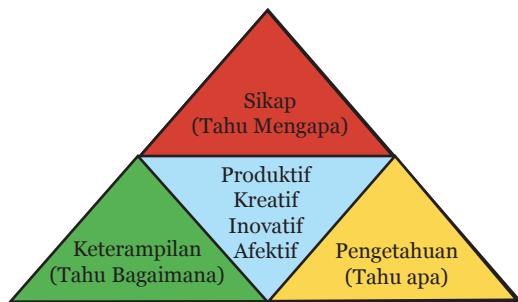
## B. SCIENTIFIC APPROACH (PENDEKATAN ILMIAH)

Pembelajaran IPA dilaksanakan melalui pendekatan ilmiah (*scientific approach*). Hal ini dilaksanakan dengan merujuk pada suatu teori bahwa pembelajaran merupakan sebuah proses ilmiah. Menurut Permen Dikbud RI No 103 tahun 2014 pembelajaran berbasis pendekatan ilmiah itu lebih efektif hasilnya dibandingkan dengan pembelajaran tradisional. Hasil penelitian membuktikan bahwa pada pembelajaran tradisional, retensi informasi dari guru sebesar 10 persen setelah lima belas menit dan perolehan pemahaman kontekstual sebesar 25 persen. Pada pembelajaran berbasis pendekatan ilmiah, retensi informasi dari guru sebesar lebih dari 90 persen setelah dua hari dan perolehan pemahaman kontekstual sebesar 50-70 persen.

Proses pembelajaran dengan menggunakan pendekatan ilmiah menyentuh tiga ranah, yaitu sikap, pengetahuan, dan keterampilan. Ketiga ranah tersebut telah tertuang pada KI dan KD. Dengan demikian, melalui pelaksanaan pembelajaran dengan menggunakan pendekatan ilmiah ini dapat diharapkan membentuk generasi muda yang cerdas, memiliki *life skills* yang baik serta memiliki sikap yang mulia.

Pada proses pembelajaran berbasis pendekatan ilmiah, ranah sikap menggantikan transformasi substansi atau materi ajar agar peserta didik “tahu mengapa”. Ranah keterampilan menggantikan transformasi substansi atau materi ajar agar peserta didik “tahu bagaimana”. Ranah pengetahuan menggantikan transformasi substansi atau materi ajar agar peserta didik “tahu apa.” Hasil akhirnya adalah peningkatan dan keseimbangan antara

kemampuan untuk menjadi manusia yang baik (*soft skills*) dan manusia yang memiliki kecakapan dan pengetahuan untuk hidup secara layak (*hard skills*) dari peserta didik yang meliputi aspek kompetensi sikap, keterampilan, dan pengetahuan. Pemaparan tersebut terangkum pada Gambar 2.1.



Sumber: Dokumen Kemdikbud

Gambar 2.1 Capaian Pembelajaran dalam Kurikulum 2013

Proses pembelajaran dengan menggunakan pendekatan ilmiah, terdiri atas lima pengalaman belajar pokok sebagai berikut.

1. Mengamati
2. Menanya
3. Mengumpulkan informasi
4. Mengasosiasi
5. Mengomunikasikan

Secara rinci deskripsi kegiatan dan bentuk hasil belajar pendekatan saintifik disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Keterkaitan antara Langkah Pembelajaran dengan Deskripsi Kegiatan dan Bentuk Hasil Belajar (Lampiran Permendikbud 103 Tahun 2014)

<b>Langkah Pembelajaran</b>	<b>Deskripsi Kegiatan</b>	<b>Bentuk Hasil Belajar</b>
Mengamati ( <i>observing</i> )	mengamati dengan indra (membaca, mendengar, menyimak, melihat, menonton, dan sebagainya) dengan atau tanpa alat	perhatian pada waktu mengamati suatu objek/membaca suatu tulisan/mendengar suatu penjelasan, catatan yang dibuat tentang yang diamati, kesabaran, waktu ( <i>on task</i> ) yang digunakan untuk mengamati

<b>Langkah Pembelajaran</b>	<b>Deskripsi Kegiatan</b>	<b>Bentuk Hasil Belajar</b>
Menanya <i>(questioning)</i>	membuat dan mengajukan pertanyaan, tanya jawab, berdiskusi tentang informasi yang belum dipahami, informasi tambahan yang ingin diketahui, atau sebagai klarifikasi.	jenis, kualitas, dan jumlah pertanyaan yang diajukan peserta didik (pertanyaan faktual, konseptual, prosedural, dan hipotetik)
Mengumpulkan informasi/mencoba <i>(experimenting)</i>	mengeksplorasi, mencoba, berdiskusi, mendemonstrasikan, meniru bentuk/gerak, melakukan eksperimen, membaca sumber lain selain buku teks, mengumpulkan data dari nara sumber melalui angket, wawancara, dan memodifikasi/ menambahi/mengembangkan	jumlah dan kualitas sumber yang dikaji/digunakan, kelengkapan informasi, validitas informasi yang dikumpulkan, dan instrumen/alat yang digunakan untuk mengumpulkan data.

Langkah Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Bentuk Hasil Belajar
Menalar/ Mengasosiasi (associating)	mengolah informasi yang sudah dikumpulkan, menganalisis data dalam bentuk membuat kategori, mengasosiasi atau menghubungkan fenomena/informasi yang terkait dalam rangka menemukan suatu pola, dan menyimpulkan.	mengembangkan interpretasi, argumentasi dan kesimpulan mengenai keterkaitan informasi dari dua fakta/konsep, interpretasi argumentasi dan kesimpulan mengenai keterkaitan lebih dari dua fakta/konsep/teori, menyintesis dan argumentasi serta kesimpulan keterkaitan antarberbagai jenis fakta/konsep/teori/pendapat; mengembangkan interpretasi, struktur baru, argumentasi, dan kesimpulan yang menunjukkan hubungan fakta/konsep/teori dari dua sumber atau lebih yang tidak bertentangan; mengembangkan interpretasi, struktur baru, argumentasi dan kesimpulan dari konsep/teori/pendapat yang berbeda dari berbagai jenis sumber.
Mengomunikasikan (communicating)	menyajikan laporan dalam bentuk bagan, diagram, atau grafik; menyusun laporan tertulis; dan menyajikan laporan meliputi proses, hasil, dan kesimpulan secara lisan	menyajikan hasil kajian (dari mengamati sampai menalar) dalam bentuk tulisan, grafis, media elektronik, multi media dan lain-lain

\*) Dapat disesuaikan dengan kekhasan masing-masing mata pelajaran.

Berikut ini adalah contoh aplikasi dari kelima kegiatan belajar (*learning event*) yang diuraikan dalam Tabel 2.1, yang diambil dari Pedoman Pelaksanaan Pembelajaran.

## 1. Mengamati

Dalam kegiatan mengamati, guru membuka kesempatan secara luas peserta didik untuk melakukan pengamatan melalui kegiatan: melihat, menyimak, mendengar, dan membaca. Guru memfasilitasi peserta didik untuk melakukan pengamatan, melatih mereka untuk memperhatikan

(melihat, membaca, mendengar) hal yang penting dari suatu benda atau objek.

## 2. Menanya

Selama kegiatan mengamati dan dalam kegiatan menanya, guru membuka kesempatan secara luas kepada peserta didik untuk bertanya mengenai apa yang dilihat, disimak, dibaca atau dilihat. Guru perlu membimbing peserta didik untuk dapat mengajukan pertanyaan tentang yang hasil pengamatan objek yang konkret sampai kepada yang abstrak berkenaan dengan fakta, konsep, prosedur, atau hal lain yang lebih abstrak. Pertanyaan yang bersifat faktual sampai kepada pertanyaan yang bersifat hipotetik. Dari situasi dimana peserta didik dilatih menggunakan pertanyaan dari guru (masih memerlukan bantuan guru untuk mengajukan pertanyaan) sampai ke tingkat dimana peserta didik mampu mengajukan pertanyaan secara mandiri. Kegiatan bertanya dilatihkan untuk mengembangkan rasa ingin tahu peserta didik. Semakin terlatih dalam bertanya, rasa ingin tahu semakin dapat dikembangkan. Pertanyaan tersebut menjadi dasar untuk mencari informasi yang lebih lanjut dan beragam dari sumber yang ditentukan guru sampai yang ditentukan peserta didik, dari sumber yang tunggal sampai sumber yang beragam.

## 3. Mengumpulkan dan mengasosiasikan informasi

Tindak lanjut dari bertanya adalah menggali dan mengumpulkan informasi dari berbagai sumber melalui berbagai cara. Peserta didik dapat membaca buku yang lebih banyak, memperhatikan fenomena atau objek yang lebih teliti, atau bahkan melakukan eksperimen. Dari kegiatan tersebut terkumpul sejumlah informasi yang dasar bagi kegiatan berikutnya yaitu memroses informasi untuk menemukan keterkaitan satu informasi dengan informasi lainnya, menemukan pola dari keterkaitan informasi dan bahkan mengambil berbagai kesimpulan dari pola yang ditemukan.

## 4. Menalar

Pada tahap menalar, peserta didik mengolah informasi yang sudah dikumpulkan, menganalisis data dalam bentuk membuat kategori, mengasosiasi atau menghubungkan fenomena/informasi yang terkait dalam rangka menemukan suatu pola, dan menyimpulkan berdasarkan data yang diperoleh kegiatan sebelumnya. Peserta didik diajak berpikir kompleks untuk mengembangkan interpretasi, argumentasi dan kesimpulan mengenai keterkaitan informasi dari dua fakta/konsep, lebih dari dua fakta/konsep/teori, menyintesis dan argumentasi serta kesimpulan keterkaitan antarberbagai jenis fakta/konsep/teori/ pendapat.

## 5. Mengomunikasikan hasil

Kegiatan berikutnya adalah menuliskan atau menceritakan apa yang ditemukan dalam kegiatan mencari informasi, mengasosiasikan dan menemukan pola. Hasil tersebut dikemukakan di kelas dan dinilai oleh guru sebagai hasil belajar peserta didik atau kelompok peserta didik tersebut.

## C. PEMBELAJARAN BERBASIS AKTIVITAS

Pembelajaran berbasis aktivitas merupakan metodologi pembelajaran aktif. Pembelajaran berbasis aktivitas menggambarkan pendekatan pedagogik dalam pembelajaran IPA. Gagasan pembelajaran berbasis aktivitas ini didasarkan pada pemahaman tentang peserta didik sebagai pembelajar aktif. Jika diberi kesempatan, peserta didik akan mengeksplorasi kemampuan dan menyediakan lingkungan belajarnya secara optimal sehingga pembelajaran menjadi menyenangkan dan bertahan lama.

Berbagai aktivitas dirancang dalam pembelajaran aktif untuk menarik minat belajar dan melibatkan peserta didik dalam proses pembelajaran. Pembelajaran aktif atau *active learning* merupakan salah satu pendekatan pembelajaran yang menekankan pentingnya peserta didik belajar aktif. Banyak istilah diperkenalkan dan digunakan oleh para ahli pendidikan. Istilah tersebut diantaranya pembelajaran aktif, kreatif, dan menyenangkan (PAKEM), pembelajaran aktif, inovatif, kreatif, dan menyenangkan (PAIKEM), atau PAIKEM gembira dan berbobot (PAIKEM Gembrot). Istilah lain yang dikenal dengan menggunakan bahasa asing adalah *Student Centered Learning* (SCL). Istilah-istilah ini merujuk satu hal yaitu penting pembelajaran yang dapat mengaktifkan belajar peserta didik dengan cara-cara yang menyenangkan tanpa mengurangi kualitas belajar dan pembelajaran.

*Active learning* atau pembelajaran aktif didefinisikan sebagai metode pembelajaran yang mendorong siswa dalam proses belajar. Pembelajaran aktif mengarahkan peserta didik untuk melakukan aktivitas belajar bermakna dan berpikir tentang aktivitas yang dilakukannya. Inti dari pembelajaran aktif adalah aktivitas peserta didik dan pengalaman dalam proses belajar. Pembelajaran aktif sering dikontraskan atau dibedakan dengan metode ceramah dimana peserta didik secara pasif menerima informasi dari guru (Prince, 2001).

Pembelajaran aktif merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berperan lebih aktif dalam proses pembelajaran (mencari informasi, mengolah informasi, dan menimpulkannya, kemudian menerepkan/mempraktikkan) dengan menyediakan lingkungan belajar yang membuat peserta didik tidak tertekan dan senang melaksanakan kegiatan belajar (Fink, 2009 : 71). Ciri umum dalam pembelajaran aktif adalah guru berganti peran, dari peran mempresentasikan

materi pelajaran menjadi seorang fasilitator dari proses tersebut.

Pembelajaran berbasis aktivitas merupakan pembelajaran yang mengajak guru dan peserta didik aktif melakukan kegiatan. Peserta didik terlibat dalam berbagai kegiatan belajar yang menekankan pada belajar melalui berbuat. Peserta didik menemukan masalah dan mencari alternatif penyelesaian masalah, mengungkap gagasan secara lisan dan tertulis, dan menciptakan lingkungan belajar yang sesuai dengan kebutuhannya. Di lain pihak, guru bertindak sebagai fasilitator yang menyediakan alat bantu belajar, seperti media pembelajaran, dan lingkungan sebagai sumber belajar untuk menjadikan pembelajaran menarik, menyenangkan, dan cocok bagi peserta didik. Guru juga membangkitkan minat dan semangat belajar peserta didik melalui kegiatan demonstrasi atau observasi yang melibatkan peserta didik.

Menurut Bonwell (1995), pembelajaran aktif memiliki karakteristik-karakteristik sebagai berikut:

1. Penekanan proses pembelajaran bukan pada penyampaian informasi oleh pengajar melainkan pada pengembangan ketrampilan pemikiran analitis dan kritis terhadap topik atau permasalahan yang dibahas
2. Peserta didik tidak hanya mendengarkan materi secara pasif tetapi mengerjakan sesuatu yang berkaitan dengan materi pembelajaran
3. Penekanan pada eksplorasi nilai-nilai dan sikap-sikap berkenaan dengan materi pembelajaran
4. Peserta didik lebih banyak dituntut untuk berpikir kritis, menganalisa dan melakukan evaluasi
5. Umpan-balik yang lebih cepat akan terjadi pada proses pembelajaran.

Pembelajaran berbasis aktivitas ditujukan pada pembelajaran yang berpusat pada peserta didik yang menunjukkan perbedaan dengan pola pembelajaran sebelumnya yang cenderung berpusat pada guru. Secara lebih rinci, perbedaan antara pembelajaran berpusat pada guru (*teacher centered learning*) dan pembelajaran berpusat pada peserta didik (*student centered learning*) dapat disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Perbedaan *Teacher Centered Learning* dan *Student Centered Learning*

No	<b><i>Teacher Centered Learning</i></b>	<b><i>Student Centered Learning</i></b>
1	Pengetahuan ditransfer dari guru ke peserta didik	Peserta didik secara aktif mengembangkan pengetahuan dan keterampilan yang dipelajarinya
2	Peserta didik menerima pengetahuan secara pasif	Peserta didik secara aktif terlibat di dalam mengelola pengetahuan

No	<i>Teacher Centered Learning</i>	<i>Student Centered Learning</i>
3	Lebih menekankan pada penguasaan materi	Tidak hanya menekankan pada penguasaan materi tetapi juga dalam mengembangkan karakter peserta didik
4	Biasanya memanfaatkan media tunggal	Memanfaatkan banyak media (multimedia)
5	Fungsi guru atau pengajar sebagai pemberi informasi utama dan evaluator	Fungsi guru sebagai fasilitator dan evaluasi dilakukan bersama dengan peserta didik.
6	Proses pembelajaran dan penilaian dilakukan secara terpisah	Proses pembelajaran dan penilaian dilakukan saling berkesinambungan dan terpadu
7	Sesuai untuk mengembangkan ilmu dalam satu disiplin saja	Sesuai untuk pengembangan ilmu dengan cara pendekatan interdisipliner
8	Iklim belajar lebih individualis dan bersifat kompetitif	Iklim yang dikembangkan lebih kolaboratif, suportif dan kooperatif
9	Hanya peserta didik yang dianggap melakukan proses pembelajaran	Peserta didik dan guru belajar bersama di dalam mengembangkan pengetahuan, konsep dan keterampilan.
10	Pembelajaran merupakan bagian terbesar dalam proses belajar	Peserta didik dapat belajar tidak hanya dari pembelajaran saja tetapi dapat menggunakan berbagai cara dan kegiatan
11	Penekanan pada tuntasnya materi pembelajaran	Penekanan pada pencapaian kompetensi peserta didik dan bukan tuntasnya materi.
12	Penekanan pada bagaimana cara guru melakukan pembelajaran	Penekanan pada bagaimana cara peserta didik dapat belajar dengan menggunakan berbagai bahan pelajaran, metode interdisipliner, penekanan pada <i>problem based learning</i> dan <i>skill competency</i>

Pembelajaran berbasis aktivitas memungkinkan peserta didik untuk melakukan kegiatan yang mengembangkan kemampuan berpikir dan bertindak. Berikut beberapa keuntungan pembelajaran berbasis aktivitas dalam pembelajaran IPA.

1. Meningkatkan perhatian dan memotivasi belajar peserta didik untuk

- memberikan respons positif terhadap pembelajaran yang sudah dirancang guru.
2. Mengarahkan kemampuan sesuai dengan bakat dan minat belajar peserta didik
  3. Memberikan kesempatan untuk belajar mandiri
  4. Mengarahkan belajar kooperatif
  5. Mendorong peserta didik untuk memberikan respon terhadap belajarnya sendiri
  6. Mengarahkan peserta didik untuk aktif secara fisik dan mental

Berdasarkan karakteristik pembelajaran berbasis aktivitas, pelaksanaan kurikulum 2013 harus diwujudkan di kelas karena dasar hukumnya sudah jelas yaitu Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan, Permen Dibud RI No 65 Tahun 2013 tentang Standar Proses, dan Permen Dikbud RI No 103 tahun 2014 tentang Pedoman Pelaksanaan Pembelajaran. Permasalahannya adalah bagaimana kreativitas dan inovasi guru dalam menciptakan suasana kelas agar peserta didik belajar melalui aktivitas-aktivitas belajar yang dapat membantu mengembangkan kemampuan peserta didik?

Ada banyak cara untuk mengajak peserta didik belajar aktif diantaranya penggunaan model atau strategi pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik materi ajar. Berdasarkan teori belajar dan pembelajaran, ada banyak model pembelajaran yang dapat digunakan untuk membelajarkan materi IPA. Pada bagian umum buku guru kelas IX ini akan membahas beberapa model pembelajaran yang didasarkan pada pembelajaran berbasis aktivitas. Model pembelajaran tersebut adalah *Group Investigation*, *Discovery Learning*, dan *Creative Problem Solving*. Model pembelajaran berbasis aktivitas lainnya yang dapat digunakan untuk membelajarkan IPA dapat dipelajari pada Buku Guru Mapel IPA Kelas VIII SMP.

## D. RAGAM PEMBELAJARAN BERBASIS AKTIVITAS PADA PEMBELAJARAN IPA

### 1. Kooperatif Group Investigation (GI)

#### a. Pembelajaran Kooperatif Group Investigation

*Group Investigation* (investigasi kelompok) pertama kali dikembangkan oleh Herbert Thelen kemudian diperluas dan dikembangkan oleh Sharan dkk dari Universitas Tel Aviv. Kemunculan pembelajaran *Group Investigation* (GI) ini diilhami oleh model yang berlaku di masyarakat, terutama mengenai cara masyarakat melakukan proses mekanisme sosial melalui serangkaian kesepakatan sosial. Melalui kesepakatan-kesepakatan inilah peserta didik mempelajari pengetahuan akademis dan melibatkan diri dalam pemecahan masalah (Sukamto dan Udin, 1997:105).

Menurut Eggen & Kauchak (1996:305) GI merupakan salah satu pembelajaran koperatif yang menempatkan peserta didik ke dalam kelompok-kelompok secara heterogen untuk melakukan investigasi terhadap suatu topik. Peserta didik dilibatkan sejak perencanaan, baik dalam menentukan topik maupun cara untuk mempelajarinya melalui investigasi. Pada pembelajaran dengan kooperatif GI menekankan pada partisipasi dan aktivitas peserta didik untuk mencari sendiri materi (informasi) pelajaran yang akan dipelajari melalui bahan-bahan yang tersedia, misalnya dari buku pelajaran atau peserta didik dapat mencari dari sumber lain.

Zingaro (2008) menyatakan bahwa kooperatif GI mencakup empat komponen penting yaitu; investigasi, interaksi, interpretasi dan motivasi intrinsik. Investigasi mengacu pada kenyataan bahwa setiap kelompok fokus pada proses bertanya tentang topik yang dipilih dan penyelidikan yang akan dilakukan. Interaksi merupakan ciri dari semua metode pembelajaran kooperatif, yang diperlukan bagi peserta didik untuk mengeksplorasi ide-ide dan saling membantu dalam belajar. Interpretasi terjadi ketika kelompok mensintesis dan menguraikan temuan dari setiap anggota dalam rangka meningkatkan pemahaman dan kejelasan ide. Motivasi intrinsik yang berarti bahwa setiap anggota kelompok akan berusaha untuk memberikan kontribusi kepada kelompoknya.

Pengembangan pembelajaran kooperatif GI didasarkan pada tiga komponen utama, yaitu penelitian (*inquiry*), pengetahuan (*knowledge*), dan dinamika belajar kelompok (*the dynamic of the learning group*) (Sukamto dan Udin, 1997:105-106). Komponen *inquiry*, adalah proses yang mendorong peserta didik memecahkan suatu masalah dengan menggunakan prosedur dan persyaratan yang tertentu. Masalah yang diteliti itu dapat berasal dari peserta didik itu sendiri atau dari guru. Komponen pengetahuan adalah pengalaman yang diperoleh peserta didik melalui dan dari pengalaman

baik langsung maupun tidak langsung. Komponen dinamika belajar dalam kelompok menunjuk pada suasana yang menggambarkan sekelompok individu yang saling berinteraksi mengenai sesuatu yang sengaja dilihat atau dikaji bersama. Dalam interaksi ini terdapat proses saling berargumentasi.

Guru yang menggunakan kooperatif GI, paling sedikit memiliki tiga tujuan yang saling berkaitan antara lain: (1) investigasi kelompok membantu peserta didik untuk menginvestigasi terhadap suatu topik secara sistematis dan analitik, hal ini berakibat pada pengembangan keterampilan penemuan dan membantu untuk mencapai tujuan, (2) pemahaman yang mendalam terhadap topik yang diberikan, (3) dalam investigasi kelompok peserta didik belajar bagaimana bekerja secara kooperatif dalam memecahkan masalah, belajar untuk bekerja sama merupakan keterampilan hidup (*life skill*) yang berharga dalam hidup bermasyarakat. Jadi, guru dalam menerapkan model investgasi kelompok dapat mencapai tiga hal, yaitu, belajar dengan penemuan, belajar isi, dan belajar untuk bekerja secara kooperatif.

Menurut Sharan & Sharan (1989), Slavin (2010), dalam investigasi kelompok peserta didik bekerja melalui 6 tahapan yaitu (1) mengidentifikasi topik dan mengatur murid ke dalam kelompok, (2) merencanakan tugas atau investigasi yang akan dipelajari, (3) melaksanakan investigasi, (4) menyiapkan laporan akhir, (5) mempresentasikan laporan akhir, dan (6) evaluasi. Pada tahap mengidentifikasi topik guru mempresentasikan topik besar pada seluruh peserta didik di kelas dan topik dapat dipecah sesuai dengan kurikulum atau keinginan peserta didik atau juga sesuai dengan isu-isu terkini. Selanjutnya peserta didik menyeleksi atau memilih beberapa subtopik yang dilakukan melalui perencanaan bersama. Kemudian judul dari setiap sub topik di presentasikan di depan kelas dan peserta didik bergabung dalam kelompok yang sesuai dengan sub topik yang dipilih. Pada tahap merencanakan investigasi setiap kelompok memformulasikan masalah yang dapat diteliti dan merencanakan kerja, menentukan aspek-aspek yang akan diinvestigasi, bagaimana cara menginvestigasi, dan sumber-sumber yang diperlukan untuk investigasi.

Selanjutnya pada tahap investigasi, setiap kelompok mengumpulkan informasi dari berbagai sumber, menganalisis dan mengevaluasi data, menyimpulkan dan mengaplikasikan pengetahuan yang baru diperoleh untuk memecahkan masalah kehidupan sehari-hari. Kegiatan menganalisis dan mengevaluasi proses penyelidikan dalam sintaks GI mampu memberdayakan keterampilan berpikir peserta didik karena melalui kegiatan evaluasi peserta didik akan dapat memahami apa yang telah mereka ketahui dan yang tidak diketahui, serta bagaimana mempelajarinya sehingga dapat memicu pemahaman lebih lanjut. Menurut Feldman (2010) tindakan untuk mengevaluasi, masalah atau argumen, dan memilih pola investigasi yang dapat menghasilkan jawaban terbaik merupakan cakupan dari berpikir kritis.

Kooperatif GI digunakan untuk melatih berbagai kemampuan peserta didik agar memiliki kemampuan seperti; sintesis, analisis, dan mengumpulkan informasi atau data untuk melatih kecakapan berpikir tingkat tinggi dalam proses pembelajaran. Kooperatif GI ini menuntut para peserta didik untuk memiliki kemampuan yang baik dalam berkomunikasi maupun dalam keterampilan proses kelompok. Slavin ((2010) menyatakan bahwa tugas-tugas yang diberikan kepada peserta didik dapat membantu memperluas dan memperbaiki pengetahuan peserta didik sehingga pengetahuan yang diperoleh menjadi bermakna. Tugas-tugas penyelidikan, memecahkan masalah dan mengambil keputusan akan lebih baik dan efisien bila dilakukan oleh kelompok kooperatif dibanding dilakukan secara individual.

Slavin (2010) mengemukakan hal penting untuk melakukan pembelajaran dengan GI adalah sebagai berikut.

(1) Membutuhkan Kemampuan Kelompok.

Di dalam mengerjakan setiap tugas, setiap anggota kelompok harus mendapat kesempatan memberikan kontribusi. Dalam penyelidikan, peserta didik dapat mencari informasi dari berbagai informasi dari dalam maupun di luar kelas. Kemudian peserta didik mengumpulkan informasi yang diberikan dari setiap anggota untuk mengerjakan lembar kerja.

(2) Rencana Kooperatif.

Peserta didik bersama-sama menyelidiki masalah mereka, sumber mana yang mereka butuhkan, siapa yang melakukan apa, dan bagaimana mereka akan mempresentasikan proyek mereka di dalam kelas.

(3) Peran Guru.

Guru menyediakan sumber dan fasilitator. Guru memutar diantara kelompok-kelompok memperhatikan peserta didik mengatur pekerjaan dan membantu peserta didik mengatur pekerjaannya dan membantu jika peserta didik menemukan kesulitan dalam interaksi kelompok.

### b. Prosedur Pembelajaran dengan GI

Tahapan-tahapan pembelajaran yang menggunakan GI untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.2 (Slavin, 1995).

Tabel 3.2 Tahapan Pembelajaran Kooperatif dengan *Group Investigation*

Tahapan GI	Kegiatan Pembelajaran
Tahap I Mengidentifikasi topik dan membagi peserta didik ke dalam kelompok.	Guru memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk memberi kontribusi apa yang akan mereka selidiki. Kelompok dibentuk berdasarkan heterogenitas.
Tahap II Merencanakan tugas.	Kelompok akan membagi sub topik kepada seluruh anggota. Kemudian membuat perencanaan dari masalah yang akan diteliti, bagaimana proses dan sumber apa yang akan dipakai.
Tahap III Membuat penyelidikan.	Peserta didik mengumpulkan, menganalisis dan mengevaluasi informasi, membuat kesimpulan dan mengaplikasikan bagian mereka ke dalam pengetahuan baru dalam mencapai solusi masalah kelompok.
Tahap IV Mempersiapkan tugas akhir.	Setiap kelompok mempersiapkan tugas akhir yang akan dipresentasikan di depan kelas.
Tahap V Mempresentasikan tugas akhir.	Peserta didik mempresentasikan hasil kerjanya. Kelompok lain tetap mengikuti.
Tahap VI Evaluasi	Soal ulangan mencakup seluruh topik yang telah diselidiki dan dipresentasikan.

### c. Contoh Implementasi Pembelajaran dengan *Group Investigation*

Contoh pembelajaran dengan menggunakan *Group Investigation* ini diambil dari materi yang akan dipelajari peserta didik pada bab Reproduksi pada Tumbuhan dan Hewan bagian Siklus Hidup Tumbuhan. Masing-masing kelompok tumbuhan seperti Angiospermae, Gymnospermae, Paku, dan Lumut mempunyai siklus hidup yang berbeda. Pada kegiatan pembelajaran ini peserta didik secara berkelompok diarahkan untuk melakukan investigasi tentang siklus hidup tumbuhan. Berikut ini akan dipaparkan secara rinci kegiatan pembelajaran dengan menggunakan GI pada materi siklus hidup tumbuhan.

Tabel 3.3 Langkah-langkah Pembelajaran Kooperatif dengan *Group Investigation* pada materi siklus hidup tumbuhan

Tahapan GI	Kegiatan Pembelajaran
Tahap I Mengidentifikasi topik dan membagi peserta didik ke dalam kelompok.	Pembelajaran ini diawali dengan guru menanyakan pada peserta didik tentang beberapa kelompok tumbuhan yang dikenal. Guru mengarahkan bahwa ada empat kelompok besar tumbuhan yaitu <i>Angiospermae</i> , <i>Gymnospermae</i> , Paku, dan Lumut; masing-masing kelompok mempunyai siklus hidup. Guru menentukan ada 4 topik yang akan diinvestigasi yaitu siklus hidup: 1) <i>Angiospermae</i> , 2) <i>Gymnospermae</i> , 3) Paku, dan 4) Lumut. Peserta didik dikelompokkan ke dalam 8 kelompok, dengan anggota 4-5 orang. Selanjutnya kelompok memilih salah satu topik yang akan diinvestigasi, misal: kelompok 1 dan 2: siklus <i>Angiospermae</i> ; kelompok 3 dan 4: siklus hidup <i>Gymnospermae</i> ; kelompok 4 dan 6: siklus hidup Paku; dan kelompok 7 dan 8: siklus hidup Lumut.
Tahap II Merencanakan tugas.	Kelompok menyusun rumusan masalah dan tujuan sesuai dengan topik. Selanjutnya Guru membimbing kelompok membuat perencanaan dari masalah yang akan diinvestigasi dan kaji literatur sesuai dengan topiknya yaitu tentang siklus hidup tumbuhan, bagaimana proses dan sumber apa yang akan dipakai.
Tahap III Membuat penyelidikan.	Masing-masing kelompok menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk pengamatan (investigasi) siklus hidup tumbuhan. Masing-masing kelompok melaksanakan investigasi atau pengamatan yang telah direncanakan Masing-masing kelompok mengumpulkan, menganalisis dan mengkaji literatur, membuat kesimpulan dan mengaplikasikan bagian mereka ke dalam pengetahuan baru dalam mencapai solusi masalah kelompok.
Tahap IV Mempersiapkan tugas akhir.	Setiap kelompok mempersiapkan laporan hasil investigasi siklus hidup tumbuhan yang akan dipresentasikan di depan kelas.
Tahap V Mempresentasikan tugas akhir.	Peserta didik mempresentasikan hasil kerjanya. Kelompok lain tetap mengikuti.
Tahap VI Evaluasi	Soal ulangan mencakup seluruh topik siklus hidup tumbuhan ( <i>Angiospermae</i> , <i>Gymnospermae</i> , Paku, dan Lumut) yang telah diselidiki dan dipresentasikan.

## **2. Discovery Learning**

### **a. Pembelajaran dengan *Discovery Learning***

Pembelajaran dengan *discovery learning* merupakan salah satu pembelajaran yang direkomendasikan Kurikulum 2013 untuk digunakan guru dalam pelaksanaan pembelajaran IPA. *Discovery learning* telah dikenal sejak lama karena memiliki karakteristik yang membedakannya dengan pembelajaran lain dan kelebihannya untuk membela jarkan peserta didik.

Pembelajaran dengan *discovery learning* pertama kali dikemukakan oleh Jerome Bruner pada tahun 1960-an. Bruner menyatakan bahwa dalam pembelajaran terjadi suatu proses penemuan (*discovery*), refleksi, berpikir, melakukan eksperimen, dan eksplorasi. Seiring dengan pemikiran itu, Bruner menyadari bahwa tujuan pendidikan IPA adalah perkembangan intelektual sehingga dalam IPA harus membantu perkembangan keterampilan pemecahan masalah melalui penemuan. *Discovery learning* mendorong peserta didik untuk secara aktif menggunakan intuisi, imajinasi dan kerativitasnya (Castranova, 2000).

*Discovery learning* merupakan salah pembelajaran berbasis inkuiri dan menggunakan teori belajar konstruktivistik dimana peserta didik membangun pengetahuan dari pengetahuan awalnya dan melalui pengalaman aktif. Pada pembelajaran *discovery learning* peserta didik dihadapkan pada permasalahan, selanjutnya peserta didik menggunakan pengetahuan dan pengalaman yang sudah diketahui sebelumnya untuk menemukan fakta dan pengetahuan baru. Peserta didik berinteraksi dengan lingkungan mengeksplorasi dan memanipulasi obyek, mengajukan pertanyaan, atau melakukan eksperimen.

*Discovery learning* juga merupakan metode yang dapat mendorong peserta didik untuk menarik kesimpulan berdasarkan aktivitas dan hasil observasinya. Aktivitas dalam *discovery learning* pada pembelajaran IPA sangat penting untuk pembelajaran bermakna dan belajar sepanjang hayat. Aktivitas pada pembelajaran IPA meningkatkan keingintahuan peserta didik dan mengarahkan peserta didik untuk menyelidiki apa yang menjadi fokus utama mereka serta merasakan fenomena alami dari aspek yang berbeda. Aktivitas seperti ini akan membantu membenarkan kesalahan konsep peserta didik (Balim, 2009).

Pembelajaran *discovery learning* berbeda dengan pembelajaran klasikal yang biasanya pasif dan berpusat pada guru. Selain itu, *discovery learning* memiliki perbedaan dengan pembelajaran klasikal. Perbedaan tersebut meliputi:

- (1) Cara belajarnya lebih aktif. Peserta didik diajak untuk melakukan *hands-on activity* berdasarkan masalah-masalah nyata yang membutuhkan solusi. Hal ini didasarkan pada pengertian belajar yang tidak hanya didefinisikan sebagai upaya menyerap dengan mudah apa

yang guru informasikan atau apa dibaca, tetapi pencarian pengetahuan baru secara aktif.

- (2) Berorientasi pada proses belajar. Fokus pada *discovery learning* adalah belajar tentang bagaimana menganalisis atau menginterpretasi informasi untuk memahami apa yang telah dipelajari daripada hanya memberikan jawaban yang benar dari yang diingat. *Discovery learning* mendorong peserta didik untuk mendapat tingkat pemahaman yang lebih mendalam.
- (3) Kegagalan dalam belajar merupakan proses penting dalam belajar. Kegagalan dalam belajar dianggap sebagai suatu kondisi yang positif. *Discovery learning* tidak menekan peserta didik untuk selalu mendapatkan jawaban yang benar karena secara psikologi kognitif, kegagalan merupakan pusat untuk belajar. Melalui kegagalan peserta didik dapat belajar sesuatu yang baru.
- (4) Memerlukan umpan balik. Pengetahuan yang diperoleh peserta didik akan dapat lebih dipahami dan bertahan lebih lama melalui kegiatan diskusi dengan peserta didik lainnya. Hal ini sangat berbeda dengan pembelajaran tradisional yang biasanya mengharapkan peserta didik untuk diam dan tenang di dalam kelas.
- (5) Pengetahuan yang diperoleh lebih dalam dan lama diingat. Seorang pebelajar akan mendalami suatu konsep melalui cara yang alami. *Discovery learning* dikembangkan sesuai dengan cara alami manusia dalam mencari pengetahuan, yakni dengan mendorong rasa ingin tahu peserta didik.

*Discovery learning* merujuk pada pendekatan yang berpusat pada peserta didik dimana peserta didik menemukan pengetahuan baru melalui pembelajaran aktif dan pengalaman melalui kegiatan laboratorium. Peserta didik membangun pengetahuan baru berdasarkan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya. Jenis belajar ini menunjukkan bahwa belajar berorientasi pada proses. Hal ini sesuai dengan pernyataan Bruner yang menyatakan bahwa "*practice in discovering for oneself teaches one to acquire information in a way that makes that information more readily viable in problem solving*".

*Discovery learning* memiliki karakteristik utama seperti yang dikemukakan Bicknell-Holmes and Hoffman (2000) yaitu:

- (1) Mengeksplorasi dan memecahkan masalah untuk mengkreasi, memadukan dan menggeneralisasi pengetahuan. Karakteristik ini sangat penting dalam *discovery learning*. Melalui kegiatan mengeksplorasi dan memecahkan masalah, peserta didik berperan aktif untuk menciptakan, memadukan dan menggeneralisasi pengetahuan. Pada *discovery learning*, peserta didik tidak pasif menerima informasi melalui ceramah atau latihan saja. Peserta didik melakukan aplikasi

belajar yang lebih luas melalui kegiatan belajar yang mungkin saja gagal, pemecahan masalah dan pengujian laboratorium (Bicknell-Holmes & Hoffman, 2000). Dalam hal ini guru berperan sebagai fasilitator yang memfasilitasi dan mengarahkan belajar peserta didik.

- (2) Memberi kesempatan pada peserta didik untuk melakukan aktivitas berdasarkan minat belajarnya. Melalui *discovery learning*, peserta didik dapat mengembangkan kemampuan dan meningkatkan motivasi belajar karena *discovery learning* cukup fleksibel sehingga peserta didik menikmati fase-fase belajar.
- (3) Melakukan aktivitas yang mendorong peserta didik memadukan pengetahuan baru ke dalam pengetahuan yang dimiliki peserta didik. Karakteristik ini didasarkan pada prinsip penggunaan pengetahuan yang dimiliki sebelumnya untuk membangun pengetahuan baru.

Dalam menerapkan *discovery Learning*, guru berperan sebagai pembimbing dengan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk belajar secara aktif (Sardiman, 2005:145). Guru harus memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menjadi seorang *problem solver* atau ilmuwan kecil. Melalui *discovery learning*, peserta didik menemukan jati diri sendiri dan mempelajari konsep dalam bahasa yang dimengerti mereka. Dengan demikian, guru yang menerapkan *discovery learning* dapat menempatkan peserta didik pada kesempatan-kesempatan dalam belajar yang lebih mandiri. Bruner mengatakan bahwa proses belajar akan berjalan dengan baik dan kreatif jika guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menemukan suatu konsep, teori, aturan, atau pemahaman melalui contoh-contoh yang dijumpainya dalam kehidupannya (Budiningsih, 2005:41).

Pembelajaran dengan *discovery learning* direkomendasikan untuk digunakan guru dalam pembelajaran IPA didasarkan beberapa fakta dan hasil penelitian yang menunjukkan kelebihan *discovery learning*. Berikut beberapa kelebihan *discovery learning* yang menjadi pertimbangan digunakannya *discovery learning* dalam pembelajaran IPA.

- (1) Membantu peserta didik untuk memperbaiki dan meningkatkan keterampilan-keterampilan dan proses-proses kognitif. Usaha penemuan merupakan kunci dalam proses ini, seseorang tergantung pada cara belajarnya.
- (2) Pengetahuan yang diperoleh peserta didik relatif mudah diingat karena didasarkan pada pengalaman belajar yang disukai
- (3) Menimbulkan rasa senang pada peserta didik karena tumbuhnya rasa ingin tahu untuk menyelidiki dan memperoleh keberhasilan
- (4) Memungkinkan peserta didik berkembang dengan cepat dan sesuai dengan kecepatan belajarnya sendiri.

- (5) Mengarahkan kegiatan belajar peserta didik secara mandiri dengan melibatkan kemampuan berpikir dan motivasi belajarnya.
- (6) Membantu peserta didik memperkuat konsep dirinya, karena memperoleh kepercayaan bekerja sama dengan yang lainnya.
- (7) Berpusat pada peserta didik dan guru berperan sama-sama aktif mengeluarkan gagasan-gagasan. Bahkan gurupun dapat bertindak sebagai peserta didik dan sebagai peneliti di dalam situasi diskusi.
- (8) Membantu peserta didik menghilangkan skeptisme (keragu-raguan) karena mengarah padakebenaran yang final dan tertentu atau pasti.
- (9) Meningkatkan tingkat penghargaan pada peserta didik;
- (10) Megembangkan bakat dan minat peserta didik dengan memanfaatkan berbagai jenis sumber belajar.

#### **b. Prosedur Pembelajaran dengan *Discovery Learning***

*Discovery learning* merupakan pembelajaran yang mengutamakan bimbingan dan motivasi peserta didik untuk mengekplorasi informasi dan konsep, membangun pengetahuan baru, dan menerapkan pengetahuan baru dalam konteks kehidupan sehari-hari. Melalui *discovery learning*, guru dapat membelaarkan peserta didik dengan lebih cepat dan mencapai level kemampuan berpikir tingkat tinggi jika dibanding pembelajaran konvensional yang mengutamakan metode ceramah.

Rancangan pembelajaran dengan *discovery learning* memberikan pengalaman belajar yang lebih tinggi dan interaktif, menggunakan cerita, permainan, simulasi, peta visual dan teknik lainnya untuk menarik perhatian dan rasa ingin tahu peserta didik, membangun interes dan mengarahkan peserta didik pada proses penemuan dengan cara berpikir, tindakan dan perilaku baru. Peserta didik tidak hanya dilibatkan dalam pembelajaran, peserta didik juga lebih lama mengingat materi yang dipelajari.

Beberapa sumber menyatakan bahwa *discovery learning* digambarkan sebagai “*learning by doing*”. *Discovery learning* mengajak peserta didik pada situasi yang mengajak peserta didik untuk menggunakan pengetahuan dan pengalaman lama untuk memecahkan masalah yang diberikan. *Discovery learning* juga merupakan pembelajaran berbasis inkuiri yang mendorong peserta didik untuk menemukan pengetahuan baru dengan eksplorasi, eksperimen dan serangkaian kegiatan lainnya yang menantang.

Langkah-langkah pembelajaran dengan *discovery learning* tidak terikat pada prosedur tertentu tetapi bersumber pada beberapa literatur berikut beberapa langkah yang sering digunakan sebagai prosedur *discovery learning*.

#### *(1) Stimulation (Stimulasi/Pemberian Rangsangan)*

Pertama-tama pada tahap ini peserta didik dihadapkan pada sesuatu yang menimbulkan kebingungan, kemudian dilanjutkan untuk tidak memberi jawaban agar timbul keinginan untuk menyelidiki sendiri. Guru dapat memulai kegiatan pembelajaran dengan mengajukan pertanyaan, anjuran membaca buku, dan aktivitas belajar lainnya yang mengarah pada persiapan pemecahan masalah. Stimulasi pada tahap ini berfungsi untuk menyediakan kondisi interaksi belajar yang dapat mengembangkan dan membantu peserta didik dalam mengeksplorasi materi ajar. Dalam hal ini, Bruner memberikan stimulasi dengan menggunakan teknik bertanya yaitu dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang mendorong peserta didik melakukan eksplorasi. Dengan demikian seorang guru harus menguasai teknik-teknik bertanya atau stimulus kepada peserta didik agar tujuan mengaktifkan peserta didik untuk mengeksplorasi dapat tercapai.

#### *(2) Problem statement (Identifikasi Masalah)*

Pada langkah ini guru memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin agenda-agenda masalah yang relevan dengan bahan pelajaran, kemudian salah satunya dipilih dan dirumuskan dalam bentuk hipotesis (jawaban sementara atas pertanyaan masalah) (Syah, 2004:244). Berdasarkan permasalahan yang dipilih, peserta didik merumuskan pertanyaan, atau hipotesis, yakni pernyataan sebagai jawaban sementara atas pertanyaan yang diajukan.

#### *(3) Data collection (Pengumpulan Data)*

Ketika eksplorasi berlangsung guru juga memberi kesempatan kepada para peserta didik untuk mengumpulkan informasi sebanyak-banyaknya yang relevan untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis (Syah, 2004:244). Tahap ini berfungsi untuk menjawab pertanyaan atau membuktikan benar tidaknya hipotesis. Dengan demikian, peserta didik diberi kesempatan untuk mengumpulkan (*collection*) berbagai informasi yang relevan, membaca literatur, mengamati objek, wawancara dengan nara sumber, melakukan uji coba sendiri dan sebagainya. Konsekuensi dari tahap ini adalah peserta didik belajar secara aktif untuk menemukan sesuatu yang berhubungan dengan permasalahan yang dihadapi, dengan demikian secara tidak disengaja peserta didik menghubungkan masalah dengan pengetahuan yang telah dimiliki.

#### *(4) Data processing (Pengolahan Data)*

Menurut Syah (2004:244), pengolahan data merupakan kegiatan mengolah data dan informasi yang telah diperoleh para peserta didik

baik melalui wawancara, observasi, dan sebagainya, lalu ditafsirkan. Semua informasi hasil bacaan, wawancara, observasi, dan sebagainya, semuanya diolah, diacak, diklasifikasikan, ditabulasi, bahkan bila perlu dihitung dengan cara tertentu serta ditafsirkan pada tingkat kepercayaan tertentu (Djamarah, 2002:22). *Data processing* disebut juga dengan pengkodean/kategorisasi yang berfungsi sebagai pembentukan konsep dan generalisasi. Berdasarkan generalisasi tersebut peserta didik akan mendapatkan pengetahuan baru tentang alternatif jawaban/penyelesaian masalah yang perlu mendapat pembuktian secara logis

#### (5) *Verification* (Pembuktian)

Pada tahap ini peserta didik melakukan penyelidikan untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis yang ditetapkan tadi dengan temuan alternatif, dihubungkan dengan hasil *data processing* (Syah, 2004:244). *Verification*, menurut Bruner, bertujuan agar proses belajar akan berjalan dengan baik dan kreatif jika guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menemukan suatu konsep, teori, aturan atau pemahaman melalui contoh-contoh yang ia jumpai dalam kehidupannya. Berdasarkan hasil pengolahan dan tafsiran, atau informasi yang ada, pernyataan atau hipotesis yang telah dirumuskan terdahulu itu kemudian dicek, apakah terjawab atau tidak, apakah terbukti atau tidak.

#### (6) *Generalization* (Menarik Kesimpulan/Generalisasi)

Tahap generalisasi/ menarik kesimpulan adalah proses menarik sebuah kesimpulan yang dapat dijadikan prinsip umum dan berlaku untuk semua kejadian atau masalah yang sama (Syah, 2004:244). Berdasarkan hasil verifikasi, peserta didik merumuskan dirumuskan prinsip-prinsip yang mendasari generalisasi. Setelah menarik kesimpulan peserta didik harus memperhatikan proses generalisasi yang menekankan pentingnya penguasaan pelajaran atas makna dan kaidah atau prinsip-prinsip yang luas yang mendasari pengalaman seseorang, serta pentingnya proses pengaturan dan generalisasi dari pengalaman-pengalaman itu.

### c. Contoh Implementasi Pembelajaran dengan *Discovery Learning*

Contoh pembelajaran dengan menggunakan *Discovery Learning* ini diambil dari materi yang akan dipelajari peserta didik pada bab Kependudukan dan Lingkungan bagian Dampak Peningkatan Jumlah Penduduk terhadap Masalah Lingkungan. Peserta didik dihadapkan pada situasi yang menyebabkan terjadinya konflik kognitif pada diri peserta didik, sehingga terdorong untuk menemukan jawabannya. Berikut ini akan dipaparkan secara rinci kegiatan pembelajaran dengan menggunakan *Discovery Learning* pada materi Dampak Peningkatan Jumlah Penduduk terhadap Masalah Lingkungan.

Tabel 2.4. Langkah-langkah Pembelajaran *Discovery Learning* pada materi Dampak Peningkatan Jumlah Penduduk terhadap Masalah Lingkungan

Tahapan	Deskripsi Kegiatan
Tahap Stimulasi dan Identifikasi Masalah	<p>Guru menyampaikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan pada pertemuan saat itu, yaitu peserta didik akan belajar dengan <i>discovery learning</i>.</p> <p>Peserta didik dihadapkan pada konflik kognitif, misalnya (1) gambar aktifitas penduduk di sungai yang kotor dan sungai yang bersih; (2) pemukiman yang dekat dengan timbulan sampah dan pemukiman yang bersih dan sehat; atau gambar perkotaan yang penuh dengan gedung pencakar langit dan pedesaan yang asri.</p> <p>Peserta didik dikelompokkan menjadi 6 kelompok, setiap kelompok beranggotakan 5-6 orang. Kelompok 1 dan 3 mempelajari dampak pertumbuhan penduduk terhadap ketersediaan air bersih; kelompok 3 dan 4 mempelajari dampak pertumbuhan penduduk terhadap pencemaran lingkungan; kelompok 5 dan 6 mempelajari dampak pertumbuhan penduduk terhadap ketersediaan ruang.</p> <p>Setiap kelompok ditugaskan untuk merumuskan masalah dan menyusun hipotesis sesuai dengan topik yang dipelajari.</p>
Tahap Pengumpulan Data	<p>Peserta didik ditugaskan menemukan data atau informasi melalui berbagai sumber yang mendukung dan tidak mendukung dampak pertumbuhan penduduk terhadap berkurangnya ketersediaan air bersih, meningkatnya pencemaran lingkungan, dan berkurangnya ketersediaan ruang.</p>
Tahap Pengolahan Data dan Pembuktian	<p>Peserta didik melakukan penyelidikan untuk membuktikan benar hipotesis yang ditetapkan (melakukan aktivitas 3.2; 3.3; dan 3.4). Data atau informasi yang diperoleh melalui berbagai sumber tadi dihubungkan dengan data aktivitas 3.2; 3.3; dan 3.4</p>
Menarik kesimpulan/generalisasi	<p>Berdasarkan data atau informasi dari berbagai sumber dan data aktivitas (3.2; 3.3; 3.4) peserta didik melakukan generalisasi atau simpulan.</p> <p>Peserta didik menyiapkan laporan untuk dipresentasikan di depan kelas.</p> <p>Guru melakukan klarifikasi hasil diskusi kelas.</p>

### 3. Pembelajaran *Creative Problem Solving*

Tuntutan untuk menjadikan peserta didik mampu menemukan dan memecahkan masalah dengan baik telah menjadi tema sentral dalam pembelajaran IPA. Pembelajaran IPA hendaknya memuat pemecahan masalah sebagai bagian utama semua aspek aktivitasnya. Guru hendaknya mengajak peserta didik untuk menemukan masalah dan mencari alternatif pemecahan masalah kepada peserta didik tentang masalah-masalah yang “kaya”, masalah yang terkait dengan kehidupan sehari-hari, dan masalah

yang menantang kreativitas peserta didik.

Masalah yang menantang kreativitas peserta didik membutuhkan kemampuan berpikir tingkat tinggi yang diantaranya kemampuan pemecahan masalah. Kemampuan pemecahan masalah (*problem solving skills*) merupakan proses mental yang mencakup tindakan yang menemukan, menganalisis dan menyelesaikan masalah (Cherry, 2011). Pemecahan masalah juga merupakan pendekatan prosedural atau analitik yang mengutamakan pengembangan kemampuan berpikir (Santrock, 2005)

Salah satu tujuan pemecahan masalah adalah menghilangkan penghalang dan menemukan solusi yang terbaik. Pemecahan masalah bukan merupakan topik tersendiri melainkan menyatu dalam proses pembelajaran. Pemecahan masalah merupakan cara efektif untuk mengeksplorasi ide-ide baru. Menurut Funke (2001), pada awal 1900-an, pemecahan masalah dipandang sebagai aktivitas yang bersifat mekanistik, sistematis, dan sering diasosiasikan dengan suatu konsep yang abstrak. Dalam konteks ini masalah yang diselesaikan adalah masalah yang bersifat terbuka dan diperoleh melalui proses yang melibatkan berbagai cara atau metode. Aspek pemecahan masalah inilah yang melatarbelakangi pembelajaran *Creative Problem Solving*. Bagian ini akan membahas pengertian, alasan penggunaan, prosedur dan contoh pembelajaran dan penilaian pembelajaran dengan *Creative Problem Solving*.

#### a. **Creative Problem Solving (CPS)**

Menurut teori belajar kognitif, pemecahan masalah dipandang sebagai aktivitas mental yang melibatkan keterampilan kognitif kompleks. Hal ini juga sesuai dengan pendapat Kirkley (2003) yang menyatakan bahwa pemecahan masalah melibatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi seperti visualiasi, asosiasi, abstraksi, manipulasi, penalaran, analisis, sintesis, dan generalisasi. Pemecahan masalah adalah proses yang melibatkan penggunaan langkah-langkah tertentu (heuristik), yang sering disebut sebagai model atau langkah-langkah pemecahan masalah, untuk menemukan solusi suatu masalah (Nakin, 2003). Pemecahan masalah juga merupakan proses mensintesis berbagai konsep, aturan, atau rumus untuk memecahkan masalah Gagne (Kirkley, 2003). Pengertian pemecahan masalah ini mengindikasikan bahwa diperolehnya solusi suatu masalah menjadi syarat bagi proses pemecahan masalah. Hal ini berbeda dengan pendapat Brownell (McIntosh, 2000) yang menyatakan bahwa suatu masalah belum dikatakan telah diselesaikan hanya karena telah diperolehnya solusi dari masalah itu. Menurutnya, suatu masalah baru benar-benar dikatakan telah diselesaikan jika individu telah memahami apa yang ia kerjakan, yakni proses pemecahan masalah dan mengetahui mengapa solusi yang telah diperoleh tersebut sesuai.

Dalam konteks pembelajaran IPA, pemecahan masalah difungsikan sebagai tahap mengelaborasi suatu konsep. Peserta didik diberi kesempatan

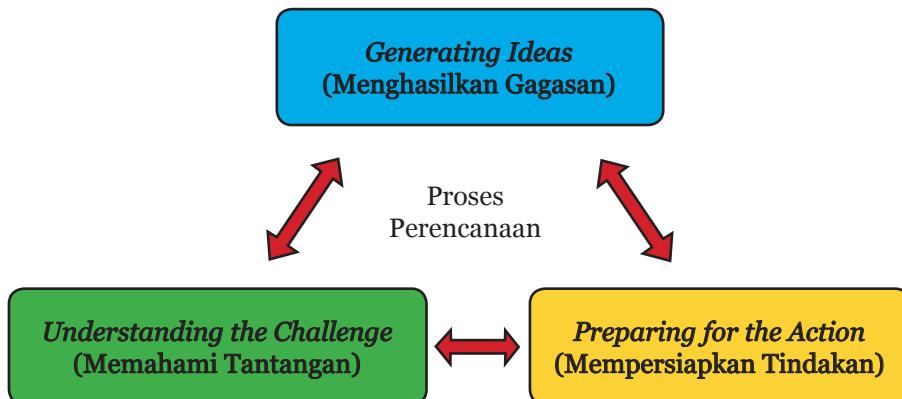
untuk menerapkan prinsip-prinsip atau pengetahuan IPA ke dalam situasi masalah nyata. Dengan kata lain, peserta didik belajar IPA melalui aktivitas pemecahan masalah. Masalah difungsikan sebagai pemicu bagi peserta didik untuk mengkonstruksi pengetahuannya.

Menurut McIntosh (2000), pemecahan masalah mempunyai berbagai peran, yaitu (1) pemecahan masalah sebagai konteks (*problem solving as a context*), yakni memfungsiakan masalah untuk memotivasi peserta didik belajar IPA, (2) pemecahan masalah sebagai keterampilan (*problem solving as a skill*) yang merujuk pada kemampuan kognitif peserta didik dalam menyelesaikan suatu masalah, dan (3) pemecahan masalah sebagai seni (*problem solving as an art*), yakni memandang pemecahan masalah sebagai seni menemukan (*art of discovery*). Tujuan pembelajaran pemecahan masalah IPA adalah untuk mengembangkan kemampuan untuk menjadi cakap dan antusias dalam memcahkan masalah, menjadi pemikir yang independen yang mampu menyelesaikan masalah terbuka (*open ended problem*).

Pemecahan masalah yang melibatkan proses kreatif disebut pemecahan masalah kreatif (*Creative Problem Solving*). *Creative Problem Solving* pertama kali diperkenalkan oleh Alex Osborne sehingga *Creative Problem Solving* ini dikenal juga dengan nama *The Osborne-Parnes Creativity Problem Solving Models*. Sementara itu, menurut Treffinger (2005) model *Creative Problem Solving* disebut sebagai model konseptual mengusulkan tiga komponen proses, yaitu 1) memahami tantangan; 2) menghasilkan gagasan; dan 3) menyiapkan tindakan. Komponen-komponen proses tersebut terdiri dari enam tahap dimana menekankan adanya keseimbangan dalam menggunakan kemampuan berpikir kreatif dan kritis. Tiga komponen utama dalam CPS yang saling berkaitan (membentuk siklus), yang dapat dilihat pada Gambar 2.1. Komponen memahami tantangan merupakan suatu upaya sistematis untuk menegaskan, membangun atau berfokus pada suatu usaha pemecahan masalah. Komponen proses kedua yakni menghasilkan gagasan merupakan suatu tahap menghasilkan banyak pilihan yang bervariasi dan tidak biasa sebagai respon terhadap masalah yang ada. Sedangkan komponen proses ketiga adalah menyiapkan tindakan, yakni suatu tahap untuk membuat keputusan, mengembangkan, atau untuk memperkuat alternatif solusi yang telah dipilih, dan untuk merencanakan keberhasilan implementasi aksi.

Pada Gambar 2.1 terdapat empat komponen CPS yang semuanya bermula dari adanya proses merencanakan dan saling berkaitan satu sama lain. Proses merencanakan ini meliputi proses memahami tantangan, kemudian dilanjutkan dengan menghasilkan ide agar dapat mempersiapkan rencana tindakan yang akan diambil untuk memecahkan masalah. Cassalia (2010) menyebutkan kelebihan model pembelajaran *Creative Problem Solving* “*Through the Creative Problem Solving model the students gained a deep understanding of basic economic principles while solving a real-world*

problem. This model allowed the students to grapple with difficult subject matter in a friendly and challenging manner". Model pembelajaran *Creative Problem Solving* dapat meningkatkan pemahaman peserta didik, melatih peserta didik dalam memecahkan masalah kehidupan dan memungkinkan peserta didik untuk terbiasa berhubungan dengan materi pelajaran yang sulit dan menantang. Kelebihan dari pembelajaran ini menurut Treffinger (2005) adalah (1) memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk memahami konsep-konsep fisika dengan cara menyelesaikan suatu permasalahan, (2) membuat peserta didik aktif dalam pembelajaran, (3) mengembangkan kemampuan berpikir kritis peserta didik, karena disajikan masalah pada awal pemebelajaran dan memberikan keleluasaan kepada peserta didik untuk mencari arah-arah penyelesaiannya, (4) mengembangkan kemampuan peserta didik untuk mendefinisikan masalah, mengumpulkan data, menganalisis data, dan membangun hipotesis dan percobaan, dan (5) membuat peserta didik dapat menerapkan pengetahuan yang sudah dimilikinya ke dalam situasi baru.



Sumber: Treffiinger dan Isaksen., 2005a  
Gambar 2.1. Komponen CPS

Pembelajaran CPS berakar pada pengembangan kreativitas. Kreativitas peserta didik dibangun melalui brainstorming yang menekankan siklus proses mengulang dan melengkapi secara berkelanjutan dari *diverge-converge-diverge-converge*. Pada CPS ada beberapa tahapan yang difokuskan pada penemuan masalah (*problem-finding*), penemuan gagasan (*idea-finding*), dan penemuan tindakan (*action-finding*). Secara rinci, tahapan dalam CPS mencakup 6 tahap dapat dilihat pada Tabel 2.5.

*Problem Solving* atau pemecahan masalah merupakan bagian dari CPS. CPS menurut Pepkin (2000:63) adalah Jadi, CPS adalah pembelajaran yang menunjukkan cara untuk menemukan solusi dan merepresentasikan suatu masalah secara kreatif. Osborne dalam Rosalin (2008:58) mengatakan bahwa CPS mempunyai empat prosedur yaitu:

- (1) Menemukan fakta, melibatkan penggambaran masalah, mengumpulkan dan meneliti data atau informasi yang bersangkutan.
- (2) Menemukan gagasan, berkaitan dengan memunculkan dan memodifikasi gagasan tentang strategi pemecahan masalah.
- (3) Menemukan solusi, yaitu proses evaluatif sebagai puncak pemecahan masalah.
- (4) Kreatif memiliki dua fase dalam pemecahan masalah menurut Von Oech (Pepkin, 2000:63), yaitu fase imajinatif (gagasan strategi pemecahan masalah diperoleh) dan fase praktis (gagasan dievaluasi dan dilaksanakan).

Tabel 2.5 Tahapan dalam *Creative Problem Solving* (CPS)

<p>Divergen <i>Mess Finding</i></p> <p>Konvergen <i>Data Finding</i></p> <p><i>Problem Finding</i></p> <p><i>Idea Finding</i></p> <p><i>Solution Finding</i></p> <p><i>Acceptance Finding</i></p>	<p><i>Understanding the Problem</i></p> <p>D : Mencari berbagai kemungkinan untuk memecahkan masalah K : Menentukan secara luas tujuan umum untuk memecahkan masalah.</p> <p>D : Memeriksa beberapa detail, melihat beberapa ketidakteraturan dari beberapa sudut pandang. K : Menentukan data yang paling penting sebagai pedoman dalam menyelesaikan masalah.</p> <p>D : Memikirkan beberapa kemungkinan pernyataan masalah K : Menentukan atau memilih pernyataan masalah yang spesifik</p> <p><i>Generating Ideas</i></p> <p>D : Menciptakan berbagai ide yang beragam dan tidak biasa K : Mengidentifikasi pilihan yang paling mungkin dilakukan, alternatif atau pilihan yang memiliki potensi menarik.</p> <p><i>Planning for Action</i></p> <p>D : Mengembangkan kriteria/standar untuk menganalisis pilihan yang mungkin dilakukan. K : Memilih kriteria, dan menerapkannya untuk memilih, menguatakan dan pendukung solusi masalah yang telah dirumuskan.</p> <p>D : Memikirkan kemungkinan sumber yang dapat membantu atau melawan kemungkinan aksi yang diimplementasikan. K : memformulasikan rencana spesifik untuk melaksanakan aksi.</p>
---	--

(Sumber: Isaksen, 2013)

Proses pemecahan masalah dapat menggunakan cara seperti yang dikemukakan George Polya. Menurut Polya (Alfied, 2011) ada empat langkah yang dilakukan untuk memecahkan suatu masalah.

- (1) Memahami masalah (*understanding of problem*) mencakup langkah
  - a) mengungkap data yang belum diketahui, data yang telah diketahui, dan persyaratan yang dituntut; b) memperhitungkan kemampuan memenuhi persyaratan yang dituntut, dan ketercukupan prasyarat dalam mengungkap data yang belum diketahui; c) merancang sketsa pemecahan termasuk menentukan simbol dan notasi yang sesuai, dan d) merinci dan menuliskan kembali kondisi yang ada.
- (2) Menyusun perencanaan (*revising a plan*) berupa langkah a) menemukan kaitan antara data yang diketahui dengan yang tidak diketahui; b) mengingat permasalahan yang sama atau mirip dengan masalah yang dihadapi sekarang; c) mengingat permasalahan yang terkait dan menemukan konsep yang dapat digunakan; d) bila telah menemukan permasalahan yang terkait, memanfaatkan cara yang sama untuk menyelesaikan permasalahan, dan e) mengungkap kembali permasalahan dengan kalimat sendiri.
- (3) Melaksanakan rencana (*carrying out the plan*). Saat pelaksanaan, hal yang perlu diperhatikan yaitu: a) memeriksa ketepatan setiap langkah yang dijalankan, dan b) membuktikan ketepatan setiap langkah.
- (4) Memeriksa kembali (*looking back*). Langkah ini merupakan langkah terahir berupa kegiatan a) memeriksa ketepatan hasil dan ketepatan argument yang telah disusun; b) mencoba menemukan prosedur yang berbeda; c) memastikan ketepatan prosedur dan metode yang digunakan untuk permasalahan yang lain.

*Creative Problem Solving* didasarkan pada penyelesaian masalah, dalam hal ini peserta didik diajak menemukan dan menyelesaikan masalah. Proses penemuan dan penyelesaian masalah ini dilandasi oleh teori belajar kognitif seperti yang dikemukakan David Ausubel. Teori Ausubel yang dikenal adalah belajar bermakna (*meaningfull learning*). Makna tercipta melalui kesamaan representasi bahasa (simbol) dan konteks mental yang melibatkan dua proses belajar yaitu proses menerima dan menemukan. Proses menerima digunakan dalam proses verbal secara bermakna, proses menemukan digunakan dalam proses pembentukan konsep dan proses pemecahan masalah.

Teori lain mendasari CPS adalah pemikiran Bruner. Bruner mengemukakan teorinya atas dua asumsi. Pertama, perolehan pengetahuan merupakan proses interaktif, artinya orang yang berajar berinteraksi dengan lingkungannya secara aktif, perubahan terjadi pada diri individu dan lingkungannya. Kedua, seseorang mengkonstruksi pengetahuannya

dengan menghubungkan informasi yang masuk dengan informasi yang telah dimilikinya.

Proses pemecahan masalah dengan menghubungkan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya dengan pengetahuan yang dikonstruksi membutuhkan proses berpikir kreatif. Terdapat keterkaitan antara berpikir kreatif dan pemecahan masalah. Keterkaitan itu dapat dilihat dari beberapa definisi kemampuan berpikir kreatif. Misalnya, Hwang dkk (2007) mendefinisikan kemampuan berpikir kreatif sebagai keterampilan kognitif untuk memberikan solusi terhadap suatu masalah atau membuat sesuatu yang bermanfaat atau sesuatu yang baru dari hal yang biasa.

Menurut Shapiro (Nakin, 2003), kemampuan berpikir kreatif sebagai proses asosiasi dan sintesis berbagai konsep yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah. Menurut Krutetski (Park, 2004) memandang berpikir kreatif sebagai suatu pendekatan untuk menemukan solusi masalah dengan cara yang mudah dan fleksibel. Tampak bahwa ketiga definisi di atas memandang berpikir kreatif sebagai kemampuan pemecahan masalah. Bahkan secara lebih tegas Nakin (2003) memandang berpikir kreatif sebagai proses pemecahan masalah.

Keterkaitan lebih jelas antara berpikir kreatif dan pemecahan masalah dikemukakan Treffinger (Alexander, 2007) yang menyatakan bahwa kemampuan berpikir kreatif diperlukan untuk memecahkan masalah, khususnya masalah kompleks. Hal demikian dapat dipahami karena menurut Wheeler dkk. (Alexander, 2007) tanpa kemampuan berpikir kreatif, individu sulit mengembangkan kemampuan imajinatifnya sehingga kurang mampu melihat berbagai alternatif solusi masalah. Hal ini menggambarkan bahwa keterampilan berpikir kreatif memungkinkan seorang individu memandang suatu masalah dari berbagai perspektif sehingga memungkinkannya untuk menemukan solusi kreatif dari masalah yang akan diselesaikan.

Pentingnya kemampuan berpikir kreatif dalam aktivitas pemecahan masalah ditunjukkan oleh hasil penelitian yang dilakukan oleh Hwang dkk. (2004). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kemampuan elaborasi, yang merupakan salah satu komponen berpikir kreatif, merupakan faktor kunci yang menstimulasi peserta didik untuk mengkreasi pengetahuan mereka dalam aktivitas pemecahan masalah. Kemampuan berpikir kreatif mendukung kinerja individu dalam aktivitas pemecahan masalah.

Dalam aktivitas pemecahan masalah, kemampuan berpikir kreatif sangat berperan dalam mengidentifikasi masalah, mengeksplorasi berbagai metode, dan mengeksplorasi alternatif solusi. Berbagai alternatif metode atau solusi tersebut harus dianalisis dan dievaluasi untuk selanjutnya diimplementasikan. Solusi yang diperoleh juga perlu diverifikasi kesesuaiannya dengan masalah yang diketahui. Proses demikian merupakan karakteristik proses berpikir kritis. Dengan demikian, selain kemampuan berpikir kreatif, aktivitas

keberhasilan pemecahan masalah juga mempersyaratkan kemampuan berpikir kritis. Contoh keterkaitan berpikir kreatif dan berpikir kritis dalam pembelajaran misalnya pada bab teknologi ramah lingkungan. Pada pembelajaran ini peserta didik dihadapkan pada persoalan terbatasnya ketersediaan air bersih di perkotaan. Peserta didik diminta memberi solusi dengan teknologi ramah lingkungan. Pada pembelajaran ini peserta didik melakukan proses kognitif sebagai berikut. (1) mengidentifikasi penyebab terbatasnya air bersih, (2) mengeksplorasi ide untuk mengatasi keterbatasan air bersih dengan menawarkan berbagai solusi teknik penjernihan air (teknik penjernihan air dengan penyaringan sederhana, teknik penjernihan air dengan tumbuhan, teknik penjernihan air dengan biji kelor), (3) menganalisis teknik yang paling relevan untuk diimplementasikan, (4) menentukan teknik yang penjernihan air yang akan diimplementasikan. Proses kognitif (1) dan (2) adalah berpikir kreatif, dan proses kognitif (3) dan (4) adalah berpikir kritis.

Menurut Harris (1998), kemampuan berpikir kreatif dan berpikir kritis merupakan kemampuan esensial dalam aktivitas pemecahan masalah. Bahkan lebih jauh ia menyatakan bahwa kedua kemampuan ini juga merupakan kemampuan esensial untuk sukses dalam dunia atau kehidupan kerja. Menurut Harris (1998), berpikir kritis memfokuskan pada kreasi argumen logis, mengeliminasi alternatif-alternatif yang kurang relevan, dan memfokuskan pada jawaban yang paling tepat. Sedangkan berpikir kreatif memfokuskan pada eksplorasi berbagai ide, memperhatikan kemungkinan-kemungkinan, menghasilkan berbagai alternatif jawaban daripada hanya memfokuskan pada satu jawaban. Berpikir kritis dan berpikir kreatif merupakan dua kemampuan berpikir yang saling berkaitan, melengkapi, dan saling bergantian perannya dalam aktivitas pemecahan masalah. Dalam aktivitas pemecahan masalah, kemampuan berpikir kreatif diperlukan ketika menganalisis atau mengidentifikasi masalah, memandang masalah dari berbagai perspektif, mengeksplorasi ide-ide atau metode penyelesaian masalah, dan mengidentifikasi berbagai kemungkinan solusi dari masalah tersebut. Kemampuan berpikir kritis berperan ketika menganalisis, menginterpretasikan, dan memilih di antara berbagai ide-ide tersebut yang paling sesuai atau relevan untuk selanjutnya diimplementasikan, dan akhirnya mengevaluasi efektivitas solusi tersebut.

Kemampuan berpikir kreatif tidak berkembang dalam ruang hampa, melainkan memerlukan daya dukung lingkungan. Daya dukung lingkungan tersebut menurut Isaksen (Alexander, 2007) dapat berupa konteks, tempat, situasi, iklim, atau faktor sosial. Salah satu konteks yang mendukung tumbuhnya kemampuan berpikir kreatif adalah aktivitas pemecahan masalah. Hal ini sesuai dengan pendapat McIntosh (2000) bahwa pemecahan masalah dapat dipandang atau berperan sebagai konteks. Pentingnya pemecahan masalah dalam pengembangan kemampuan berpikir kreatif

juga dikemukakan Robinson (McGregor, 2001) bahwa pengembangan kemampuan berpikir kreatif memerlukan aktivitas (*doing something*). Salah satu aktivitas tersebut adalah aktivitas pemecahan masalah.

Menurut Alexander (2007), aktivitas pemecahan masalah yang dirancang dengan baik akan memberikan kesempatan bagi tumbuhnya berbagai keterampilan berpikir, termasuk berpikir kreatif. Hal ini juga ditegaskan oleh Pehnoken (1997) bahwa aktivitas pemecahan masalah dapat mengembangkan keterampilan kognitif umum yang dapat digunakan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif. Meskipun aktivitas pemecahan masalah berfungsi sebagai konteks dan wahana bagi tumbuhnya kemampuan berpikir kreatif, tetapi kelancaran pemecahan masalah belum tentu mencerminkan kemampuan berpikir kreatif. Menurut Haylock (Mann, 2005), dengan menerapkan strategi atau metode yang telah diketahui, individu dapat secara sistematis menyelesaikan masalah, tetapi ia belum tentu kreatif karena tidak mengeksplorasi dan mengelaborasi pemahamannya. Meskipun aktivitas pemecahan masalah berperan sebagai sarana untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif, tetapi tidak semua jenis masalah mempunyai potensi demikian. Menurut Hashimoto (1997), jenis masalah yang mempunyai potensi untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik adalah masalah atau soal terbuka (*open ended*). Masalah terbuka memicu peserta didik untuk secara kreatif mengeksplorasi berbagai cara atau solusi dari masalah tersebut.

### b. Prosedur Pembelajaran dengan *Creative Problem Solving (CPS)*

Tiga komponen proses dalam CPS dapat dijabarkan kembali ke dalam enam tahap yang menekankan adanya keseimbangan dalam menggunakan kemampuan berpikir kritis dan kreatif. Berpikir kreatif merupakan proses divergen yang dimulai dari satu hal atau pertanyaan, kemudian diperluas menjadi beberapa tujuan sehingga menghasilkan banyak kemungkinan baru. Sedangkan berpikir kritis merupakan proses konvergen, yaitu suatu usaha mengambil beberapa ide yang berbeda kemudian merumuskannya dalam satu tujuan atau hasil (Trefingger, 2005b). Agar dapat mengoptimalkan kemampuan pemecahan masalah maka peserta didik harus menggunakan kedua aspek tersebut yakni memunculkan banyak ide dan pemfokusan. Tahapan pembelajaran sesuai dengan CPS disajikan pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Tahap Pembelajaran *Creative Problem Solving* (CPS)

Proses	Langkah CPS	Deskripsi
Memahami tantangan ( <i>Understanding the Challenge</i> )	1. Membangun kesempatan ( <i>Constructing Opportunities</i> )	Memahami dan menganalisis konteks permasalahan yang dibimbing oleh guru.
	2. Mengeksplorasi data ( <i>Exploring Data</i> )	Penjelasan konteks masalah oleh guru, pengolahan informasi/data dan fakta untuk membentuk konsep yang diperlukan dalam memecahkan masalah.
	3. Menentukan permasalahan ( <i>Framing Problems</i> )	Merumuskan pernyataan-pernyataan masalah yang selanjutnya dipilih untuk dipecahkan melalui diskusi kelompok.
Menghasilkan gagasan ( <i>Generating Idea</i> )	4. Menghasilkan gagasan ( <i>Generating Idea</i> )	Menghasilkan banyak ide (kelancaran berpikir) yang bervariasi, memiliki perspektif baru (fleksibilitas), ide baru, dan ide yang tidak biasa (originalitas), kemudian berfokus pada identifikasi ide-ide yang menarik atau potensial yang dapat digunakan melalui kegiatan diskusi
Mempersiapkan Aksi ( <i>Preparing for Action</i> )	5. Mengembangkan solusi ( <i>Developing Solutions</i> )	Memperkuat solusi, mengevaluasi dan memilih solusi yang tepat atas masalah yang ingin dipecahkan.
	6. Membangun penerimaan ( <i>Building Acceptance</i> )	Mengkomunikasikan solusi atas masalah yang dipecahkan melalui presentasi dan memberi tanggapan atas solusi yang disampaikan kelompok lain. Selanjutnya dikoreksi bersama melalui diskusi kelas sehingga membuat solusi yang diberikan lebih bernilai dan dapat diterima.

(Sumber: diadaptasi dari Treffinger dan Isaksen, 2005)

Pepkin (2000:64) menuliskan langkah-langkah *Creative Problem Solving* (CPS) dalam pembelajaran IPA sebagai hasil gabungan prosedur Von Oech dan Osborn, di antaranya sebagai berikut :

- (5) Klarifikasi masalah, meliputi pemberian penjelasan kepada peserta didik tentang masalah yang diajukan agar peserta didik dapat memahami tentang penyelesaiannya yang diharapkan.
- (6) Pengungkapan masalah, peserta didik dibebaskan untuk

mengungkapkan gagasan tentang berbagai macam strategi penyelesaian masalah.

- (7) Evaluasi dan seleksi, setiap kelompok mendiskusikan pendapat-pendapat atau strategi-strategi yang cocok untuk menyelesaikan masalah.
- (8) Implementasi, peserta didik menentukan strategi yang dapat diambil untuk menyelesaikan masalah, kemudian menerapkannya hingga menemukan penyelesaian dari masalah tersebut.

CPS dalam pembelajaran IPA dapat diukur melalui beberapa indikator. Indikator merupakan sasaran yang akan dicapai dalam proses pembelajaran tersebut. Menurut Pepkin (2000:63) indikatornya sebagai berikut :

- (1) Peserta didik mampu menyatakan urutan langkah-langkah pemecahan masalah, maksunya adalah peserta didik dapat membuat langkah-langkah proses pemecahan masalah dengan memperkirakan keadaan konteks soal.
- (2) Peserta didik mampu menemukan kemungkinan-kemungkinan strategi pemecahan masalah. Maksudnya adalah peserta didik dapat menentukan langkah-langkah pengerjaan melalui beberapa strategi pemecahan masalah.
- (3) Peserta didik mampu mengevaluasi dan menyeleksi kemungkinan-kemungkinan tersebut kaitannya dengan kriteria-kriteria yang ada. Artinya, setelah membuat beberapa kemungkinan-kemungkinan solusi maka peserta didik dapat menyeleksi strategi-strategi yang dianggap mudah dan efektif.
- (4) Peserta didik mampu memilih suatu pilihan solusi yang optimal. Artinya peserta didik dapat memilih dari kemungkinan pengerjaan solusi yang paling mudah dan efektif dalam pemecahan masalah.
- (5) Peserta didik mampu mengembangkan suatu rencana dalam mengimplementasikan strategi pemecahan masalah. Dari strategi yang didapatkan, peserta didik mampu mengembangkannya menjadi suatu jawaban
- (6) Peserta didik mampu mengartikulasikan bagaimana CPS dapat digunakan dalam berbagai bidang dan situasi. Maksudnya adalah peserta didik dapat menggunakan metode CPS pada pokok bahasan IPA yang lainnya bahkan mata pelajaran lain. Peserta didik dalam setiap proses pembelajaran menggunakan prosedur dari CPS.

Selain itu, dalam proses pembelajaran yang berlangsung menggunakan CPS, dapat dilakukan penilaian proses yang menurut HOSA (2011) sebagai berikut.

- (1) Mengerti masalah;
- (2) Efektivitas menggunakan pengetahuan dan pengalaman dalam pemecahan masalah;
- (3) Penyelesaian yang logis;
- (4) Menyelesaian adalah hal penting dan bekerjasama;
- (5) Memberikan solusi yang baik dengan menyertakan data atau fakta-fakta;
- (6) Menunjukkan imaginatif dan inovatif digunakan untuk memberikan solusi masalah;
- (7) Fakta dari kerja kelompok dalam mencari jawaban;
- (8) Organisasi, Pengiriman dan kualitas presentasi lisan;
- (9) Kualitas jawaban dari pertanyaan penilai; dan
- (10) Keseriusan kelompok dalam memaparkan hasil atau solusi yang diperoleh.

### c. Contoh Implementasi Pembelajaran dengan *Creative Problem Solving* (CPS)

Contoh pembelajaran dengan menggunakan *Creative Problem Solving* (CPS) ini diambil dari materi yang akan dipelajari peserta didik pada bab Teknologi Ramah Lingkungan. Pada kegiatan pembelajaran ini peserta didik dihadapkan pada masalah kurangnya ketersediaan air bersih. Selanjutnya peserta didik diarahkan untuk mengatasi masalah tersebut dengan cara menerapkan teknologi ramah lingkungan seperti membuat penyaringan air sederhana. Berikut ini akan dipaparkan secara rinci kegiatan pembelajaran dengan menggunakan CPS.

Tabel 3.5 Contoh Kegiatan Pembelajaran dengan *Creative Problem Solving* (CPS)

<b>Proses</b>	<b>Tahap CPS</b>	<b>Kegiatan Peserta didik</b>
Memahami Tantangan ( <i>Understanding the Challenge</i> )	1. Membangun kesempatan ( <i>Constructing Opportunities</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik ditunjukkan beberapa masalah tentang kekurangnya kebutuhan air bersih terutama di daerah perkotaan.</li> <li>• Peserta didik juga ditunjukkan fakta-fakta tentang kekurangnya air bersih.</li> <li>• Peserta didik selanjutnya diarahkan untuk menganalisis atau mengidentifikasi masalah akibat kekurangnya ketersediaan air bersih.</li> </ul>
	2. Mengeksplorasi data ( <i>Exploring Data</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik diberikan kesempatan untuk membuat daftar konsep yang harus diterapkan atau dipelajari untuk mengatasi masalah ketersediaan air bersih.</li> <li>• Guru dapat membantu peserta didik untuk mengarahkan penerapan konsep teknologi ramah lingkungan dalam mengatasi masalah kekurangan air bersih.</li> </ul>
	3. Menentukan permasalahan ( <i>Framing Problems</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik diarahkan untuk mengatasi masalah kekurangan air bersih dengan menerapkan teknologi ramah lingkungan seperti membuat penyaringan air sederhana.</li> <li>• Guru juga mengarahkan pada fokus masalah yakni tentang bagaimana susunan bahan yang efektif pada alat penyaring sehingga dapat mehasilkan air yang bersih.</li> <li>• Peserta didik dapat menuliskan rumusan masalahnya sesuai dengan kesepakatan kelompok untuk mempertegas masalah yang sesuai dengan arahan guru.</li> </ul>

<b>Proses</b>	<b>Tahap CPS</b>	<b>Kegiatan Peserta didik</b>
Menghasilkan gagasan <i>(Generating Ideas)</i>	4. Menghasilkan gagasan <i>(Generating Idea)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik diberikan kesempatan diskusi serta mengeksplorasi ide-ide untuk meyusun alat penyaring air yang efektif.</li> <li>• Peserta didik dapat memodifikasi letak susunan bahan, komposisi bahan, serta banyaknya lapisan sesuai dengan pemikiran kreatif peserta didik. Peserta didik juga harus dapat menuliskan alasan pemilihan penyusunan alat yang telah ditentukan kelompok tersebut.</li> <li>• Peserta didik diberikan kesempatan untuk melakukan percobaan sesuai dengan rancangannya.</li> <li>• Peserta didik mencatat hasil dari percobaannya.</li> </ul>
Mempersiapkan tindakan <i>(Preparing for the Action)</i>	5. Mengembangkan solusi <i>(Developing Solutions)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik menganalisis hasil dari percobaanya yakni dengan mengaitkan hasil dengan konsep-konsep atau alasan yang mendasari penyusunan alat.</li> <li>• Peserta didik melakukan evaluasi terhadap hasil percobaannya. Peserta didik dapat menuliskan kelebihan dan kekurangan alat penyaring yang telah disusun berdasarkan hasil percobaannya.</li> </ul>
	6. Membangun penerimaan <i>(Building Acceptance)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peserta didik mengkomunikasikan hasil percobaannya dengan presentasi. Setiap kelompok menerima kritik dan saran dari kelompok lain.</li> <li>• Setiap kelompok melakukan perbaikan hasil kerja berdasarkan kritik dan saran yang diberikan.</li> <li>• Peserta didik menuliskan kesimpulan dan saran tentang bagaimana susunan atau komposisi alat penyaring air yang efektif setelah membandingkan hasil percobaan seluruh kelas.</li> </ul>

## A. PENILAIAN PEMBELAJARAN IPA

Penilaian dalam pembelajaran IPA merupakan serangkaian kegiatan untuk memeroleh, menganalisis, dan menafsirkan data tentang proses dan hasil belajar peserta didik yang dilakukan secara sistematis dan berkesinambungan, sehingga menjadi informasi yang bermakna dalam pengambilan keputusan. Penilaian dilakukan berdasarkan indikator pencapaian kompetensi sebagai hasil penjabaran kompetensi dasar dari masing-masing kompetensi inti. Pada Permendikbud No 103 Tahun 2014 disebutkan bahwa indikator pencapaian kompetensi adalah: (a) perilaku yang dapat diukur dan/atau diobservasi untuk kompetensi dasar (KD) pada kompetensi inti (KI)-3 dan KI-4; dan (b) perilaku yang dapat diobservasi untuk disimpulkan sebagai pemenuhan KD pada KI-1 dan KI-2, yang kedua-duanya menjadi acuan penilaian mata pelajaran.

Penilaian dilakukan dengan menggunakan penilaian autentik dan penilaian non autentik. Penilaian autentik merupakan bentuk penilaian yang menghendaki peserta didik menampilkan sikap, menggunakan pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh dari pembelajaran dalam melakukan tugas pada situasi yang sesungguhnya. Penilaian autentik dilakukan berdasarkan pengamatan, tugas ke lapangan, portofolio, projek, produk, jurnal, kerja laboratorium, dan unjuk kerja, serta penilaian diri. Penilaian non autentik merupakan penilaian yang menunjukkan ketuntasan belajar peserta didik. Penilaian non autentik dilakukan dengan tes, ulangan, dan ujian.

Sesuai dengan kebijakan dalam Kurikulum 2013, penilaian pada pembelajaran IPA menggunakan penilaian autentik dan penilaian non autentik yang menilai kesiapan peserta didik, proses, dan hasil belajar secara utuh. Keterpaduan penilaian ketiga komponen tersebut akan menggambarkan kapasitas, gaya, dan perolehan belajar peserta didik atau bahkan mampu menghasilkan dampak instruksional (*instructional effect*) dan dampak pengiring (*nurturant effect*) dari pembelajaran. Sistem penilaian dilakukan secara berkelanjutan, dalam arti semua indikator diukur, kemudian hasilnya dianalisis untuk menentukan KD yang telah dikuasai dan yang belum, serta untuk mengetahui kesulitan peserta didik. Hasil penilaian dianalisis untuk menentukan tindak lanjut. Tindak lanjut berupa perbaikan proses pembelajaran berikutnya, program remidial bagi peserta didik yang pencapaian kompetensinya di bawah ketuntasan, program pengayaan bagi peserta didik yang telah memenuhi ketuntasan, atau pelayanan konseling.

Pada Permendikbud No 104 Tahun 2014 disebutkan bahwa penilaian hasil belajar peserta didik meliputi capaian pembelajaran peserta didik dalam kompetensi sikap spiritual dan sikap sosial, kompetensi pengetahuan, dan kompetensi keterampilan yang dilakukan secara terencana dan sistematis, selama dan setelah proses pembelajaran. Penilaian tersebut dilakukan selama pembelajaran berlangsung dan setelah pembelajaran dilaksanakan.

Sasaran Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik terhadap kompetensi sikap spiritual dan kompetensi sikap sosial meliputi tingkatan sikap: menerima, menanggapi, menghargai, menghayati, dan mengamalkan nilai spiritual dan nilai sosial.

Tabel 3.1 Sasaran Penilaian Hasil Belajar oleh pendidik pada ranah sikap spiritual dan sikap sosial

<b>Tingkatan Sikap</b>	<b>Deskripsi</b>
Menerima nilai	Kesediaan menerima suatu nilai dan memberikan perhatian terhadap nilai tersebut.
Menanggapi nilai	Kesediaan menjawab suatu nilai dan ada rasa puas dalam membicarakan nilai tersebut.
Menghargai nilai	Menganggap nilai tersebut baik; menyukai nilai tersebut; dan komitmen terhadap nilai tersebut.
Menghayati nilai	Memasukkan nilai tersebut sebagai bagian dari sistem nilai dirinya.
Mengamalkan nilai	Mengembangkan nilai tersebut sebagai ciri dirinya dalam berpikir, berkata, berkomunikasi, dan bertindak (karakter).

(Sumber: Krathwohl dkk., 1964 dalam Kemdikbud 2014)

Sasaran Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik terhadap kompetensi pengetahuan meliputi tingkatan kemampuan mengetahui, memahami, menerapkan, menganalisis, dan mengevaluasi pengetahuan faktual, pengetahuan konseptual, pengetahuan prosedural, dan pengetahuan metakognitif.

Tabel 3.2 Sasaran Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik pada kemampuan berpikir

<b>Kemampuan Berpikir</b>	<b>Deskripsi</b>
Mengingat:  Mengemukakan kembali apa yang sudah dipelajari dari guru, buku, sumber lainnya sebagaimana aslinya, tanpa melakukan perubahan.	Pengetahuan hafalan: ketepatan, kecepatan, kebenaran pengetahuan yang diingat, dan digunakan ketika menjawab pertanyaan tentang fakta, definisi konsep, prosedur, hukum, teori dari apa yang sudah dipelajari di kelas tanpa diubah/berubah.

Kemampuan Berpikir	Deskripsi
<p>Memahami:</p> <p>Sudah ada proses pengolahan dari bentuk aslinya tetapi arti dari kata, istilah, tulisan, grafik, tabel, gambar, foto tidak berubah.</p>	<p>Kemampuan mengolah pengetahuan yang dipelajari menjadi sesuatu yang baru seperti menggantikan suatu kata/istilah dengan kata/istilah lain yang sama maknanya; menulis kembali suatu kalimat/paragraf/tulisan dengan kalimat/paragraf/tulisan sendiri dengan tanpa mengubah artinya informasi aslinya; mengubah bentuk komunikasi dari bentuk kalimat ke bentuk grafik/tabel/visual atau sebaliknya; memberi tafsir suatu kalimat/paragraf/tulisan/ data sesuai dengan kemampuan peserta didik; memperkirakan kemungkinan yang terjadi dari suatu informasi yang terkandung dalam suatu kalimat/paragraf/tulisan/data.</p>
<p>Menerapkan:</p> <p>Menggunakan informasi, konsep, prosedur, prinsip, hukum, teori yang sudah dipelajari untuk sesuatu yang baru/belum dipelajari.</p>	<p>Kemampuan menggunakan pengetahuan seperti konsep massa, cahaya, suara, listrik, hukum penawaran dan permintaan, hukum Boyle, hukum Archimedes, membagi/mengali/menambah/mengurangi/menjumlah, menghitung modal, dan harga, hukum persamaan kuadrat, menentukan arah kiblat, menggunakan jangka, menghitung jarak tempat di peta, menerapkan prinsip kronologi dalam menentukan waktu suatu benda/peristiwa, dan sebagainya dalam mempelajari sesuatu yang belum pernah dipelajari sebelumnya.</p>
<p>Menganalisis:</p> <p>Menggunakan keterampilan yang telah dipelajarinya terhadap suatu informasi yang belum diketahuinya dalam mengelompokkan informasi, menentukan keterhubungan antara satu kelompok/informasi dengan kelompok/informasi lainnya, antara fakta dengan konsep, antara argumentasi dengan kesimpulan, benang merah pemikiran antara satu karya dengan karya lainnya.</p>	<p>Kemampuan mengelompokkan benda berdasarkan persamaan dan perbedaan ciri-cirinya, memberi nama bagi kelompok tersebut, menentukan apakah satu kelompok sejajar/lebih tinggi/lebih luas dari yang lain, menentukan mana yang lebih dulu dan mana yang belakangan muncul, menentukan mana yang memberikan pengaruh dan mana yang menerima pengaruh, menemukan keterkaitan antara fakta dengan kesimpulan, menentukan konsistensi antara apa yang dikemukakan di bagian awal dengan bagian berikutnya, menemukan pikiran pokok penulis/pembicara/nara sumber, menemukan kesamaan dalam alur berpikir antara satu karya dengan karya lainnya, dan sebagainya.</p>

Kemampuan Berpikir	Deskripsi
Mengevaluasi:  Menentukan nilai suatu benda atau informasi berdasarkan suatu kriteria.	Kemampuan menilai apakah informasi yang diberikan berguna, apakah suatu informasi/benda menarik/menyenangkan bagi dirinya, adakah penyimpangan dari kriteria suatu pekerjaan/keputusan/ peraturan, memberikan pertimbangan alternatif mana yang harus dipilih berdasarkan kriteria, menilai benar/salah/bagus/jelek dan sebagainya suatu hasil kerja berdasarkan kriteria.
Mencipta:  Membuat sesuatu yang baru dari apa yang sudah ada sehingga hasil tersebut merupakan satu kesatuan utuh dan berbeda dari komponen yang digunakan untuk membentuknya	Kemampuan membuat suatu cerita/tulisan dari berbagai sumber yang dibacanya, membuat suatu benda dari bahan yang tersedia, mengembangkan fungsi baru dari suatu benda, mengembangkan berbagai bentuk kreativitas lainnya.

(Sumber: Anderson, dkk. 2001)

Tabel 3. 3 Sasaran Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik pada Dimensi Pengetahuan

Dimensi Pengetahuan	Deskripsi
Faktual	Pengetahuan tentang istilah, nama orang, nama benda, angka, tahun, dan hal-hal yang terkait secara khusus dengan suatu mata pelajaran.
Konseptual	Pengetahuan tentang kategori, klasifikasi, keterkaitan antara satu kategori dengan lainnya, hukum kausalita, definisi, teori.
Prosedural	Pengetahuan tentang prosedur dan proses khusus dari suatu mata pelajaran seperti algoritma, teknik, metoda, dan kriteria untuk menentukan ketepatan penggunaan suatu prosedur.
Metakognitif	Pengetahuan tentang cara mempelajari pengetahuan, menentukan pengetahuan yang penting dan tidak penting ( <i>strategic knowledge</i> ), pengetahuan yang sesuai dengan konteks tertentu, dan pengetahuan diri ( <i>self-knowledge</i> ).

(Sumber: Anderson, dkk., 2001)

Sasaran Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik terhadap kompetensi keterampilan mencakup keterampilan abstrak dan keterampilan konkret. Keterampilan abstrak sebagaimana dimaksud pada ayat (4) merupakan kemampuan belajar yang meliputi: mengamati, menanya, mengumpulkan informasi/mencoba, menalar/mengasosiasi, dan mengomunikasikan. Keterampilan konkret sebagaimana dimaksud pada ayat (4) merupakan

kemampuan belajar yang meliputi: meniru, melakukan, menguraikan, merangkai, memodifikasi, dan mencipta.

Tabel 3.4 Sasaran Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik pada Keterampilan Abstrak

Kemampuan Belajar	Deskripsi
Mengamati	Perhatian pada waktu mengamati suatu objek/membaca suatu tulisan/mendengar suatu penjelasan, catatan yang dibuat tentang yang diamati, kesabaran, waktu ( <i>on task</i> ) yang digunakan untuk mengamati.
Menanya	Jenis, kualitas, dan jumlah pertanyaan yang diajukan peserta didik (pertanyaan faktual, konseptual, prosedural, dan hipotetik).
Mengumpulkan informasi/mencoba	Jumlah dan kualitas sumber yang dikaji/digunakan, kelengkapan informasi, validitas informasi yang dikumpulkan, dan instrumen/alat yang digunakan untuk mengumpulkan data.
Menalar/mengasosiasi	Mengembangkan interpretasi, argumentasi, dan kesimpulan mengenai keterkaitan informasi dari dua fakta/konsep, interpretasi argumentasi dan kesimpulan mengenai keterkaitan lebih dari dua fakta/konsep-teori, mensintesis dan argumentasi serta kesimpulan keterkaitan antarberbagai jenis fakta/konsep-teori/ pendapat; mengembangkan interpretasi, struktur baru, argumentasi, dan kesimpulan yang menunjukkan hubungan fakta/konsep-teori dari dua sumber atau lebih yang tidak bertentangan; mengembangkan interpretasi, struktur baru, argumentasi dan kesimpulan dari konsep/teori/pendapat yang berbeda dari berbagai jenis sumber.
Mengomunikasikan	Menyajikan hasil kajian (dari mengamati sampai menalar) dalam bentuk tulisan, grafis, media elektronik, multi media dan lain-lain.

(Sumber: Dyers dalam Kemdikbud 2014)

Tabel 3.5 Sasaran Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik pada Keterampilan Kongkret

Keterampilan Kongkret	Deskripsi
Persepsi ( <i>perception</i> )	Menunjukkan perhatian untuk melakukan suatu gerakan.
Kesiapan ( <i>set</i> )	Menunjukkan kesiapan mental dan fisik untuk melakukan suatu gerakan.
Meniru ( <i>guided response</i> )	Meniru gerakan secara terbimbing.

Keterampilan Kongkret	Deskripsi
Membiasakan gerakan ( <i>mechanism</i> )	Melakukan gerakan mekanistik.
Mahir ( <i>complex or overt response</i> )	Melakukan gerakan kompleks dan termodifikasi.
Menjadi gerakan alami ( <i>adaptation</i> )	Menjadi gerakan alami yang diciptakan sendiri atas dasar gerakan yang sudah dikuasai sebelumnya.
Menjadi tindakan orisinal ( <i>origination</i> )	Menjadi gerakan baru yang orisinal dan sukar ditiru oleh orang lain dan menjadi ciri khasnya.

(Sumber: Simpson dalam Kemdikbud 2014)

Hasil penilaian yang dilakukan pendidik digunakan untuk menetapkan ketuntasan belajar peserta didik. Ketuntasan Belajar tersebut terdiri atas ketuntasan penguasaan substansi dan ketuntasan belajar dalam konteks kurun waktu belajar. Ketuntasan penguasaan substansi yaitu ketuntasan belajar KD yang merupakan tingkat penguasaan peserta didik atas KD tertentu pada tingkat penguasaan minimal atau di atasnya, sedangkan ketuntasan belajar dalam konteks kurun waktu belajar terdiri atas ketuntasan dalam setiap semester, setiap tahun ajaran, dan tingkat satuan pendidikan.

Nilai ketuntasan kompetensi sikap dituangkan dalam bentuk predikat, yakni predikat Sangat Baik (SB), Baik (B), Cukup (C), dan Kurang (K) sebagaimana tertera pada 3.6.

Tabel 3.6 Nilai Ketuntasan Kompetensi Kikap

Nilai Ketuntasan Sikap (Predikat)
Sangat Baik (SB)
Baik (B)
Cukup (C)
Kurang (K)

Ketuntasan Belajar untuk sikap (KD pada KI-1 dan KI-2) ditetapkan dengan predikat Baik (B). Nilai ketuntasan kompetensi pengetahuan dan keterampilan dituangkan dalam bentuk angka dan huruf, yakni 4,00 – 1,00 untuk angka yang ekuivalen dengan huruf A sampai dengan D sebagaimana tertera pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Nilai Ketuntasan Kompetensi Pengetahuan dan Keterampilan

Nilai Ketuntasan Pengetahuan dan Keterampilan	
Rentang Angka	Huruf
3,85 – 4,00	A
3,51 – 3,84	A-
3,18 – 3,50	B+
2,85 – 3,17	B
2,51 – 2,84	B-
2,18 – 2,50	C+
1,85 – 2,17	C
1,51 – 1,84	C-
1,18 – 1,50	D+
1,00 – 1,17	D

Ketuntasan Belajar untuk pengetahuan ditetapkan dengan skor rerata 2,67, untuk keterampilan ditetapkan dengan capaian optimum 2,67. Pengertian tentang modus, skor rerata, dan capaian optimum dijelaskan dalam Permendikbud No 104 Tahun 2014 sebagai berikut.

- a. Nilai modus adalah nilai terbanyak capaian pembelajaran pada ranah sikap. Modus untuk ketuntasan kompetensi sikap ditetapkan dengan predikat Baik.
- b. Nilai rerata adalah nilai rerata capaian pembelajaran pada ranah pengetahuan. Skor rerata untuk ketuntasan kompetensi pengetahuan paling kecil 2,67.
- c. Nilai optimum adalah nilai tertinggi capaian pembelajaran pada ranah keterampilan. Capaian optimum untuk ketuntasan kompetensi keterampilan ditetapkan paling kecil 2,67.

Informasi tentang kemajuan belajar peserta didik dapat dilakukan berbagai teknik, baik berhubungan dengan proses maupun hasil belajar. Teknik mengumpulkan informasi tersebut pada prinsipnya adalah cara penilaian kemajuan belajar peserta didik terhadap pencapaian kompetensi. Penilaian disesuaikan dengan pengalaman belajar yang ditempuh, berdasarkan indikator-indikator pencapaian kompetensi, baik pada kompetensi sikap spiritual dan sikap sosial, pengetahuan, maupun keterampilan.

Penilaian kompetensi pengetahuan dilakukan untuk mengetahui potensi intelektual yang terdiri dari tahapan mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta. Seorang guru perlu melakukan penilaian untuk mengetahui pencapaian kompetensi pengetahuan peserta didik. Penilaian pengetahuan peserta didik dapat dilakukan melalui tes tulis, tes lisan, dan penugasan. Kegiatan penilaian pengetahuan tersebut dapat juga digunakan sebagai pemetaan kesulitan belajar peserta didik dan perbaikan proses pembelajaran. Penilaian kompetensi pengetahuan dapat dilaksanakan sebagai penilaian proses, penilaian tengah semester, dan penilaian akhir semester. Penilaian proses dilakukan melalui ulangan harian dengan teknik tes tulis, tes lisan, dan penugasan yang diberikan selama proses pembelajaran berlangsung. Cakupan ulangan harian diberikan oleh pendidik untuk seluruh indikator dari satu kompetensi dasar.

Penilaian kompetensi sikap dan keterampilan dikembangkan sesuai dengan Indikator Pencapaian Kompetensi yang dikembangkan sendiri berdasarkan proses pembelajaran yang dilakukan. Teknik yang digunakan untuk penilaian kompetensi sikap melalui observasi, penilaian diri, penilaian “teman sejawat” (*peer evaluation*) oleh peserta didik dan jurnal. Teknik penilaian kompetensi keterampilan melalui penilaian kinerja, yaitu penilaian yang menuntut peserta didik mendemonstrasikan suatu kompetensi tertentu dengan menggunakan tes praktik, projek, dan penilaian portofolio. Instrumen yang digunakan berupa daftar cek atau skala penilaian (*rating scale*) yang dilengkapi rubrik. Instrumen yang digunakan untuk observasi, penilaian diri, dan penilaian antarpeserta didik adalah daftar cek atau skala penilaian (*rating scale*) yang disertai rubrik, sedangkan pada jurnal berupa catatan pendidik. Lindsay dan Clarke (2001) mengidentifikasi keuntungan penilaian diri dan penilaian sejawat pada pembelajaran IPA adalah peserta didik menjadi lebih ilmiah, mendorong peserta didik untuk terus-menerus terlibat dalam proses ilmiah, menyebabkan peserta didik terus memperkuat pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh. Harrison dan Harlen (2006) mengemukakan bahwa penilaian diri dan penilaian teman sejawat dapat membantu peserta didik untuk bertanggung jawab atas pembelajaran mereka, sehingga memungkinkan peserta didik untuk merencanakan, memonitor, dan mengevaluasi belajarnya yang akan berguna bagi dirinya sendiri dan masyarakat di masa kini dan masa depan, baik di dalam sekolah maupun di luar sekolah.

Beberapa contoh penilaian dapat dilihat pada Buku Guru IPA Kelas VII dan VIII. Berikut contoh lain dari rubrik penilaian yang dapat digunakan dalam pembelajaran IPA di Kelas IX melengkapi contoh-contoh pada Buku Guru sebelumnya.

## B. CONTOH PENILAIAN AUTENTIK DALAM PEMBELAJARAN IPA

### 1. Penilaian Kompetensi Sikap

Penilaian kompetensi sikap berkaitan dengan perasaan (suka atau tidak suka) yang terkait dengan kecenderungan seseorang dalam merespon sesuatu/objek. Sikap juga sebagai ekspresi dari nilai-nilai atau pandangan hidup yang dimiliki oleh seseorang. Sikap dapat dibentuk, sehingga terjadi perubahan perilaku atau tindakan yang diharapkan.

Ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk menilai sikap peserta didik, antara lain melalui observasi, penilaian diri, penilaian teman sebaya, dan penilaian jurnal. Instrumen yang digunakan antara lain daftar cek atau skala penilaian (rating scale) yang disertai rubrik, yang hasil akhirnya dihitung berdasarkan modus.

#### a. Observasi

Sikap dan perilaku keseharian peserta didik direkam melalui pengamatan dengan menggunakan format yang berisi sejumlah indikator perilaku yang diamati, baik yang terkait dengan mata pelajaran maupun secara umum. Pengamatan terhadap sikap dan perilaku yang terkait dengan mata pelajaran dilakukan oleh guru yang bersangkutan selama proses pembelajaran berlangsung, seperti: ketekunan belajar, percaya diri, rasa ingin tahu, kerajinan, kerjasama, kejujuran, disiplin, peduli lingkungan, dan selama peserta didik berada di sekolah atau bahkan di luar sekolah selama perilakunya dapat diamati guru. Aspek penilaian sikap dapat dilihat pada kompetensi dasar yang tercakup dalam kompetensi spiritual dan sosial.

**Contoh: Format pengamatan sikap dalam laboratorium IPA :**

No	Nama Siswa	Aspek Perilaku yang Dinilai				Keterangan
		Bekerja sama	Rasa Ingin Tahu	Disiplin	Peduli Lingkungan	
1	Andi					
2	Bunga					

Catatan:

Kolom Aspek perilaku diisi dengan angka yang sesuai dengan kriteria berikut.

4 = sangat baik

3 = baik

2 = cukup

1 = kurang

### Petunjuk Penskoran :

Jawaban sangat baik diberi skor 4, baik diberi skor 3, cukup diberi skor 2 dan kurang diberi skor 1.

Perhitungan skor akhir menggunakan rumus :

$$\frac{\text{Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Tertinggi}} \times 4 = \text{Skor Akhir}$$

Contoh :

No	Nama Siswa	Aspek Perilaku yang dinilai				Keterangan
		Bekerja sama	Rasa ingin tahu	Disiplin	Peduli Lingkungan	
1	Andi	4	3	3	2	
2	Bunga					

Skor yang diperoleh Andi untuk pengamatan sikap dalam laboratorium dihitung dengan cara sebagai berikut.

Skor total untuk pengamatan sikap dalam laboratorium adalah  $4 + 4 + 3 + 2 = 13$ .

Skor tertinggi untuk masing-masing aspek adalah 4 dan jumlah skor tertinggi untuk seluruh aspek adalah  $4 \times 4 = 16$

Skor pengamatan sikap dalam laboratorium untuk Andi adalah :

$$\frac{13}{16} \times 4 = 3,25$$

### Kesimpulan :

Skor pengamatan sikap dalam laboratorium untuk Andi adalah 3,25 dan memperoleh Nilai Ketuntasan Sikap (Predikat) BAIK (B)

#### b. Penilaian Diri (*self assessment*)

Penilaian diri digunakan untuk memberikan penguatan (*reinforcement*) terhadap kemajuan proses belajar peserta didik. Penilaian diri berperan penting bersamaan dengan bergesernya pusat pembelajaran dari guru ke

peserta didik yang didasarkan pada konsep belajar mandiri (*autonomous learning*). Untuk menghilangkan kecenderungan peserta didik menilai diri terlalu tinggi dan subyektif, penilaian diri dilakukan berdasarkan kriteria yang jelas dan objektif. Untuk itu penilaian diri oleh peserta didik di kelas perlu dilakukan melalui langkah-langkah sebagai berikut.

- (1) Menjelaskan kepada peserta didik tujuan penilaian diri.
- (2) Menentukan kompetensi yang akan dinilai.
- (3) Menentukan kriteria penilaian yang akan digunakan.
- (4) Merumuskan format penilaian, dapat berupa daftar tanda cek atau skala penilaian.

**Contoh: Format penilaian diri untuk aspek sikap Partisipasi Dalam Diskusi Kelompok**

Nama	: -----
Nama-nama anggota kelompok	: -----
Kegiatan kelompok	: -----

Isilah pernyataan berikut dengan jujur. Untuk No. 1 s.d. 6, isilah dengan angka 4 – 1 di depan tiap pernyataan:

4 : selalu 2 : kadang-kadang; 3 : sering 1 : tidak pernah

- 1.--- Selama diskusi saya mengusulkan ide kepada kelompok untuk didiskusikan
- 2.--- Ketika kami berdiskusi, tiap orang diberi kesempatan mengusulkan sesuatu
- 3.--- Semua anggota kelompok kami melakukan sesuatu selama kegiatan
- 4.--- Tiap orang sibuk dengan yang dilakukannya dalam kelompok saya Selama kerja kelompok, saya....
- 5.--- mendengarkan orang lain
- 6.--- mengajukan pertanyaan
- 7.--- mengorganisasi ide-ide saya
- 8.--- mengorganisasi kelompok
- 9.--- mengacaukan kegiatan
- 10.--- melamun

Apa yang kamu lakukan selama kegiatan?

-----

### **Petunjuk Penskoran :**

Perhitungan skor akhir menggunakan rumus :

$$\frac{\text{Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Tertinggi}} \times 4 = \text{Skor Akhir}$$

### **Contoh :**

Jika menggunakan aspek seperti contoh yang diberikan dengan perolehan skala angka sebagai berikut.

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Skala	4	3	4	4	3	4	4	3	2	1

Skor yang diperoleh Budi

Penilaian diri untuk aspek sikap Partisipasi Dalam Diskusi Kelompok dihitung dengan cara sebagai berikut.

Skor total untuk penilaian diri adalah  $4 + 3 + 4 + 4 + 3 + 4 + 4 + 3 + 2 + 1 = 32$

Skor tertinggi untuk masing-masing aspek adalah 4 dan jumlah skor tertinggi untuk seluruh aspek adalah  $4 \times 10 = 40$

Skor pengamatan sikap dalam laboratorium untuk Andi adalah :

$$\frac{32}{40} \times 4 = 3,20$$

### **Kesimpulan :**

Skor pengamatan sikap dalam laboratorium untuk Andi adalah 3,20 dan memeroleh Nilai Ketuntasan Sikap (Predikat) BAIK (B)

### **c. Penilaian Teman Sebaya (*peer assessment*)**

Penilaian teman sebaya atau antar peserta didik merupakan teknik penilaian dengan cara meminta peserta didik untuk saling menilai terkait dengan pencapaian kompetensi. Instrumen yang digunakan berupa lembar pengamatan antar peserta didik. Penilaian teman sebaya dilakukan oleh peserta didik terhadap 3 (tiga) teman sekelas atau sebaliknya. Format yang digunakan untuk penilaian sejawat dapat menggunakan format seperti contoh pada penilaian diri.

### Contoh: Format penilaian teman sebaya

No	Pernyataan	Skala			
		1	2	3	4
1.	Teman saya berkata benar, apa adanya kepada orang lain				
2.	Teman saya mengerjakan sendiri tugas-tugas sekolah				
3.	Teman saya mentaati peraturan (tata-tertib) yang diterapkan				
4.	Teman saya memperhatikan kebersihan diri sendiri				
5.	Teman saya mengembalikan alat kebersihan, pertukangan, olah raga, laboratorium yang sudah selesai dipakai ke tempat penyimpanan semula				
6.	Teman saya terbiasa menyelesaikan pekerjaan sesuai dengan petunjuk guru				
7.	Teman saya menyelesaikan tugas tepat waktu apabila diberikan tugas oleh guru				
8.	Teman saya berusaha bertutur kata yang sopan kepada orang lain				
9.	Teman saya berusaha bersikap ramah terhadap orang lain				

Keterangan :

4 = Selalu

3 = Sering

2 = Jarang

1 = Sangat jarang

### d. Penilaian Jurnal (*anecdotal record*)

Jurnal merupakan kumpulan rekaman catatan guru dan/atau tenaga kependidikan di lingkungan sekolah tentang sikap dan perilaku positif atau negatif, selama dan di luar proses pembelajaran mata pelajaran.

### Contoh: Format penilaian melalui jurnal

Nama :.....

Kelas :.....

Hari, Tanggal	Kejadian	Keterangan

## 2. Penilaian Kompetensi Pengetahuan

Penilaian Kompetensi Pengetahuan dapat dilakukan dengan tes tertulis dan atau observasi terhadap kegiatan belajar peserta didik. Tes tertulis dilakukan dengan menggunakan bentuk soal memilih jawaban berupa butir soal pilihan ganda, dua pilihan (benar-salah, ya-tidak), menjodohkan dan sebab-akibat. Ters tertulis juga dilakukan dengan menggunakan suplai jawaban dalam bentuk isian atau melengkapi , jawaban singkat atau pendek, uraian.

Penilaian Kompetensi Pengetahuan dapat juga digunakan untuk melatih kemampuan berpikir tinggi. Hal ini dilakukan dengan menggunakan soal-soal yang menghendaki peserta didik merumuskan jawabannya sendiri, seperti soal-soal uraian. Soal-soal uraian menghendaki peserta didik mengemukakan atau mengekspresikan gagasannya dalam bentuk uraian tertulis dengan menggunakan kata-katanya sendiri, misalnya mengemukakan pendapat, berpikir logis, dan menyimpulkan. Kelemahan tes tertulis bentuk uraian antara lain cakupan materi yang ditanyakan terbatas dan membutuhkan waktu lebih banyak dalam mengoreksi jawaban.

Penilaian Kompetensi Pengetahuan melalui observasi dapat dilakukan terhadap kegiatan belajar peserta didik selama proses pembelajaran, misal kegiatan diskusi, tanya jawab, dan percakapan. Teknik ini adalah cerminan dari penilaian autentik. Ketika terjadi diskusi, guru dapat mengenal kemampuan peserta didik dalam kompetensi pengetahuan (fakta, konsep, prosedur) seperti melalui pengungkapan gagasan yang orisinal, kebenaran konsep, dan ketepatan penggunaan istilah/fakta/prosedur yang digunakan pada waktu mengungkapkan pendapat, bertanya, atau pun menjawab pertanyaan. Seorang peserta didik yang selalu menggunakan kalimat yang baik dan benar menurut kaedah bahasa menunjukkan bahwa yang bersangkutan memiliki pengetahuan tata bahasa yang baik dan mampu menggunakan pengetahuan tersebut dalam kalimat-kalimat. Seorang peserta didik yang dengan sistematis dan jelas dapat menceritakan misalnya hukum Pascal kepada teman-temannya, pada waktu menyajikan tugasnya atau menjawab pertanyaan temannya memberikan informasi yang sahih dan autentik tentang pengetahuannya mengenai hukum Pascal dan mengenai penerapan hukum Pascal jika yang bersangkutan menjelaskan bagaimana hukum Pascal digunakan dalam kehidupan (bukan mengulang cerita guru, jika mengulangi cerita dari guru berarti yang bersangkutan memiliki pengetahuan).

## Contoh: Format observasi terhadap diskusi dan tanya jawab

Nama peserta didik	Pernyataan							
	Pengungkapan gagasan yang orisinal		Kebenaran konsep		Ketepatan penggunaan istilah		dan lain sebagainya	
	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak
A								
B								
C								
...								

Keterangan: Diiisi dengan ceklis (✓)

Penilaian kompetensi pengetahuan juga dapat dilakukan dengan memberikan tugas atau penilaian penugasan. Instrumen penugasan berupa pekerjaan rumah dan/atau projek yang dikerjakan secara individu atau kelompok sesuai dengan karakteristik tugas. Misal, pemberian tugas proyek yang diberikan secara kelompok untuk periode waktu tertentu.

### 3. Penilaian Kompetensi Keterampilan

Kompetensi Keterampilan terdiri atas keterampilan abstrak dan keterampilan kongkret. Penilaian Kompetensi Keterampilan dapat dilakukan dengan menggunakan penilaian unjuk kerja/kinerja/praktik, produk, proyek, dan portofolio,

#### a. Penilaian Unjuk Kerja

Penilaian unjuk kerja/kinerja/praktik dilakukan dengan cara mengamati kegiatan peserta didik dalam melakukan sesuatu. Penilaian ini cocok digunakan untuk menilai ketercapaian kompetensi yang menuntut peserta didik melakukan tugas tertentu seperti: praktikum di laboratorium, proses mengamati, mengukur dan sebagainya. Penilaian unjuk kerja/kinerja/praktik perlu mempertimbangkan hal-hal berikut.

- (1) Langkah-langkah kinerja yang perlu dilakukan peserta didik untuk menunjukkan kinerja dari suatu kompetensi.
- (2) Kelengkapan dan ketepatan aspek yang akan dinilai dalam kinerja tersebut.
- (3) Kemampuan-kemampuan khusus yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas.
- (4) Kemampuan yang akan dinilai tidak terlalu banyak, sehingga dapat diamati.

(5) Kemampuan yang akan dinilai selanjutnya diurutkan berdasarkan langkah-langkah pekerjaan yang akan diamati.

Penilaian kinerja dapat didefinisikan sebagai bentuk penilaian yang meminta siswa untuk mendemonstrasikan dan mengaplikasikan pengetahuan, ketrampilan dan kelakuan kerjanya ke dalam berbagai tugas yang bermakna dan melibatkan siswa sesuai dengan kriteria yang diinginkan. Karakteristik dari tes kinerja ada dua: 1) peserta tes diminta untuk mendemonstrasikan kemampuannya dalam mengkreasikan suatu produk atau terlibat dalam suatu aktivitas (perbuatan) seperti melakukan eksperimen, praktik, dan sebagainya; 2) produk dari tes kinerja lebih penting dari pada perbuatan atau kinerjanya.

Dengan menerapkan penilaian kinerja, guru bisa mengetahui apakah siswa mampu memahami dan menerapkan konsep yang telah dipahaminya. Sebagai contoh kita dapat menyelenggarakan tes formatif untuk mengetahui apakah siswa memahami bahwa sebuah cerita terdiri atas bagian pembukaan, isi dan bagian akhir. Namun demikian tes semacam ini tidak dapat menjamin apakah siswa mampu menulis sebuah cerita dengan bagian awal, isi dan bagian akhir yang jelas. Pada kasus ini akan lebih bermanfaat apabila siswa diminta untuk menyusun cerita dan guru melakukan *scoring* terhadap produk yang dihasilkan dengan rubrik tertentu.

Persiapan tes kinerja dilakukan dalam beberapa tahapan.

Pertama dilakukan identifikasi tujuan yang ingin dicapai dengan menerapkan penilaian kinerja. Kita dapat menentukan jawaban atas pertanyaan-pertanyaan:

- Konsep, ketrampilan atau pengetahuan apa yang akan kita nilai?
- Apa yang seharusnya diketahui oleh siswa
- Bagaimana kinerja siswa yang diharapkan?
- Tipe pengetahuan apa yang akan dinilai: rasional, memori atau proses.

Kedua, memilih kegiatan yang cocok untuk menilai siswa. Selain berdasarkan tujuan penilaian hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan kegiatan untuk penilaian kinerja antara lain adalah:

- Batasan waktu yang tersedia
- Ketersediaan sumber daya alat di kelas.
- Berapa banyak data yang diperlukan untuk mengetahui kualitas kinerja siswa?

Kegiatan dalam penilaian kinerja dapat dibedakan menjadi informal dan formal. Kegiatan informal dilakukan jika guru menilai kinerja siswa tanpa

sepenuhnya siswa misalnya bagaimana siswa berinteraksi dan bekerja dengan teman-temannya. Penilaian kinerja formal adalah penilaian kinerja dimana siswa mengetahui bahwa dirinya dinilai dengan melalui kegiatan yang menunjukkan kinerjanya maupun menyelesaikan suatu proyek.

Ketiga, menentukan kriteria kualitas kinerja siswa. Dalam kurikulum berbasis kompetensi kriteria dapat kita temukan pada indikator kompetensi. Penyusunan kriteria dapat pula dilakukan dengan memperhatikan beberapa hal di bawah ini:

- Mengidentifikasi secara keseluruhan kinerja yang akan dinilai.
- Mendaftar aspek-aspek penting dari kinerja atau produk.
- membatasi jumlah kriteria yang dapat diamati.
- Menyatakan kriteria dalam bentuk karakteristik produk atau kelakuan siswa yang dapat diamati.
- Menyusun kriteria agar dapat diamati dengan efektif.

Keempat, menyusun rubrik kinerja. Penilaian kinerja tidak memiliki kriteria benar salah melainkan ingin mengetahui derajad kesuksesan atau kualitas. Untuk itu diperlukan sebuah rubrik yang sederhana dan jujur yang mencerminkan kriteria kinerja.

Kelima, menilai kinerja. Beberapa teknik yang dapat digunakan dalam menilai kinerja antara lain adalah:

- Pendekatan ceklis, dalam pendekatan ini kita mengindikasi apakah elemen tertentu dari kinerja terdapat dalam ceklis.
- Pendekatan naratif, pada pendekatan ini guru menuliskan narasi apa yang terjadi pada saat pengamatan. Berdasarkan hasil pengamatan ini guru dapat menentukan seberapa dekat kinerja siswa dengan standar yang ada.
- Pendekatan skala rating, dalam pendekatan ini guru mengidentifikasi seberapa besar derajad kinerja mendekati standar.
- Metode hapalan, dalam hal ini guru mengandalkan memorinya untuk menentukan apakah siswa sukses atau tidak.

Tes kinerja dapat dimanfaatkan misalnya untuk mengukur kemampuan anak membaca, kegiatan fisik atau olahraga, praktikum. Idealnya guru harus dapat mengamati keseluruhan kinerja siswa, namun jika jumlah siswa terlalu banyak perlu dicarikan alternatif dengan membuat tabel-tabel pengamatan yang praktis.

## Contoh: Penilaian unjuk kerja dalam kegiatan praktikum IPA

No.	Indikator	Hasil Penilaian		
		3 (baik)	2 (cukup)	1 (kurang)
1	Menyiapkan alat dan bahan			
2	Melakukan praktikum			
3	Mendeskripsikan pengamatan			
4	Menafsirkan hasil pengamatan			
5	Mempresentasikan hasil praktikum			
Jumlah Skor yang Diperoleh				

### Rubrik Penilaian

No	Indikator	Rubrik
1	Menyiapkan alat dan bahan	3. Menyiapkan seluruh alat dan bahan yang diperlukan. 2. Menyiapkan sebagian alat dan bahan yang diperlukan. 1. Tidak menyiapkan seluruh alat dan bahan yang diperlukan.
2	Melakukan praktikum	3. Melakukan praktikum dengan prosedur yang benar. 2. Melakukan praktikum dengan prosedur yang kurang benar. 1. Tidak mampu melakukan praktikum dengan benar.
3	Menulis hasil pengamatan	3. Menulis hasil pengamatan benar dan lengkap. 2. Menulis hasil pengamatan benar tapi kurang lengkap. 1. Tidak menulis hasil pengamatan, atau menulis namun kurang lengkap dan tidak benar.
4	Menafsirkan hasil pengamatan	3. Mampu memberikan penafsiran hasil pengamatan dengan benar. 2. Mampu memberikan penafsiran hasil pengamatan tetapi kurang benar. 1. Tidak mampu memberikan penafsiran hasil pengamatan dengan benar.

No	Indikator	Rubrik
5	Mempresentasikan hasil praktikum	3. Mampu mempresentasikan hasil praktikum dengan benar, bahasa mudah dimengerti, dan disampaikan secara percaya diri. 2. Mampu mempresentasikan hasil praktik dengan benar, bahasa mudah dimengerti, tetapi disampaikan kurang percaya diri. 1. Mampu mempresentasikan hasil praktik dengan kurang benar, bahasa sulit dimengerti, dan disampaikan tidak percaya diri.

### b. Penilaian Projek

Penilaian projek dapat digunakan untuk mengetahui pemahaman, kemampuan mengaplikasi, kemampuan menyelidiki dan kemampuan menginformasikan suatu hal secara jelas. Penilaian projek dilakukan mulai dari perencanaan, pelaksanaan, sampai pelaporan. Untuk itu, guru perlu menetapkan hal-hal atau tahapan yang perlu dinilai, seperti penyusunan desain, pengumpulan data, analisis data, dan penyiapan laporan tertulis/lisan. Untuk menilai setiap tahap perlu disiapkan kriteria penilaian atau rubrik.

**Contoh: Penilaian proyek dalam bentuk poster**

No.	Indikator	Hasil Penilaian		
		3 (baik)	2 (cukup)	1 (kurang)
1	Tampilan Poster			
2	Sumber			
3	Kelengkapan isi			
4	Waktu pengumpulan			
Jumlah Skor yang Diperoleh				

## Rubrik Penilaian

No	Indikator	Rubrik
1	Tampilan Poster	3. Tampilan sangat menarik 2. Tampilan cukup menarik. 1. Tampilan kurang menarik
No	Indikator	Rubrik
2.	Sumber	3. Sumber disebutkan dengan jelas 2. Sumber disebutkan tapi kurang jelas 1. Sumber disebutkan tapi tidak relevan
3.	Kelengkapan Isi	3. Isi poster lengkap dan informatif. 2. Isi poster lengkap kurang informatif. 1. Isi poster kurang lengkap dan kurang informatif
4.	Waktu pengumpulan	3. Pengumpulan laporan tepat waktu. 2. Pengumpulan laporan kurang tepat waktu. 1. Pengumpulan laporan tidak tepat waktu.

Kriteria Penilaian:

$$\frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor Tertinggi}} \times 100 = \text{Skor Akhir}$$

### c. Penilaian Produk

Penilaian produk meliputi penilaian kemampuan peserta didik membuat produk-produk, teknologi, dan seni, seperti: makanan (contoh: tempe, kue, asinan, baso, dan *nata de coco*), pakaian, sarana kebersihan (contoh: sabun, pasta gigi, cairan pembersih, dan sapu), alat-alat teknologi (contoh: adaptor ac/dc dan bel listrik), hasil karya seni (contoh: patung, lukisan, dan gambar), dan barang-barang terbuat dari kain, kayu, keramik, plastik, atau logam. Pengembangan produk meliputi 3 (tiga) tahap dan setiap tahap perlu diadakan penilaian yaitu:

- (1) Tahap persiapan, meliputi: penilaian kemampuan peserta didik dan merencanakan, menggali, dan mengembangkan gagasan, dan mendesain produk.
- (2) Tahap pembuatan produk (proses), meliputi: penilaian kemampuan peserta didik dalam menyeleksi dan menggunakan bahan, alat, dan teknik.

- (3) Tahap penilaian produk (appraisal), meliputi: penilaian produk yang dihasilkan peserta didik sesuai kriteria yang ditetapkan, misalnya berdasarkan, tampilan, fungsi, dan estetika.

Penilaian produk biasanya menggunakan cara analitik atau holistik.

- (1) Cara analitik, yaitu berdasarkan aspek-aspek produk, biasanya dilakukan terhadap semua kriteria yang terdapat pada semua tahap proses pengembangan (tahap: persiapan, pembuatan produk, penilaian produk).
- (2) Cara holistik, yaitu berdasarkan kesan keseluruhan dari produk, biasanya dilakukan hanya pada tahap penilaian produk.

#### d. Penilaian Portofolio

Penilaian portofolio pada dasarnya menilai karya-karya peserta didik secara individu pada satu periode untuk suatu mata pelajaran. Akhir suatu periode hasil karya tersebut dikumpulkan dan dinilai oleh guru dan peserta didik sendiri. Berdasarkan informasi perkembangan tersebut, guru dan peserta didik sendiri dapat menilai perkembangan kemampuan peserta didik dan terus menerus melakukan perbaikan. Dengan demikian, portofolio dapat memperlihatkan dinamika kemampuan belajar peserta didik melalui sekumpulan karyanya, antara lain: karangan, puisi, surat, komposisi musik, gambar, foto, lukisan, resensi buku/literatur, laporan penelitian, sinopsis, dan karya nyata individu peserta didik yang diperoleh dari pengalaman.

Berikut hal-hal yang perlu diperhatikan dalam melaksanakan penilaian portofolio.

- (1) Peserta didik merasa memiliki portofolio sendiri.
- (2) Tentukan bersama hasil kerja apa yang akan dikumpulkan.
- (3) Kumpulkan dan simpan hasil kerja peserta didik dalam 1 map atau *folder*.
- (4) Beri tanggal pembuatan.
- (5) Tentukan kriteria untuk menilai hasil kerja peserta didik.
- (6) Minta peserta didik untuk menilai hasil kerja mereka secara berkesinambungan.
- (7) Bagi yang kurang beri kesempatan perbaiki karyanya, tentukan jangka waktunya.
- (8) Bila perlu, jadwalkan pertemuan dengan orang tua.

## C. PEMBELAJARAN REMIDIAL DAN PENGAYAAN

Pembelajaran tuntas (*mastery learning*) dalam proses pembelajaran berbasis kompetensi mempersyaratkan peserta didik menguasai secara tuntas seluruh kompetensi dasar mata pelajaran tertentu. Pembelajaran tuntas adalah pola pembelajaran yang menggunakan prinsip ketuntasan secara individual. Dengan demikian, ketuntasan belajar mempertimbangkan perbedaan individual peserta didik. Pembelajaran tuntas berpandangan bahwa peserta didik dapat belajar apapun, hanya waktu yang dibutuhkan berbeda dalam mempelajari materi yang sama; ada yang memerlukan waktu lebih cepat namun ada pula yang memerlukan waktu lebih lama dibanding peserta didik pada umumnya. Peserta didik yang belajar lambat diperlukan langkah-langkah dan pemberian materi serta penanganan yang berbeda dengan peserta didik yang cepat.

Pembelajaran remidial dan pengayaan merupakan tindak lanjut guru terhadap proses dan hasil belajar peserta didik. Proses dan hasil belajar dapat berupa kesulitan penguasaan peserta didik terhadap satu atau dua KD, dan tidak bersifat permanen. Jika peserta didik belum mencapai KKM pada satu atau dua KD tertentu, maka peserta didik tersebut tidak diperkenankan untuk melanjutkan ke KD berikutnya. Dengan demikian, setelah peserta didik menyelesaikan suatu tagihan segera dinilai dan ditentukan tindakan berikutnya, apakah mereka perlu diberi tindakan khusus (pembelajaran remidial atau pengayaan) atau tidak perlu diberi tindakan khusus.

### 1. Pembelajaran Remidial

Pembelajaran remidial pada hakikatnya adalah pemberian bantuan bagi peserta didik yang mengalami kesulitan atau kelambatan belajar. Pembelajaran remidial adalah tindakan perbaikan pembelajaran yang diberikan kepada peserta didik yang belum mencapai kompetensi minimalnya dalam satu kompetensi dasar tertentu.

Perlu dipahami oleh guru, bahwa remidial bukan mengulang tes (ulangan harian) dengan materi yang sama, tetapi guru memberikan perbaikan pembelajaran pada KD yang belum dikuasai oleh peserta didik melalui upaya tertentu. Setelah perbaikan pembelajaran dilakukan, guru melakukan tes untuk mengetahui apakah peserta didik telah memenuhi kompetensi minimal dari KD yang diremidialkan.

Adapun langkah-langkah program pembelajaran remidial sebagai berikut: (a) identifikasi kesulitan belajar siswa, (b) pelaksanaan pemberian perlakuan (pembelajaran remidial).

### **a. Identifikasi Kesulitan Belajar**

Secara umum identifikasi kesulitan belajar dapat dilakukan melalui kegiatan berikut.

- (1) Wawancara, pengamatan (selama proses pembelajaran).
- (2) Analisis hasil tes (bisa melalui tes/ulangan harian, tes diagnostik).
- (3) Analisis hasil penilaian otentik (atau penilaian proses).

### **b. Pelaksanaan Pembelajaran Remidial**

(1) Bentuk program pembelajaran remidial

- Jika jumlah peserta yang mengikuti remidial lebih dari 50%, maka tindakan pembelajaran remidial dapat dilakukan dalam bentuk pemberian pembelajaran ulang dengan menyiapkan media dan metode yang lebih efektif.
- Jika jumlah peserta yang mengikuti remidial lebih dari 20 % tetapi kurang dari 50%; maka program pembelajaran remidial dapat dilakukan dalam bentuk pemberian tugas-tugas kelompok.
- Jika jumlah peserta didik yang mengikuti remidial maksimal 20%; maka program pembelajaran remidial dapat dilakukan dalam bentuk pemberian bimbingan secara khusus, misalnya bimbingan perorangan atau pemanfaatan tutor teman sebaya.

(2) Semua pembelajaran remidial diakhiri dengan tes ulang.

(3) Pembelajaran remidial dan tes ulang dilaksanakan di luar jam tatap muka.

## **2. Pembelajaran Pengayaan**

Pengayaan dapat diartikan sebagai pengalaman atau kegiatan peserta didik yang melampaui persyaratan minimal yang ditentukan oleh kurikulum dan tidak semua peserta didik dapat melakukannya. Langkah-langkah program pengayaan sebagai berikut: (1) identifikasi kemampuan belajar peserta didik, (2) pelaksanaan pembelajaran pengayaan.

Identifikasi kemampuan belajar berdasarkan jenis serta tingkat kelebihan belajar peserta didik misal belajar lebih cepat, menyimpan informasi lebih mudah, keingintahuan lebih tinggi, berpikir mandiri, superior dan berpikir abstrak, memiliki banyak minat. Identifikasi kemampuan berlebih peserta didik dapat dilakukan antara lain melalui: tes IQ, tes inventori, wawancara, pengamatan, dsb.

Pelaksanaan pembelajaran pengayaan dapat dilakukan melalui kegiatan berikut: (1) belajar kelompok, (2) belajar mandiri, (3) pembelajaran berbasis tema, dan (4) pemanfaatan kurikulum. Pemberian pembelajaran pengayaan hanya untuk kompetensi/materi yang belum diketahui peserta didik peserta, dengan demikian didik memperoleh kompetensi/materi baru. Pemberian pengayaan dapat dilakukan melalui pembelajaran berbasis proyek baik proyek individual atau kelompok, disesuaikan dengan jenis proyek, dan kemampuan masing-masing peserta didik. Pembelajaran pengayaan dapat pula dikaitkan dengan kegiatan penugasan terstruktur dan kegiatan mandiri tidak terstruktur. Penilaian hasil belajar kegiatan pengayaan dalam bentuk portofolio, dan dihargai sebagai nilai tambah (lebih) dari peserta didik yang normal.

# Bab 4

# Pemetaan Kompetensi Dasar dan Materi

## Bab 1 Sistem Reproduksi pada Manusia

**Kompetensi Dasar :**

- 3.1 Mendeskripsikan struktur dan fungsi sistem reproduksi pada manusia, kelainan dan penyakit pada sistem reproduksi dan penerapan pola hidup yang menunjang kesehatan reproduksi
- 4.1 Menyajikan hasil penelusuran informasi dari berbagai sumber tentang penyakit menular seksual dan upaya pencegahannya

### A. Pembelahan Sel

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Pembelahan Mitosis</li><li>▪ Pembelahan Meiosis</li><li>▪ Pembentukan sel kelamin melalui pembelahan meiosis.</li></ul>	-	-

### B. Struktur dan Fungsi Sistem Reproduksi Manusia

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Organ Reproduksi pada Laki-laki dan Fungsi Masing-masing Organ</li><li>▪ Organ-organ penyusun sistem reproduksi laki-laki.</li><li>▪ Manfaat berkhitan.</li><li>▪ Kelainan BPH (Benign Prostatic Hyperplasia) yang terjadi pada kelenjar prostat.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Tingkat keasaman (pH) cairan yang dihasilkan oleh kelenjar prostat.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Fungsi hormon testosterone</li><li>▪ Macam-macam zat-zat yang dihasilkan oleh vesikula seminalis serta fungsi dari masing-masing zat.</li><li>▪ Zat-zat yang dihasilkan oleh kelenjar prostat.</li></ul>

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fungsi cairan yang bersifat basa yang dihasilkan oleh kelenjar bulbouretra (cowper)</li> <li>▪ Semen adalah suatu suspensi yang dihasilkan kelenjar reproduksi.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Spermatogenesis</li> <li>▪ Fungsi bagian kepala dan ekor sperma.</li> <li>▪ Organ Reproduksi pada Perempuan dan Fungsi Masing-masing Organ</li> <li>▪ Organ-organ penyusun sistem reproduksi perempuan.</li> <li>▪ Oogenesis</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fungsi hormon estrogen dan progesteron pada perempuan.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Siklus Menstruasi</li> <li>▪ Siklus yang terjadi pada dinding rahim.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kerja beberapa hormon pada siklus menstruasi.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hormon LH yang terdapat pada urin dapat digunakan untuk mengetahui waktu ovulasi.</li> <li>▪ Grafik level hormon dalam siklus menstruasi.</li> </ul>

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fertilisasi dan Kehamilan</li> <li>▪ Proses fertilisasi dan implantasi yang terjadi pada organ reproduksi perempuan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gerakan memutar flagela sperma dianalogikan seperti baling-baling yang memberikan gaya dorong kepada sperma sehingga sel sperma dapat bergerak.</li> <li>▪ Sperma dapat mendeteksi keberadaan sel telur melalui sensor panas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Senyawa kimia yang dihasilkan oleh sel telur yang berfungsi sebagai sinyal bagi sperma untuk mendeteksi letak sel telur.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proses perkembangan bayi dalam rahim pada tiga trimester, yaitu trimester pertama, kedua dan ketiga.</li> <li>▪ Air ketuban mengandung antibakteri.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ USG (Ultrasonografi) digunakan sebagai pendekripsi perkembangan janin yang terdapat dalam kandungan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kandungan senyawa kimia yang terdapat pada air ketuban.</li> <li>▪ Senyawa kimia yang terdapat pada ketuban dapat diserap oleh tubuh janin melalui kulit dengan menggunakan mekanisme transpor aktif maupun osmosis.</li> </ul>

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Peristiwa bayi kembar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fungsi cairan ketuban (cairan amnion) bagi janin di dalam rahim.</li> <li>▪ Cairan ketuban dapat membantu proses kelahiran dan pendekripsi kelainan genetik pada janin.</li> <li>▪ Gaya dorong dan gaya gesek saat proses kelahiran</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kerja beberapa hormon yang mengatur frekuensi, kekuatan dan durasi kontraksi otot uterus pada saat proses melahirkan.</li> </ul>

### C. Kelainan dan Penyakit pada Sistem Reproduksi Manusia

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Berbagai kelainan dan penyakit yang terjadi pada sistem reproduksi manusia.</li> <li>▪ Studi lapangan tentang penyakit pada sistem reproduksi</li> </ul>	-	-

#### D. Upaya Pencegahan Penyakit pada Sistem Reproduksi Manusia

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
▪ Poster tentang upaya pencegahan penularan penyakit seksual.	-	-

#### Materi Pengayaan :

- Spermatogenesis
- Oogenesis

## Bab 2 Reproduksi pada Tumbuhan dan Hewan

#### Kompetensi Dasar :

- 3.2 Memahami reproduksi pada tumbuhan dan hewan, sifat keturunan, serta kelangsungan makhluk hidup
- 4.2 Menyajikan karya hasil perkembangbiakan pada tumbuhan

#### Pendahuluan

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
▪ Cara reproduksi berbagai macam makhluk hidup ▪ Pentingnya mempelajari materi tentang cara reproduksi hewan dan tumbuhan agar dapat membantu menjaga kelestarian flora dan fauna Indonesia.	-	-

## A. Reproduksi pada Tumbuhan

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ <b>Reproduksi Tumbuhan <i>Angiospermae</i></b></li><li>▪ Reproduksi aseksual</li><li>▪ Cara reproduksi aseksual alami dan reproduksi aseksual buatan.</li><li>▪ Sifat keturunan reproduksi aseksual.</li><li>▪ Beberapa tumbuhan yang bereproduksi secara aseksual.</li><li>▪ Reproduksi pada beberapa tumbuhan.</li><li>▪ Manfaat reproduksi vegetatif buatan bagi manusia.</li></ul>	-	-
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Reproduksi seksual</li><li>▪ Mengidentifikasi struktur bunga.</li><li>▪ Penyerbukan (Polinasi)</li><li>▪ Cara penyerbukan bunga.</li><li>• Berbagai macam perantara yang dapat membantu penyerbukan.</li><li>▪ Penyerbukan</li><li>• Macam-macam penyerbukan</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Senyawa kimia yang terdapat pada nektar atau madu.</li></ul>

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pembuahan (Fertilisasi)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gaya tarik-menarik antar molekul (adhesi dan kohesi) pada proses penyerbukan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Senyawa kimia yang terdapat pada permukaan serbuk sari.</li> <li>▪ Faktor yang mempengaruhi gerak serbuk sari.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Penyebaran Biji</b></li> <li>▪ Penyebaran biji.</li> <li>▪ Beberapa cara penyebaran biji pada tumbuhan</li> <li>▪ Perkecambahan</li> <li>▪ Faktor yang mempengaruhi perkecambahan.</li> <li>▪ Sifat keturunan reproduksi seksual.</li> <li>▪ Siklus hidup tumbuhan <i>Angiospermae</i>.</li> <li>▪ Siklus hidup tumbuhan berbiji.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pengaruh tekanan udara, arah gerak angin, gaya gravitasi terhadap pemencaran biji anemokori.</li> <li>▪ Gaya apung pada buah kelapa membantu persebaran biji kelapa.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Reproduksi Tumbuhan <i>Gymnospermae</i></b></li> <li>▪ Fungsi sayap yang ada pada serbuk sari dan biji tumbuhan <i>Gymnospermae</i></li> <li>▪ Siklus hidup <i>Gymnospermae</i>.</li> </ul>		

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Reproduksi Tumbuhan Paku</b></li> <li>▪ Struktur daun tumbuhan paku.</li>   <li>▪ Reproduksi Lumut</li> <li>▪ <b>Teknologi reproduksi pada tumbuhan.</b></li> <li>▪ Manfaat dari beberapa macam teknologi reproduksi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pecahnya kotak spora pada tumbuhan paku disebabkan karena berkurangnya kadar air pada kotak spora.</li>   <li>▪ Beberapa jenis lumut dapat membantu menyimpan nitrogen dan air dalam tanah.</li> </ul>	

## B. Reproduksi pada Hewan

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reproduksi aseksual pada hewan.</li> <li>▪ Berbagai macam cara reproduksi aseksual pada hewan.</li> <li>▪ Fragmentasi dan regenerasi <i>Planaria</i>.</li> <li>▪ Reproduksi seksual pada hewan.</li> <li>▪ Perkembangbiakan berbagai macam hewan di lingkungan sekitar siswa.</li> </ul>	-	-

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Klasifikasi hewan yang bereproduksi secara seksual berdasarkan cara perkembangan dan kelahiran embrionya.</li> <li>▪ Bagian-bagian pada telur.</li>   <li>▪ Sifat hermaprodit cacing tanah.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Suhu yang dibutuhkan pada proses pengeringan telur berbagai jenis hewan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Susu yang dihasilkan oleh kelenjar mamae mengandung laktosa.</li> <li>▪ Kandungan zat dan ion yang terdapat pada kuning telur dan putih telur.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Siklus hidup hewan.</li> <li>▪ Peristiwa metamorfosis berbagai jenis hewan.</li> <li>▪ Pengendalian hama.</li> </ul>		

### C. Kelangsungan Hidup Hewan dan Tumbuhan

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Adaptasi</li> <li>▪ Seleksi alam</li> <li>▪ Kamuflase Biji-bijian.</li> <li>▪ Reproduksi vegetatif pada kentang.</li> </ul>	-	-

### Materi Pengayaan :

- Hidroponik
- Vertikultur
- Kultur Jaringan Tumbuhan
- Inseminasi Buatan (Kawin Suntik)

## Bab 3 Kependudukan dan Lingkungan

### Kompetensi Dasar :

- 3.3 Mendeskripsikan penyebab perkembangan penduduk dan dampaknya bagi lingkungan
- 4.3 Menyajikan hasil penelusuran informasi tentang perkembangan penduduk dan dampaknya bagi lingkungan

### A. Dinamika Populasi Manusia

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Menyelidiki perubahan komposisi penduduk di suatu wilayah.</li><li>▪ Faktor-faktor yang mempengaruhi dinamika penduduk.</li><li>▪ Angka kelahiran dan kematian penduduk.</li><li>▪ Beberapa jenis migrasi.</li><li>▪ Hal-hal yang menyebabkan sebuah kota memiliki penduduk sedikit dan banyak.</li></ul>	-	-

### B. Dampak Peningkatan Jumlah Penduduk terhadap Masalah Lingkungan

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Penurunan kualitas lingkungan akibat limbah atau sampah</li><li>▪ Menghitung volume sampah yang dihasilkan oleh rumah tangga.</li></ul>	-	-

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Beberapa jenis pencemaran</li> <li>▪ Kasus pencemaran dan cara mengatasinya</li> <li>▪ Kondisi yang akan terjadi jika terdapat timbulan sampah di sungai dan di tepi jalan</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Berkurangnya ketersediaan air bersih.</li> <li>▪ Menghitung jumlah air minum yang dibutuhkan dalam satu hari.</li> <li>▪ Kasus pencemaran air laut oleh tumpahan minyak.</li> <li>▪ Menjernihkan air dengan memanfaatkan biji kelor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ciri fisik air tercemar.</li> <li>▪ Suhu air yang tercemar.</li> <li>▪ Perbedaan massa jenis (<math>\rho</math>) antara air laut dan minyak merupakan penyebab tidak tercampurnya air laut dan minyak apabila terjadi pencemaran.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tingkat keasaman (pH) air yang tercemar.</li> <li>▪ Proses koagulasi pada penjernihan air dengan menggunakan biji kelor</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Berkurangnya ketersediaan udara bersih.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prinsip kerja AC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Senyawa yang terdapat di asap kendaraan dan kemampuannya berikatan dengan hemoglobin.</li> </ul>

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Berkurangnya ketersediaan ruang dan lahan pertanian.</li> <li>▪ Pengaruh pertumbuhan populasi terhadap ketersediaan ruang dan lahan pertanian.</li> <li>▪ Berbagai cara-cara yang telah dilakukan oleh masyarakat untuk mengatasi masalah keterbatasan lahan pertanian.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Oksigen yang dihasilkan oleh lahan hijau dan lahan pertanian merupakan hasil dari proses fotosintesis.</li> </ul>

#### Materi Pengayaan :

- Pengolahan Air Untuk Menjaga Ketersediaan Air Bersih

## Bab 4 Partikel Penyusun Benda Mati dan makhluk Hidup

#### Kompetensi Dasar:

3.4 Mendeskripsikan atom dan partikel penyusunnya, ion dan molekul, serta hubungannya dengan karakteristik bahan/material yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari

#### Pendahuluan

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proses fotosintesis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Matahari sebagai sumber energi utama untuk menjalankan reaksi fotosintesis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Senyawa yang dibutuhkan dan dihasilkan pada proses fotosintesis</li> </ul>

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>Beberapa siklus keseimbangan di alam untuk keberlangsungan kehidupan.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Unsur-unsur yang menyusun klorofil.</li> <li>Proses pembentukan zat-zat sederhana menjadi zat-zat yang lebih kompleks serta penguraian zat-zat yang kompleks menjadi zat-zat yang sederhana yang terjadi di alam.</li> <li>Reaksi kimia akan dapat membentuk zat baru yang memiliki sifat kimia yang berbeda dengan zat-zat pembentuknya.</li> <li>Proses kimia yang terjadi di alam untuk menjaga keseimbangan alam.</li> </ul>

#### A. Molekul dalam Benda Mati dan Makhluk Hidup

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ada sekitar 25 unsur di alam ini yang penting untuk keberlangsungan kehidupan makhluk hidup.</li> </ul>	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Molekul-molekul yang menyusun tubuh makhluk hidup.</li> <li>Perbedaan zat dalam benda mati dan makhluk hidup.</li> </ul>

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Perbedaan jumlah dan jenis atom penyusun molekul serta susunan dan ikatan antarmolekul penyusun materi menyebabkan benda memiliki sifat kimia dan fisika berbeda.</li> </ul>

## B. Atom dan Partikel Penyusunnya

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gondok merupakan penyakit yang disebabkan karena kekurangan Iodin (I).</li> <li>▪ Unsur-unsur tertentu yang ada di alam yang berbahaya bagi kesehatan manusia, dapat menyebabkan kanker bahkan kematian.</li> <li>▪ Kasus pencemaran di Teluk Minamata akibat merkuri (Hg)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lampu yang berisi gas mulia berbeda-beda dan kembang api dapat memendarkan cahaya yang berwarna-warni.</li> <li>▪ Prinsip kerja mikroskop elektron.</li> <li>▪ Sinar-X atau Roentgen untuk mendiagnosis suatu penyakit.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Partikel Subatom</li> <li>▪ Model sederhana atom.</li> <li>▪ Perkembangan teori atom.</li> <li>▪ Model atom Dalton pada beberapa jenis molekul</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nomor Atom dan Nomor Massa</li> <li>▪ Tabel atom dan partikel penyusunnya.</li> <li>▪ Cara mengukur umur fosil.</li> </ul>

### C. Prinsip Pembentukan Molekul

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pentingnya ion bagi kehidupan.</li> <li>▪ Mekanisme transport oksigen dan karbondioksida di dalam tubuh.</li> <li>▪ Cara kerja AC Plasma Cluster dalam membunuh bakteri dan virus.</li> <li>▪ Komposisi ion dalam minuman isotonik serta peranan ion-ion tersebut bagi tubuh manusia.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Konfigurasi elektron</li> <li>▪ Model atom Bohr</li> <li>▪ Ion</li> <li>▪ Mengelompokkan kation dan ion yang ada pada minuman penyegar serta membandingkan jenis-jenis ion yang ada pada beberapa minuman penyegar.</li> <li>▪ Penggunaan bersama elektron beberapa molekul</li> <li>▪ Mengidentifikasi unsur melalui pembakaran.</li> </ul>

### D. Karakteristik Bahan dalam Kehidupan Sehari-hari.

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Beberapa macam logo yang dicantumkan pada kemasan plastik yang berfungsi untuk memudahkan konsumen dalam memilih plastik sesuai kebutuhan serta untuk keperluan daur ulang.</li> <li>▪ Kandungan tembaga yang terdapat pada kuningan mampu membunuh bakteri jenis tertentu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Plastik jenis HDPE adalah plastik yang sangat keras dan tidak mudah rusak karena pengaruh sinar matahari atau panas tinggi atau suhu tinggi.</li> <li>▪ Agar dapat mencegah korosi, baja ditambahkan kromium (Cr).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Intan dan Grafit</li> <li>▪ Meskipun suatu benda tersusun dari atom-atom yang sama, namun jika susunan atom-atom tersebut berbeda, maka benda dapat memiliki karakteristik berbeda.</li> <li>▪ Plastik</li> </ul>

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zat penyusun tulang dan gigi.</li> <li>▪ Manfaat zat-zat yang terdapat pada pasta gigi untuk kesehatan gigi.</li> <li>▪ Jenis-jenis plastik yang mencemari lingkungan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baja ringan (galvanum) adalah salah satu material yang anti karat.</li> <li>▪ Titik lebur perunggu</li> <li>▪ Tulang yang bagus memiliki kekuatan yang hampir sama dengan kekuatan aluminium atau baja lunak</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Logam</li> <li>▪ Baja</li> <li>▪ Baja ringan (Galvanum)</li> <li>▪ Perunggu</li> <li>▪ Kuningan</li> </ul>

#### Materi Pengayaan :

- LED (*Lighting Emitting Diode*)

## Bab 5 Kelistrikan dan Teknologi Listrik di Lingkungan

#### Kompetensi Dasar :

- 3.5 Memahami konsep listrik statis, muatan listrik, potensial listrik, hantaran listrik, kelistrikan pada sistem syaraf dan contohnya pada hewan-hewan yang mengandung listrik .
- 4.4 Melakukan percobaan untuk menyelidiki muatan listrik statis dan interaksinya, serta sifat hantaran listrik bahan.

#### A. Konsep Listrik Statis

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
-	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Muatan Listrik</li> <li>▪ Gejala listrik statis</li> <li>▪ Deret tribolistik</li> <li>▪ Cara kerja elektroskop.</li> <li>▪ Hubungan antara gaya tolak-menolak atau gaya tarik-menarik dua muatan listrik terhadap jarak kedua muatan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ion negatif dan ion positif</li> </ul>

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hukum Coulomb</li> <li>▪ Interaksi yang terjadi pada dua benda yang bermuatan.</li> <li>▪ Menghitung besar gaya Coulomb</li>   <li>▪ Medan listrik</li> <li>▪ Menghitung besar medan listrik yang ditimbulkan oleh muatan.</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Beda potensial dan energi listrik</li> <li>▪ Mengidentifikasi benda-benda yang memiliki beda potensial.</li> <li>▪ Menghitung besar energi listrik dan beda potensial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Petir adalah kilatan cahaya yang muncul akibat perpindahan elektron antara awan dan awan atau antara awan dan bumi.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prinsip kelistrikan pada sistem saraf yang digunakan untuk mengontrol gerak otot manusia dan hewan.</li> <li>▪ </li> </ul>		

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bagian-bagian sel saraf</li> <li>▪ Sel saraf dan kabel</li> <li>▪ Cara menghitung besarnya hambatan listrik dalam sel saraf.</li> <li>▪ Percobaan besar hambatan listrik pada kawat konduktor.</li> <li>▪ Menghitung besar hambatan listrik sel saraf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hantaran Listrik</li> <li>▪ Bahan isolator dan konduktor</li> <li>▪ Larutan garam adalah salah satu jenis elektrolit, sedangkan larutan gula adalah non elektrolit.</li> <li>▪ Semakin kecil hambat jenis suatu bahan, maka akan semakin baik kemampuan bahan tersebut untuk menghantarkan listrik.</li> </ul>	

## B. Konsep Listrik Dinamis

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baterai buah</li> <li>▪ Menghitung besar muatan dan jumlah elektron yang berpindah pada sel saraf.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Arus Listrik</li> <li>▪ Menyalakan lampu dengan baterai</li> <li>▪ Rangkaian listrik tertutup dan terbuka.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Arah aliran arus listrik dan arah aliran elektron berbanding terbalik.</li> </ul>

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Rangkain Listrik</li> <li>▪ Rangkaian lampu seri dan paralel.</li> <li>▪ Rangkaian baterai seri dan paralel.</li> <li>▪ Hubungan antara kuat arus, hambatan, dan tegangan listrik pada suatu rangkaian listrik.</li> <li>▪ Menghitung besar hambatan pengganti suatu rangkaian.</li> <li>▪ Cara kerja penangkal petir.</li> <li>▪ Karakteristik Rangkaian Listrik</li> <li>▪ Hukum Kirchoff</li> <li>▪ Rangkaian GGL dan hukum Ohm pada rangkaian tertutup</li> <li>▪ Menghitung hambatan total rangkaian, tegangan total, dan besar arus listrik.</li> <li>▪ Sumber Arus Listrik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Besar muatan listrik pada rangkaian tertutup ditentukan oleh jumlah elektron.</li> <li>▪ Elemen volta, baterai, dan akumulator disebut sebagai elektrokimia.</li> </ul>

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bioenergi adalah energi yang diperoleh dari biomassa.</li> <li>▪ Interaksi antara akar tanaman dan bakteri tanah dapat menghasilkan energi listrik.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sumber-sumber Energi Listrik</li> <li>▪ Berbagai macam energi listrik alternatif.</li> <li>▪ Sumber energi listrik alternatif berupa energi nuklir, gas hidrogen, panas bumi, gelombang air laut, dan piezoelektrik.</li> <li>▪ Transmisi Energi Listrik</li> </ul>	

### C. Teknologi Listrik di Lingkungan

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Electrocardiograph (ECG)</li> <li>▪ Ectroencephalograph (EEG)</li> <li>▪ Akibat yang terjadi apabila tubuh tersengat listrik.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bagaimana energi listrik dihasilkan?</li> <li>▪ Menghitung biaya pemakaian listrik di rumah dalam 1 bulan.</li> <li>▪ Upaya penghematan energi listrik</li> <li>▪ Penggunaan teknologi listrik di lingkungan sekitar</li> <li>▪ Pengendap elektrostatis pada cerobong asap</li> <li>▪ Pengecetan mobil</li> <li>▪ Mesin fotokopi</li> </ul>	

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pencegahan bahaya penggunaan listrik dalam kehidupan</li> <li>▪ Menyelidiki cara kerja mesin Fotokopi.</li> </ul>	

#### Materi Pengayaan :

Medan listrik, Hukum kirchoff, Rangkaian hambatan listrik

## Bab 6 Kemagnetan dan Pemanfaatannya dalam Produk Teknologi

#### Kompetensi Dasar :

- 3.7 Mendeskripsikan konsep medan magnet, induksi elektro magnetik, dan penggunaannya dalam produk teknologi, serta pemanfaatan medan magnet dalam pergerakan/navigasi hewan untuk mencari makanan dan migrasi
- 4.6 Membuat karya sederhana yang memanfaatkan prinsip elektromagnetik dan/atau induksi elektromagnetik

#### A. Pemanfaatan Medan Magnet pada Migrasi Hewan.

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Migrasi Burung</li> <li>▪ Migrasi Salmon</li> <li>▪ Migrasi Penyu</li> <li>▪ Migrasi Lobster Duri</li> <li>▪ Magnet dalam Tubuh Bakteri</li> <li>▪ Migrasi ikan paus yang dalam perjalananya dan tak tersesat/ terdampar di pantai.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Burung, salmon, penyu, dan lobster mamapu merasakan medan magnet bumi untuk memandu navigasi</li> <li>▪ Magnetosome</li> </ul>	

## B. Teori Dasar Kemagnetan

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Konsep gaya magnet</li><li>▪ Sifat magnet bahan</li><li>▪ Sifat magnet pada berbagai bahan</li><li>▪ Benda yang tidak dapat ditarik oleh magnet dikategorikan sebagai benda paramagnetik</li><li>▪ Cara membuat magnet</li><li>▪ Percobaan membuat magnet</li><li>▪ Magnet elementer.</li><li>▪ Penerapan elektromagnet dalam kehidupan sehari-hari</li><li>▪ Cara menghilangkan kemagnetan bahan</li><li>▪ Medan magnet</li><li>▪ Mengetahui medan magnet</li><li>▪ Induksi magnet</li><li>▪ Medan magnet di sekitar kawat berarus</li></ul>	
	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Teori Kemagnetan Bumi</li><li>▪ Mempelajari lebih lanjut tentang prinsip penggunaan kompas.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Aurora terjadi karena peristiwa diionisasi (lepasnya elektron dari nukleon) partikel listrik pada saat menabrak atmosfer bumi dan membentuk plasma lemah.</li></ul>

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gaya Lorentz</li> <li>▪ Konsep Gaya Lorentz</li> <li>▪ Besar dan arah Gaya Lorentz</li> <li>▪ Soal latihan Gaya Lorentz</li> <li>▪ Penerapan Gaya Lorentz dalam kehidupan sehari-hari</li> <li>▪ Induksi Elektromagnetik</li> <li>▪ Peristiwa induksi elektromagnetik</li> <li>▪ Soal latihan transformator</li> </ul>	

### C. Kemagnetan dalam Produk Teknologi.

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ MRI (Magnetic Resonance Imaging)</li> <li>▪ Cara kerja MRI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kereta Maglev</li> <li>▪ Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir</li> <li>▪ Membuat generator sederhana</li> </ul>	

### Materi Pengayaan :

Gejala Kemagnetan Bumi (Kejanggalan-Kejanggalan pada Kompas)

## Bab 7 Pewarisan Sifat pada Makhluk Hidup

### Kompetensi Dasar :

- 3.8 Mengidentifikasi proses dan hasil pewarisan sifat serta penerapannya dalam pemuliaan mahluk hidup
- 4.7 Melakukan percobaan sederhana untuk menemukan hukum pewarisan sifat mahluk hidup

### A. Molekul yang Mendasari Pewarisan Sifat

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Materi genetik</li><li>▪ Struktur DNA dan RNA</li><li>▪ Gambaran untaian molekul DNA dalam sel</li><li>▪ Pengertian ilmu genetika</li><li>▪ Peran materi genetik dalam penentuan sifat</li><li>▪ Sifat-sifat anggota keluarga</li><li>▪ Kromosom laki-laki dan perempuan serta kromosom sel telur dan sel sperma.</li><li>▪ Diagram kromosom perkawinan laki-laki dan perempuan.</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Struktur heliks DNA dan struktur kimia parsial DNA</li><li>▪ Struktur heliks RNA dan struktur kimia parsial RNA</li></ul>

### B. Hukum Pewarisan Sifat

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Persilangan monohibrid (satu sifat beda)</li></ul>		

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fenomena persilangan Mendel I</li> <li>▪ Tabel Punnet</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Latihan soal persilangan monohibrid</li> <li>▪ Persilangan dihibrid</li> <li>▪ Hukum Mendel II</li> </ul>		

### C. Pewarisan Sifat-sifat pada Manusia

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Model pwearisan warna kulit pada manusia</li> <li>▪ Bentuk pertumbuhan rambut pada dahi</li> <li>▪ Tipe perlekatan cuping telinga</li> <li>▪ Bentuk rambut</li> <li>▪ Meramalkan jenis rambut pada keturunan (pada suatu kasus).</li> </ul>		

#### D. Pewarisan Kelainan Sifat-sifat pada Manusia

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Albino</li> <li>▪ Meramalkan sifat keturunan jika kedua orang tuanya carrier albino</li> <li>▪ Buta warna</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Albino terjadi karena kekurangan enzim tyrosinase, yaitu enzim yang mengandung unsur tembaga yang terlibat dalam produksi pigmen melanin dari asam amino tirosin.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hemofilia</li> <li>▪ Kanker</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mutasi disebabkan oleh sinar X, sinar UV, sinar gamma, zat kimia berbahaya atau akibat infeksi virus.</li> <li>▪ Bom atom hirosima dan nagasaki menyebabkan wilayah tersebut terpapar oleh zat radioaktif yang menyebabkan mutasi gen.</li> </ul>	

#### E. Penerapan Pewarisan Sifat dalam Pemuliaan Makhluk Hidup

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pewarisan sifat dalam pemuliaan tumbuhan.</li> <li>▪ Pewarisan sifat dalam pemuliaan hewan.</li> <li>• Tes DNA</li> <li>▪ Melacak sejarah kesehatan keluarga.</li> </ul>		

### **Materi Pengayaan:**

- Penentuan Golongan Darah
- Kanker “gen yang serba salah”

## **Bab 8 Bioteknologi Pangan**

### **Kompetensi Dasar :**

3.9 Mendeskripsikan penerapan bioteknologi dalam mendukung kelangsungan hidup manusia melalui produksi pangan

4.8 Menyajikan hasil penyelidikan, ide-ide, atau peneluran informasi tentang penerapan bio-teknologi dalam mendukung kelangsungan hidup manusia melalui produksi pangan

### **A. Bioteknologi dan Manfaatnya dalam Produksi Pangan**

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Pengertian Bioteknologi</li><li>▪ Membuat tape</li><li>▪ Bioteknologi konvensional</li><li>▪ Berbagai macam produk bioteknologi dalam kehidupan sehari-hari.</li> <li>▪ Yoghurt</li><li>▪ Bakteri yang berperan dalam pembuatan yoghurt.</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Reaksi kimia pada fermentasi tape.</li> <li>▪ Pada pembuatan yoghurt terjadi perubahan laktosa yang terdapat pada susu menjadi asam laktat.</li></ul>

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Keju</li> <li>▪ Bakteri yang berperan dalam pembuatan keju.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tempe</li> <li>▪ Jamur yang berperan dalam pembuatan tempe.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Enzim renin yang terdapat pada bakteri akan mengubah gula laktosa dalam susu menjadi asam dan protein yang ada pada dadih.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Jamur yang terdapat pada tempe akan membuat enzim protease yang dapat menguraikan protein kompleks yang ada pada kedelai.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kecap</li> <li>▪ Jamur yang berperan dalam pembuatan kecap.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Roti</li> <li>▪ Proses pembuatan roti dibantu oleh yeast atau khamir.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Minuman beralkohol</li> <li>▪ Jamur yang berperan dalam pembuatan minuman beralkohol.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pada pembuatan kecap, jamur akan merombak protein menjadi asam-asam amino, komponen rasa, asam, dan aroma khas.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proses fermentasi pada pembuatan roti akan menghasilkan gas karbondioksida dan alkohol.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proses fermentasi pada pembuatan minuman beralkohol.</li> </ul>

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Perbandingan nilai gizi pada tempe dan kedelai</li> <li>▪ Dampak dan upaya mengolah limbah yang dihasilkan dari industri tempe</li> <li>▪ Peran bakteri dalam pemisahan bijih besi</li> <li>▪ Bioteknologi Modern</li> <li>▪ Perbandingan antara jagung transgenik dan non transgenik.</li> <li>▪ Tanaman Transgenik</li> <li>▪ Teknik rekayasa genetik pada tanaman.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Enzim yang digunakan dalam rekayasa genetik tanaman.</li> <li>▪ Melalui rekayasa genetik, dapat meningkatkan nilai gizi pada tanaman tertentu yang dikehendaki</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hewan Transgenik</li> <li>▪ Proses kloning</li> <li>▪ Fusi protoplas</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hormon insulin</li> </ul>

## B. Dampak Penerapan dan Pengembangan Bioteknologi

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Organisme transgenik jika tidak dilelola dengan baik dapat menyebabkan polusi gen</li> </ul>		

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pada orang tertentu tanaman transgenik dapat memicu reaksi alergi</li> <li>▪ Beredarnya produk tanaman transgenik dapat menimbulkan kerugian bagi petani tradisional</li> </ul>		

#### Materi Pengayaan:

- Rekayasa Buah Tanpa Biji

## Bab 9 Teknologi Ramah Lingkungan

#### Kompetensi Dasar :

- 3.10 Membedakan proses dan produk teknologi yang merusak lingkungan dan ramah lingkungan
- 4.9 Menyajikan data dan informasi tentang proses dan produk teknologi yang tidak merusak lingkungan

#### A. Pengertian dan Prinsip Teknologi Ramah Lingkungan

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<b>Kegiatan Siswa</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Perbedaan antara bus dan mobil tenaga surya.</li> <li>▪ Teknologi ramah lingkungan dan tidak ramah lingkungan.</li> <li>▪ Proses, teknologi, dan permasalahan lingkungan.</li> </ul>		

## B. Aplikasi Teknologi Ramah Lingkungan

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Biofuel</li>   <li>▪ Biogas</li> <li>▪ Biogas diperoleh dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri anaerob.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Salah satu jenis biofuel adalah etanol. Etanol merupakan salah satu jenis alkohol yang dapat dibuat dengan fermentasi karbohidrat atau reaksi kimia gas alam.</li>   <li>▪ Proses fermentasi pada pembuatan biogas mengubah zat organik menjadi gas metana (<math>\text{CH}_4</math>) sebesar 75%, dan gas lainnya seperti karbondioksida, hidrogen dan hidrogen sulfida.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hydropower menghasilkan sedikit emisi <math>\text{CO}_2</math>, tetapi mengganggu ekosistem di daerah muara.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sel surya</li> <li>▪ Pemanfaatan energi matahari sebagai sumber energi alternatif.</li> <li>▪ Pembangkit listrik tenaga air (<i>hydropower</i>)</li> <li>▪ Cara kerja hydropower</li>   <li>▪ Pembangkit listrik tenaga pasang surut air laut dan ombak (<i>ocean power</i>).</li> </ul>	

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pembangkit listrik tenaga angin (<i>wind power</i>)</li> <li>▪ Geothermal</li> <li>▪ Perubahan energi yang terjadi pada kendaraan hidrogen.</li> <li>▪ Mobil surya</li> <li>▪ Mobil listrik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fuel Cell dan Hydrogen Power</li> <li>▪ Reaksi kimia antara H<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub></li> <li>▪ Kendaraan hidrogen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Biopori</li> <li>▪ Fitoremidiasi</li> <li>▪ Toilet pengompos</li> <li>▪ Pemurnian air secara biologis</li> <li>▪ Biopulping</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teknologi pemurnian air</li> <li>▪ Pemurnian air secara fisika</li> <li>▪ Membuat penyariangan air sederhana</li> <li>▪ Teknologi osmosis balik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pemurnian air secara kimia</li> </ul>

### C. Perilaku Hemat Energi dalam Keseharian

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Penerapan perilaku hemat energi dalam kehidupan sehari-hari.</li> </ul>		

#### D.Teknologi Tidak Ramah Lingkungan

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Penerapan perilaku hemat energi dalam kehidupan sehari-hari.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Mengenal potensi energi alternatif di lingkungan sekitar</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Teknologi pengolahan minyak bumi</li><li>▪ Alat penyulingan minyak bumi</li><li>▪ Produksi minyak dari bebatuan dan pasir.</li><li>▪ Teknologi pengolahan batubara</li><li>▪ Dampak penggunaan batubara secara terus menerus.</li></ul>

#### Materi Pengayaan:

- Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN)

## Bab 10 Tanah dan Keberlangsungan Kehidupan

### Kompetensi Dasar :

- 3.11 Memahami pentingnya tanah dan organisme yang hidup dalam tanah untuk keberlanjutan kehidupan
- 4.10 Melakukan penyelidikan tentang fungsi tanah bagi keberlangsungan kehidupan

### A. Peranan tanah dan organisme tanah bagi keberlangsungan kehidupan

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Peranan tanah sebagai empat hidup hewan dan bakteri</li><li>▪ Peran tanah bagi kehidupan.</li><li>▪ Tanah penunjang kesehatan dan penyedia keperluan manusia</li><li>▪ Tanah menyediakan dan menyaring air</li><li>▪ Organisme tanah sebagai dekomposer</li><li>▪ Organisme tanah sebagai menguraikan polutan dalam tanah</li><li>▪ Organisme tanah sebagai mencegah penyakit tanah</li><li>▪ Organisme tanah sebagai memberi pengaruh terhadap tekstur tanah</li></ul>		

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Perbedaan tanah liat dan lempung</li> <li>▪ Organisme tanah mengatur kegemburan dan struktur tanah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sifat fisika tanah (tekstur Tanah)</li> <li>▪ Menentukan tekstur tanah.</li> <li>▪ Menentukan sifat tanah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Salah satu peran organisme tanah adalah sebagai pereaksi kimia.</li> <li>▪ Akar tumbuhan mampu mampu menghasilkan zat yang bersifat asam, sehingga dapat membantu pelapukan batuan.</li> </ul>

## B. Proses Pembentukan Tanah dan Komponen Penyusun Tanah

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proses pembentukan tanah</li> <li>▪ Peran tumbuhan dalam mencegah erosi.</li> <li>▪ Komponen tanah antara lain batuan, udara, humus, air, mineral, dan komponen organik lain.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Beberapa faktor fisik yang mempengaruhi pelapukan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bagian tanah paling atas lebih rentan kehilangan kandungan mineral dan nutrisi</li> </ul>

Materi/Kegiatan		
Biologi	Fisika	Kimia
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mengidentifikasi beberapa komponen penyusun tanah.</li> <li>▪ Mengenal lapisan tanah yang baik untuk tumbuhan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tanah yang berwarna gelap akan lebih cepat menyerap panas daripada tanah yang berwarna terang (warna tanah mempengaruhi temperatur dan kelembaban tanah).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Batuan adalah bahan padat yang tersusun dari campuran mineral dan senyawa dengan berbagai komposisi.</li> <li>▪ Macam-macam mineral dalam tanah</li> <li>▪ pH tanah</li> <li>▪ Mengidentifikasi tingkat kesuburan tanah</li> <li>▪ Perbedaan antara pupuk alami dan kimia</li> </ul>

#### Materi Pengayaan:

- Geologi: proses pembentukan struktur lapisan tanah tanah

## **Bagian II: Petunjuk Khusus**



Petunjuk Khusus ini berisikan petunjuk atau panduan secara detail bagi guru dalam melakukan pembelajaran sesuai dengan bab atau materi yang terkait.

*Halaman ini sengaja dibiarkan kosong*

## A. PENGANTAR

Bab 1 pada buku ini memuat materi tentang sistem reproduksi pada manusia. Pada bagian pertama bab ini, peserta didik akan mempelajari pembelahan sel yang mencakup pembelahan sel mitosis dan meiosis. Materi ini diberikan untuk memudahkan peserta didik dalam mempelajari materi spermatogenesis dan oogenesis. Pada bagian kedua Bab ini, peserta didik akan mempelajari mengenai struktur dan fungsi organ-organ yang terdapat pada sistem reproduksi manusia, baik laki-laki maupun perempuan. Setelah mempelajari organ dan fungsi masing-masing organ, peserta didik akan mempelajari materi spermatogenesis, oogenesis, siklus menstruasi, fertilisasi, dan kehamilan, serta tahap perkembangan bayi dalam kandungan sampai pada gaya dorong dan gaya gesek yang terjadi pada proses melahirkan. Pada bagian ketiga bab ini, peserta didik akan mempelajari mengenai penyakit dan kelainan yang menyerang sistem reproduksi manusia. Pada bagian keempat bab ini, peserta didik akan mempelajari upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah penyakit dan kelainan pada sistem reproduksi manusia. Seluruh materi pada bab ini diajarkan melalui kegiatan diskusi; menganalisis data, dan mencari informasi melalui lingkungan sekitar, media massa, ataupun media elektronik. Setelah mempelajari seluruh bagian yang terdapat pada Bab 1, peserta didik mendapatkan tugas untuk menyelesaikan proyek. Proyek yang akan dikerjakan oleh peserta didik adalah membuat poster tentang upaya pencegahan penularan penyakit seksual. Apabila peserta didik telah selesai menyusun poster, peserta didik diminta untuk mempersentasikan hasilnya di depan kelas.

### 1. Kompetensi Dasar

- 3.1. Mendeskripsikan struktur dan fungsi sistem reproduksi pada manusia, kelainan dan penyakit pada sistem reproduksi, dan penerapan pola hidup sehat yang menunjang kesehatan reproduksi
- 4.1. Menyajikan hasil penelusuran informasi dari berbagai sumber tentang penyakit menular seksual dan upaya pencegahannya.

### 2. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator Pencapaian Kompetensi Bab 1 tentang sistem reproduksi pada manusia ini dikembangkan dengan mengacu pada KI dan KD yang tercantum pada lampiran Permen dikbud No 58 tahun 2014. Pada kegiatan pembelajaran

di lapangan, guru dapat mengembangkan sendiri Indikator Pencapaian Kompetensi dengan disesuaikan pada kondisi peserta didik masing-masing. Berikut ini dipaparkan contoh Indikator Pencapaian Kompetensi yang dapat dijabarkan dari KD 3.1 dan KD 4.1.

- Menjelaskan fase-fase pembelahan mitosis dan meiosis
- Menjelaskan ciri setiap fase pembelahan mitosis dan meiosis
- Menyebutkan karakter atau sifat sel anak hasil pembelahan mitosis dan meiosis
- Mengidentifikasi organ-organ penyusun sistem reproduksi pada laki-laki dan perempuan
- Menyebutkan fungsi organ-organ penyusun sistem reproduksi pada laki-laki dan perempuan
- Mengidentifikasi proses pembentukan sperma (spermatogenesis) dan proses pembentukan sel telur (oogenesis)
- Menerapkan konsep pembelahan meiosis pada proses spermatogenesis dan oogenesis
- Memaparkan siklus menstruasi yang terjadi pada dinding rahim
- Membuat grafik level hormon dalam siklus menstruasi
- Menjelaskan proses fertilisasi dan kehamilan
- Menjelaskan proses perkembangan janin selama dalam kandungan
- Menjelaskan fungsi cairan ketuban bagi janin
- Menjelaskan gaya dorong dan gaya gesek yang terjadi pada proses melahirkan
- Menjelaskan berbagai macam penyakit pada sistem reproduksi manusia
- Menjelaskan upaya pencegahan penyakit pada sistem reproduksi manusia
- Menyajikan laporan hasil studi tentang penyakit pada sistem reproduksi
- Membuat poster tentang upaya pencegahan dan penularan penyakit seksual

### 3. Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab I tentang Sistem Reproduksi Pada Manusia diperkirakan memerlukan waktu 10 sampai 12 jam atau 4 sampai 5 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP).

### 4. Materi Esensial

- a. Pembelahan sel sangat penting bagi kelangsungan hidup semua makhluk hidup. Ada 3 alasan mengapa sel mengalami pembelahan, yaitu untuk pertumbuhan, perbaikan, dan reproduksi.

- b. Menurut teori sel, semua sel hidup berasal dari sel yang sudah ada sebelumnya (*omnis cellula e cellula*). Teori ini dinyatakan oleh Rudolf Virchow pada tahun 1855. Pembentukan sel-sel baru atau anakan dari sel yang sudah ada sebelumnya dapat terjadi melalui proses pembelahan sel. Pembelahan sel dibedakan menjadi pembelahan mitosis dan meiosis.
- c. Pembelahan mitosis merupakan tipe pembelahan sel yang menghasilkan 2 sel anakan yang mempunyai karakter sama dengan sel induk. Jumlah kromosom yang dimiliki oleh sel anakan adalah  $2n$  atau disebut dengan diploid. Sel diploid adalah sel yang kromosomnya berpasangan ( $2n$ ). Tahapan pada pembelahan mitosis yaitu profase, metafase, anafase, dan telofase. Pembelahan ini terjadi pada sel-sel tubuh (sel somatik) makhluk hidup.
- d. Pembelahan meiosis adalah pembelahan sel yang menghasilkan 4 sel anakan yang memiliki kromosom haploid ( $n$ ) yang berasal dari sel induk diploid ( $2n$ ). Sel haploid adalah sel yang kromosomnya tidak berpasangan ( $n$ ). Pembelahan meiosis berlangsung dalam dua tingkat yaitu, meiosis I dan meiosis II. Tahapan pembelahan pada meiosis I yaitu, profase I, metafase I, anafase I, dan telofase I. Tahapan pembelahan pada meiosis II yaitu, profase II, metafase II, anafase II, dan telofase II. Pembelahan ini hanya terjadi pada organ kelamin.
- e. Struktur organ reproduksi manusia terdiri atas organ reproduksi atau alat kelamin luar dan dalam. Alat kelamin luar merupakan alat kelamin yang terletak pada bagian luar tubuh atau dapat diamati secara langsung. Alat kelamin dalam merupakan alat kelamin yang terletak pada bagian dalam tubuh dan tidak dapat diamati secara langsung.
- f. Alat kelamin antara laki-laki dan perempuan berbeda. Pada laki-laki, alat kelamin luar adalah penis dan skrotum, dan alat kelamin dalam meliputi testis, saluran sperma, uretra, dan kelenjar reproduksi.
- g. Pada anak laki-laki yang berusia 13 atau 14 tahun, testis memproduksi sel kelamin laki-laki yang disebut sperma dan hormon testosteron. Proses pembentukan sperma ini disebut spermatogenesis. Proses pembentukan sperma bermula dari sel induk sperma atau spermatogonium ( $2n$ ). Selanjutnya, sel spermatogonium membela secara mitosis membentuk sel spermatosit primer ( $2n$ ). Spermatosit primer membela secara meiosis membentuk dua sel spermatosit sekunder ( $n$ ). Setiap sel spermatosit sekunder melanjutkan pembelahan meiosis membentuk dua sel spermatid. Selanjutnya, spermatid mengalami diferensiasi atau perkembangan menjadi spermatozoa.
- h. Hormon testosteron memiliki banyak fungsi, antara lain: mengatur perkembangan dan fungsi alat kelamin laki-laki, mengatur

perkembangan ciri-ciri kelamin sekunder. Pada masa ini anak laki-laki sedang mengalami masa pubertas.

- i. Pada perempuan alat kelamin luar adalah vulva, labium, dan saluran kelamin. Sedangkan yang termasuk alat kelamin dalam yaitu ovarium, saluran telur (*tuba fallopi*), rahim (uterus), dan vagina.
- j. Sel kelamin perempuan disebut ovum atau sel telur. Proses pembentukan sel telur disebut oogenesis. Oogenesis terjadi di ovarium. Oogenesis dimulai pada saat seorang wanita berada dalam kandungan. Sel primordial akan membelah secara mitosis membentuk oogonium (2n). Oogonium membelah secara mitosis membentuk oosit primer (2n). Oosit primer akan membelah secara meiosis I dan menghasilkan dua sel yang ukurannya tidak sama, yaitu oosit sekunder (berukuran besar) dan polosit atau badan polar primer (berukuran kecil). Oosit sekunder akan melanjutkan pembelahan yaitu meiosis II sehingga terbentuk ootid dan badan polar sekunder. Begitu pula badan polar primer, akan membelah menghasilkan dua badan polar sekunder. Pada akhirnya ootid akan berkembang menjadi ovum.
- k. Setiap bulan ovum yang matang akan dilepaskan. Proses pelepasan sel telur dari indung telur (ovarium) disebut ovulasi. Biasanya setiap ovarium bergiliran melepaskan ovum (telur) setiap bulan.
- l. Ovarium menghasilkan hormon perempuan yaitu estrogen dan progesteron. Hormon ini mengatur siklus menstruasi dan juga mengatur perkembangan ciri-ciri kelamin sekunder pada perempuan.
- m. Menstruasi merupakan suatu keadaan dimana keluarnya darah, cairan jaringan, lendir, dan sel-sel epitel yang menyusun dinding rahim. Menstruasi terjadi apabila sel telur tidak dibuahi oleh sel sperma.
- n. Fertilisasi merupakan proses peleburan inti sel sperma dengan inti sel telur sehingga membentuk zigot. Proses fertilisasi ini terjadi di dalam *tuba fallopi*. Setelah terjadi fertilisasi, zigot yang terbentuk akan melakukan pembelahan dan berkembang menjadi embrio yang selanjutnya tertanam ke dalam endometrium (mengalami implantasi, pada kondisi ini seseorang mengalami kehamilan).
- o. Perkembangan embrio dalam kandungan dapat dibagi menjadi beberapa periode, yaitu trimester pertama, trimester kedua, dan trimester ketiga.
- p. Penyakit yang terjadi pada sistem reproduksi manusia antara lain Gonorhoe, Sifilis, Herpes Simplex Genitalis, HIV/ AIDS, keputihan, dan epididimitis.

## B. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Pada pembelajaran bab 1 tentang sistem reproduksi pada manusia guru dapat menerapkan pembelajaran, *Group Investigation (GI)*, *Discovery Learning*, ataupun *Creative Problem Solving (CPS)*, yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

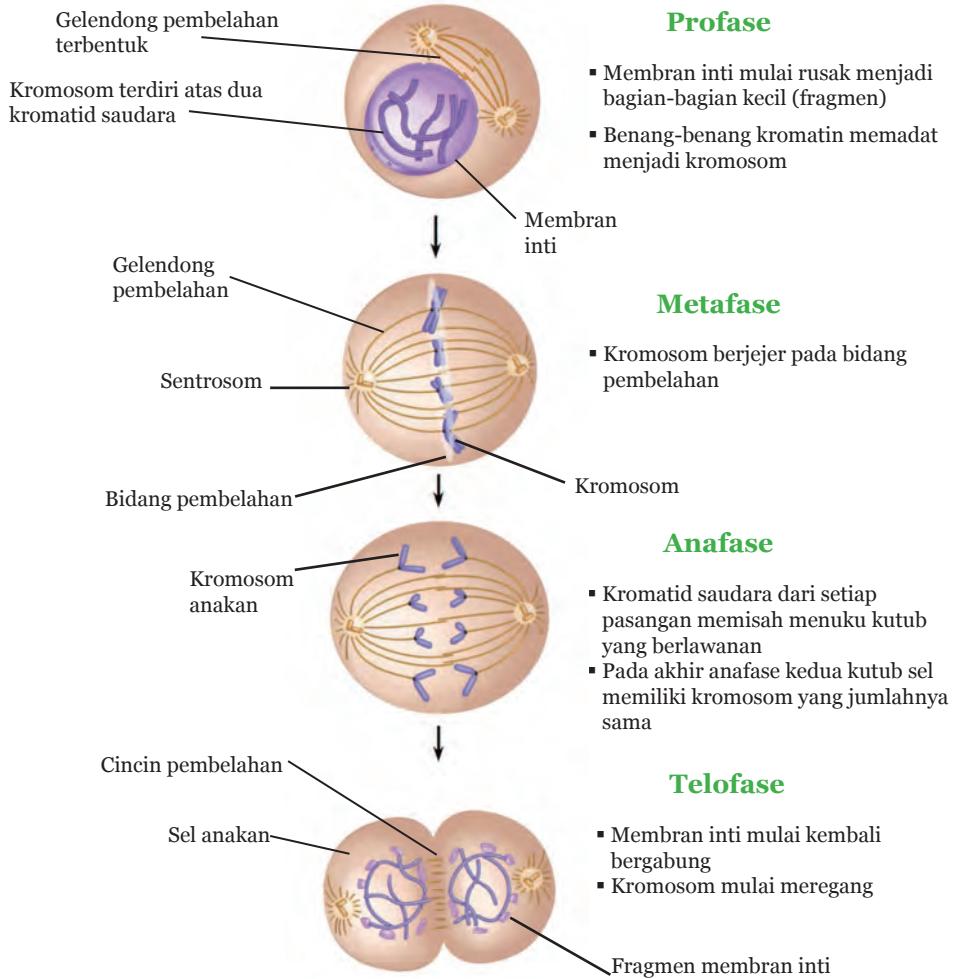
### Materi Bagian A. Pembelahan Sel

Sebelum mempelajari materi tentang struktur dan fungsi sistem reproduksi pada manusia, peserta didik terlebih dahulu mempelajari tentang pembelahan sel. Tujuan dari peserta didik mempelajari materi ini agar peserta didik dapat dengan mudah memahami materi spermatogenesis dan oogenesis. Hal ini karena, pada kedua materi tersebut akan digunakan konsep tentang pembelahan meiosis.

- a. Guru mengawali kegiatan pembelajaran dengan mengajak peserta didik untuk bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena telah diberi kesempatan untuk lahir di dunia sehingga dapat melihat keindahan berbagai ciptaan-Nya.
- b. Kemudian guru menceritakan bahwa pada awalnya manusia hanya berasal dari satu sel (zicot). Sel tersebut selanjutnya mengalami pembelahan secara terus menerus, sehingga pada saat manusia telah dewasa, jumlah seluruh sel yang ada di dalam tubuhnya sekitar 200 triliun. Berdasarkan pernyataan tersebut, kemudian peserta didik diminta untuk menjelaskan satu alasan mengapa sel mengalami pembelahan?
- c. Selanjutnya, guru menjelaskan tentang 3 alasan mengapa sel mengalami pembelahan. Selain itu juga menjelaskan bahwa pembelahan sel dibedakan menjadi dua, yaitu pembelahan mitosis dan pembelahan meiosis.

#### 1. Pembelahan Mitosis

Pada saat mengajarkan materi ini, guru dapat menggunakan metode diskusi ataupun dengan metode lainnya yang menurut guru sesuai dan memudahkan siswa untuk memahami materi ini. Hal yang harus dipahami oleh peserta didik pada materi ini antara lain, fase-fase pembelahan mitosis, sifat atau karakter hasil anakan yang dihasilkan dari pembelahan mitosis, dan tempat terjadinya pembelahan mitosis. Agar peserta didik dapat dengan mudah memahami fase-fase pembelahan dan ciri-ciri yang terjadi pada setiap fase pembelahan, guru dapat mengarahkan peserta didik untuk mencermati Gambar 1.2 yang terdapat pada buku siswa.

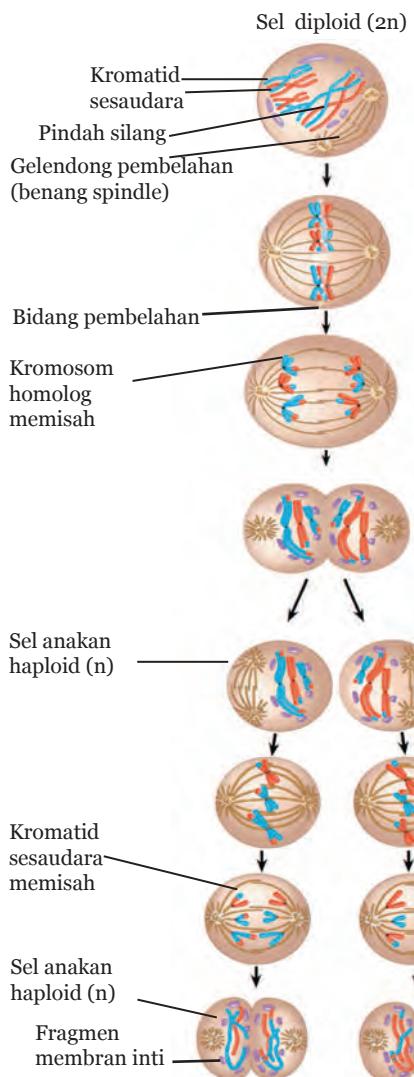


Sumber: Campbell dkk., 2008

Gambar Fase-fase Pembelahan Mitosis dan Ciri Setiap Fase Pembelahan Mitosis

## 2. Pembelahan Meiosis

Sebagaimana pada saat mengajarkan materi pembelahan mitosis, pada saat mengajarkan materi ini, guru dapat menggunakan metode diskusi ataupun dengan metode lainnya yang menurut guru sesuai dan memudahkan siswa untuk memahami materi ini. Hal yang harus dipahami oleh peserta didik pada materi ini antara lain, fase-fase pembelahan meiosis, sifat atau karakter hasil anak-anak yang dihasilkan dari pembelahan meiosis, dan tempat terjadinya pembelahan meiosis. Agar peserta didik dapat dengan mudah memahami fase-fase pembelahan dan ciri-ciri yang terjadi pada setiap fase pembelahan, guru dapat mengarahkan peserta didik untuk mencermati Gambar 1.3 yang terdapat pada buku siswa.



### Profase I

- Membran inti mulai rusak menjadi bagian-bagian kecil (fragmen) dan terbentuk gelendong pembelahan
- Benang-benang kromatin memadat menjadi kromosom dan kromosom homolog berpasangan
- Terjadi pindah silang (pertukaran segmen molekul DNA yang sesuai diantara kromatid non saudara)

### Metafase I

- Kromosom berjejer pada bidang pembelahan

### Anafase I

- Kromosom homolog memisah dan bergerak ke kutub-kutub yang berlawanan

### Telofase I

- Kromosom homolog memisah dan bergerak ke kutub-kutub yang berlawanan
- Membran inti mulai terbentuk kembali
- Sitokinesis menyebabkan terbentuknya dua sel anak yang bersifat haploid

### Profase II

- Membran inti mulai rusak menjadi bagian-bagian kecil (fragmen) dan terbentuk gelendong pembelahan
- Kromatid mulai bergerak ke bidang pembelahan

### Metaphase II

- Kromosom berjejer pada bidang pembelahan

### Anafase II

- Kromatid terpisah dan bergerak ke kutub-kutub yang berlawanan

### Telofase II

- Nukleus terbentuk, kromosom terurai membentuk kromatin, dan sitokinesis terjadi.

Sumber: Campbell dkk., 2008  
Gambar Fase-fase Pembelahan Meiosis

Selanjutnya, guru membimbing peserta didik untuk menjawab pertanyaan yang ada pada fitur “Ayo, Kita Pikirkan”. Siswa akan dapat menjawab pertanyaan ini dengan benar jika peserta didik telah memahami konsep pembelahan meiosis dengan baik. Apabila peserta didik mengalami kesulitan untuk menjawab pertanyaan tersebut, guru dapat membantu menjawab pertanyaan tersebut dengan mengingatkan peserta didik dengan konsep sifat atau karakter anakan yang dihasilkan pada pembelahan meiosis.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Pikirkan!

**Pertanyaan:** Mengapa pada pembentukan sel kelamin melalui proses pembelahan meiosis?

**Jawaban:** Pembentukan sel kelamin terjadi melalui pembelahan meiosis agar keturunan (individu baru) mempunyai kombinasi sifat dari kedua induk dan tetap memiliki kromosom ( $2n$ ). Hal yang perlu diingat disini adalah pembelahan meiosis disebut juga pembelahan reduksi, karena sel yang dihasilkan dari pembelahan meiosis memiliki kromosom yang jumlahnya setengah dari jumlah kromosom sel induk. Apabila jumlah kromosom sel induk  $2n$ , maka jumlah kromosom sel anakannya adalah  $n$ . Dengan demikian jumlah kromosom sperma maupun sel telur adalah  $n$ . Pada peristiwa fertilisasi terbentuk zigot. Zigot tersebut memperoleh kromosom dari sel sperma ( $n$ ) dan kromosom sel ovum ( $n$ ) sehingga zigot mempunyai kromosom ( $2n$ ). Selanjutnya zigot akan berkembang menjadi individu baru yang kromosomnya juga  $2n$  sama dengan induknya.

## Materi Bagian B. Struktur dan Fungsi Sistem Reproduksi pada Manusia

- Agar dapat menarik perhatian peserta didik, guru dapat memulai materi ini dengan mengingatkan bahwa pada awalnya, manusia berasal dari satu sel. Akan tetapi, karena sel tersebut mengalami pembelahan, maka jumlah sel manusia pada saat dewasa sekitar 200 triliun. Selanjutnya, sel-sel tersebut mengalami perubahan bentuk dan fungsi (berdiferensiasi). Sel-sel yang memiliki bentuk dan fungsi yang sama akan bergabung menjadi satu untuk membentuk suatu jaringan. Kemudian, guru meminta peserta didik untuk menceritakan kepada teman sebangkunya tentang hierarki kehidupan dari mulai sel hingga terbentuk individu.
- Setelah peserta didik menceritakan hierarki kehidupan kepada teman sebangkunya, guru mengarahkan peserta didik agar mengagumi keteraturan serta kekompleksan manusia sebagai salah satu makhluk ciptaan Tuhan. Selain itu, peserta didik juga diingatkan untuk senantiasa berterima kasih serta menghormati orang tua, terutama ibu, karena ibu telah mengandung kita selama sembilan bulan sepuluh hari, menyusui, memberi kasih sayang, mendidik, dan masih banyak lagi pengorbanan dari ibu yang tidak dapat kita hitung. Berkaitan dengan hal ini, agar perasaan peserta didik benar-benar dapat tersentuh, guru

- juga dapat memutarkan video yang mengisahkan tentang perjuangan serta pengorbanan ibu atau ayah dalam membesarkan dan mendidik putra-putrinya.
- c. Selanjutnya, guru memberikan beberapa pertanyaan untuk mengarahkan peserta didik memasuki materi Sistem Reproduksi pada Manusia. Berikut ini contoh pertanyaan yang dapat disampaikan oleh guru, bagaimana ibu dapat mengandung? Apakah ibu dapat mengandung tanpa kehadiran ayah kita? Setelah siswa menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut, guru memberikan penjelasan sebagai berikut. Ibu kita dapat mengandung karena adanya ayah. Dari pernikahan ayah dan ibu dihasilkan keturunan yaitu lahirnya kamu. Ayah dan ibu dapat mempunyai keturunan karena memiliki sistem reproduksi. Tanpa sistem reproduksi ini maka niscaya kita tidak dapat lahir di dunia dan umat manusia akan punah.

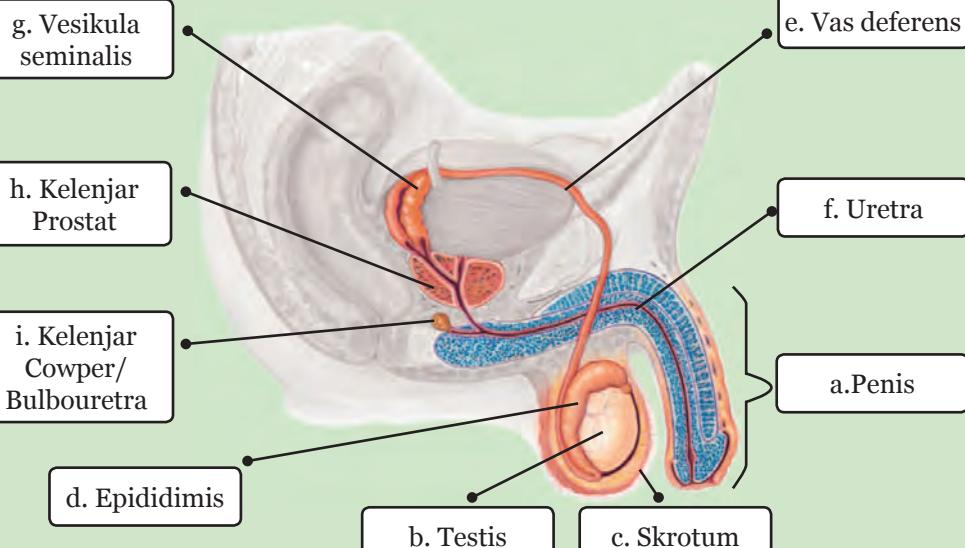
## 1. Organ Reproduksi pada Laki-laki

- a. Guru dapat mengawali kegiatan pembelajaran dengan mengajak peserta didik menyelesaikan Aktivitas 1.1 Melengkapi Gambar Organ-organ Penyusun Sistem Reproduksi Laki-laki yang terdapat pada fitur “Ayo, Kita Lakukan”. Sebelum peserta didik menyelesaikan tugas ini, guru dapat membimbing peserta didik untuk membentuk kelompok dengan anggota berjumlah 4 – 5 orang untuk setiap kelompok. Pada tugas ini, peserta didik diminta untuk mengidentifikasi organ-organ penyusun sistem reproduksi laki-laki. Agar peserta didik dapat dengan mudah menyelesaikan tugas ini, hal pertama yang harus dilakukan peserta didik adalah mencermati Gambar 1.4 Organ-organ Penyusun Sistem Reproduksi Laki-laki. Setelah itu, peserta didik membaca Tabel 1.1 Struktur dan Fungsi Organ-organ Penyusun Sistem Reproduksi pada Laki-laki. Setelah membaca Tabel 1.1, peserta didik dapat mengisi titik-titik yang terdapat pada Gambar 1.4. Agar dapat menunjang ketercapaian KI-2, guru dapat mengingatkan peserta didik untuk membaca dan mencermati Tabel 1.1 dan melengkapi Gambar 1.4 dengan teliti dan cermat. Selain itu, guru juga perlu mengingatkan agar peserta didik bekerjasama dengan teman satu kelompoknya selama menyelesaikan tugas ini.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

#### Aktivitas 1.1 Mengidentifikasi Organ-organ Penyusun Sistem Reproduksi Laki-laki



- Agar peserta didik juga memahami fungsi dari masing-masing organ reproduksi laki-laki, guru dapat menugaskan peserta didik untuk membaca paparan materi tentang organ-organ penyusun sistem reproduksi laki-laki yang terdapat pada Buku Siswa.
- Selanjutnya, guru membimbing peserta didik untuk menjawab pertanyaan yang terdapat pada fitur “Ayo, Kita Pikirkan”. Selain itu, guru juga menugaskan peserta didik untuk membaca materi yang terdapat pada fitur “Tahukah Kamu” yang berisi materi tentang fungsi hormon testosteron. Berkaitan dengan kedua tugas ini, apabila waktu tatap muka di kelas sangat terbatas, maka guru dapat meminta siswa menyelesaikannya di luar jam pelajaran.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Pikirkan!

**Pertanyaan:** Mengapa seorang laki-laki dianjurkan untuk berkhitan? Kira-kira apa manfaat dikhitan?

**Jawaban:** Khitan adalah proses pemotongan/menghilangkan bagian yang berbentuk lipatan kulit yang terletak pada ujung penis, bagian itu disebut kulup (*prepuce*). Ada beberapa manfaat dikhitan, antara lain: mengurangi resiko infeksi saluran kemih, mengurangi resiko kanker penis, dan mengurangi resiko terinfeksi penyakit menular seksual.

- d. Selanjutnya, peserta didik diberi tugas untuk mencari informasi tentang fungsi zat-zat yang dihasilkan oleh vesikula seminalis. Peserta didik dapat mencari informasi terkait masalah tersebut dengan cara bertanya kepada orang yang ahli di bidangnya, membaca buku-buku di perpustakaan ataupun melalui internet. Apabila sebagian besar peserta didik mencari informasi melalui internet, hendaknya terlebih dahulu guru memberikan nasehat kepada peserta didik untuk memfokuskan pencarian informasinya pada materi yang dituju. Hal ini dimaksudkan agar peserta didik dapat dengan bijaksana memanfaatkan internet, sehingga tidak menggunakan media ini untuk mencari informasi yang bersifat negatif dan tidak bermanfaat, misalnya hal-hal yang bersifat porno dan lain-lain. Sebagaimana tugas sebelumnya, apabila waktu tatap muka di kelas sangat terbatas, maka guru dapat meminta siswa menyelesaiannya di luar jam pelajaran.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Cari Tahu

Nama Zat	Fungsi
Zat yang bersifat basa	Menetralkan cairan urine yang bersifat asam yang tertinggal pada uretra
Fruktosa	Sumber energi utama atau sumber makanan bagi sperma

Nama Zat	Fungsi
Hormon Prostaglandin	Merangsang kontraksi otot polos pada saluran reproduksi, sehingga sperma lebih mudah dipindahkan dari tempat penyimpanan (pada pria) ke oviduk (perempuan)
Protein pembekuan	Untuk pembekuan atau koagulasi semen setelah terjadi proses koagulasi

- e. Guru membimbing peserta didik untuk membaca materi yang terdapat pada fitur “Tahukah Kamu?” yang berisi tentang kelainan *Benign Prostatic Hyperplasia* (BPH). Apabila waktu tatap muka di kelas sangat terbatas, maka guru dapat meminta siswa menyelesaikannya di luar jam pelajaran seperti beberapa tugas sebelumnya.

## 2. Spermatogenesis

- a. Guru mengingatkan kembali tentang materi pembelahan sel, terutama berkaitan karakter atau sifat anak-anak hasil pembelahan. Guru dapat melakukan kegiatan ini dengan cara berdiskusi atau dengan mengajukan beberapa pertanyaan yang berkaitan kepada peserta didik.
- b. Guru juga dapat mengajukan pertanyaan berikut ini untuk mengawali materi ini. Masih ingatkah kalian di mana terjadi proses pembentukan sperma? Nah, proses apakah yang sebenarnya terjadi di dalam organ tersebut sehingga dapat terbentuk sperma?
- c. Seperti materi pembelahan sel, guru dapat memberikan materi ini dengan diskusi kelas. Agar peserta didik dapat dengan mudah memahami materi spermatogenesis, guru dapat meminta peserta didik mencermati Gambar 1.5 yang terdapat pada Buku Siswa.
- d. Guru membimbing peserta didik untuk menyelesaikan tugas yang terdapat pada fitur “Ayo, Kita Pikirkan”. Pada tugas ini, peserta didik diminta untuk menjelaskan tujuan dari diciptakannya kepala sperma yang meruncing pada bagian depannya. Selain itu, peserta didik juga diminta untuk menjelaskan fungsi bagian ekor sperma. Sebagaimana tugas sebelumnya, apabila waktu tatap muka di kelas sangat terbatas, maka tugas ini dapat diselesaikan di luar jam pelajaran.



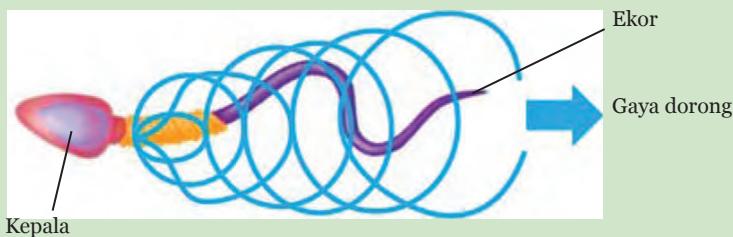
### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Pikirkan!

**Pertanyaan 1:** Mengapa sperma memiliki bagian kepala meruncing di bagian ujungnya?

**Jawaban:** Bagian kepala sperma dilengkapi dengan bagian yang disebut akrosom, dengan adanya bagian akrosom dapat menyebabkan kepala sperma berbentuk agak runcing. Bagian akrosom ini dapat menghasilkan enzim hialuronidase yang berfungsi untuk menembus dinding sel telur. Dengan demikian, tujuan dari diciptakannya bagian kepala sperma yang meruncing adalah untuk memudahkan sperma menembus dinding sel telur.

**Pertanyaan 2:** Apa fungsi bagian ekor dari sperma?

**Jawaban:** Fungsi bagian ekor sperma adalah untuk alat pergerakan sperma sehingga dapat mencapai sel telur. Gerakan flagela ini dapat dianalogikan dengan baling-baling untuk mendorong perahu.



**Sumber:** Campbell dkk., 2008.

Gambar Skema Pergerakan Flagela sel Sperma

## 3. Organ Reproduksi pada Perempuan

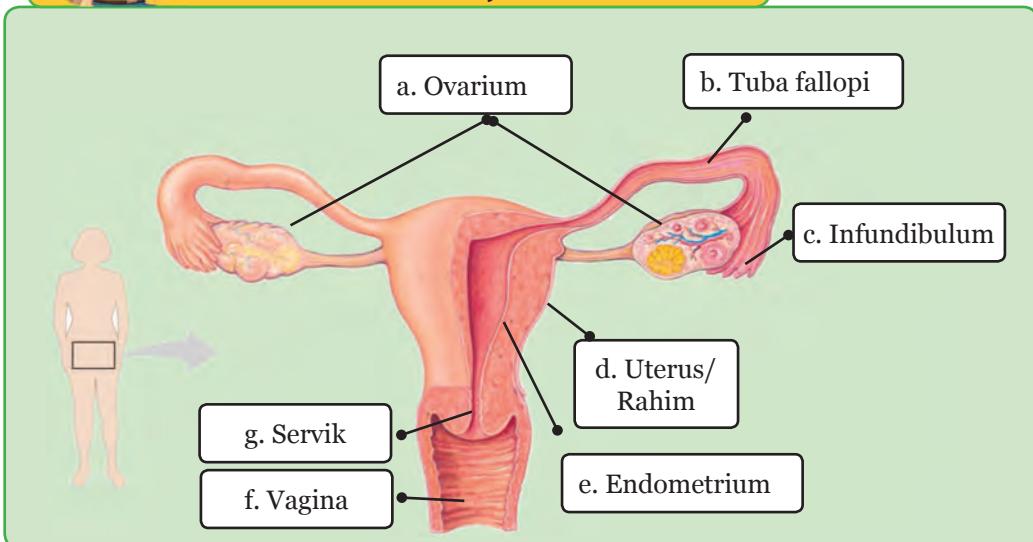
- Sebelum peserta didik mempelajari materi tentang organ reproduksi pada perempuan guru dapat meminta peserta didik untuk menyebutkan kembali organ-organ yang menyusun sistem reproduksi laki-laki. Selanjutnya, guru mengajukan pertanyaan seperti berikut ini, “menurutmu samakah atau berbedakah organ penyusun sistem reproduksi pada laki-laki dan perempuan?”
- Selanjutnya, guru mengajak peserta didik untuk menyelesaikan Aktivitas 1.2 Melengkapi Gambar Organ-organ Penyusun Sistem Reproduksi Perempuan yang terdapat pada fitur “Ayo, Kita Lakukan”. Sebelum peserta didik menyelesaikan tugas ini, guru dapat membimbing peserta didik untuk membentuk kelompok dengan anggota berjumlah 4 – 5

orang untuk setiap kelompok. Pada tugas ini, peserta didik diminta untuk mengidentifikasi organ-organ penyusun sistem reproduksi perempuan. Agar peserta didik dapat dengan mudah menyelesaikan tugas ini, hal pertama yang harus dilakukan peserta didik adalah mencermati Gambar 1.6 Organ-organ Penyusun Sistem Reproduksi pada Perempuan. Setelah itu, peserta didik membaca Tabel 1.2 Struktur dan Fungsi Organ-organ Penyusun Sistem Reproduksi pada Perempuan. Setelah membaca Tabel 1.2, peserta didik dapat mengisi titik-titik yang terdapat pada Gambar 1.6. Agar dapat menunjang ketercapaian KI-2, guru dapat mengingatkan peserta didik untuk membaca dan mencermati Tabel 1.2 dan melengkapi Gambar 1.6 dengan teliti dan cermat. Selain itu, guru juga perlu mengingatkan agar peserta didik bekerjasama dengan teman satu kelompoknya selama menyelesaikan tugas ini.

- c. Agar peserta didik juga memahami fungsi dari masing-masing organ reproduksi perempuan, guru dapat menugaskan peserta didik untuk membaca paparan materi tentang organ-organ penyusun sistem reproduksi perempuan yang terdapat pada Buku Siswa. Pada bagian tersebut dipaparkan pula materi tentang selaput dara (*hymen*). Pada saat sampai pada bagian tersebut, hendaknya guru memberikan penekatan tentang tujuan Tuhan menganugerahkan selaput dara kepada kaum perempuan. Serta menjelaskan bahwa selaput dara dapat rusak oleh aktivitas yang membahayakan. Dengan demikian, diharapkan peserta didik tidak melakukan seks bebas.
- d. Apabila peserta didik telah memahami macam-macam, struktur serta fungsi organ-organ reproduksi perempuan, selanjutnya peserta didik diminta untuk membaca materi yang terdapat pada fitur “Tahukah Kamu” yang terdapat pada Buku Siswa. Pada bagian tersebut, dipaparkan materi tentang fungsi hormon estrogen dan progesteron.

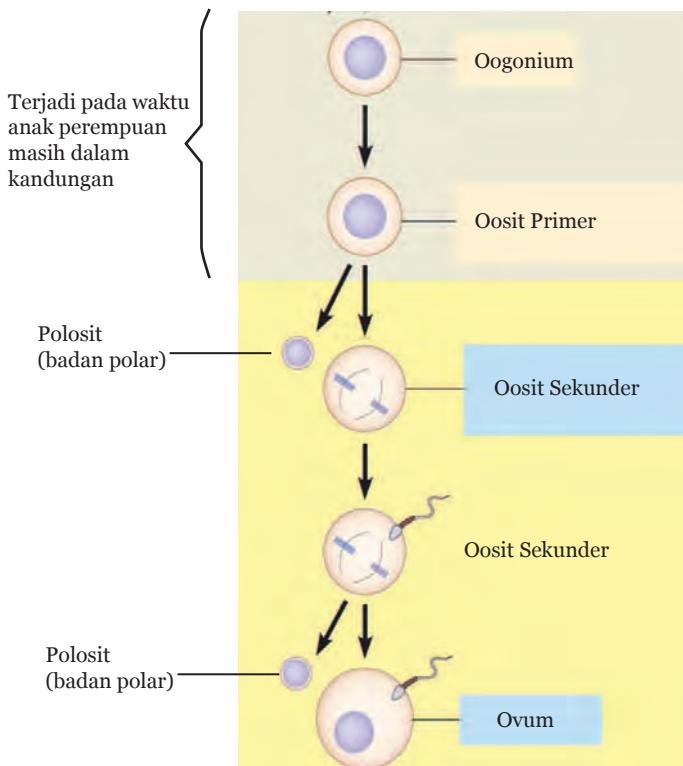


### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan



#### 4. Oogenesis

- Guru dapat mengawali materi ini dengan mengajukan pertanyaan berikut ini, “Apabila proses pembentukan sperma disebut dengan spermatogenesis, disebut dengan apakah proses pembentukan sel telur?”
- Selanjutnya, guru membimbing peserta didik untuk melakukan diskusi tentang tahapan dari proses pembentukan sel telur (Oogenesis). Agar peserta didik dapat dengan mudah memahami materi ini, guru dapat meminta peserta didik untuk mencermati Gambar 1.8 tentang Proses Pembentukan Sel Telur (Oogenesis)



Sumber: Campbell dkk., 2008

Gambar Proses Oogenesi

Berkaitan dengan materi organ reproduksi pada laki-laki dan perempuan, spermatogenesis dan oogenesis dapat dibelajarkan di kelas dalam satu kali pertemuan. Hal ini dilakukan apabila jumlah tatap muka yang digunakan untuk membelajarkan bab ini sangat terbatas. Kegiatan pembelajaran dapat dirancang dengan membagi siswa di kelas menjadi dua kelompok besar. Kelompok besar pertama mempelajari organ reproduksi pada laki-laki dan spermatogenesis, sedangkan kelompok besar kedua mempelajari organ reproduksi pada laki-laki dan oogenesis. Agar kerja kelompok lebih efektif, guru dapat membagi masing-masing kelompok besar menjadi beberapa kelompok kecil dengan jumlah anggota setiap kelompoknya sebanyak 4 – 5 peserta didik. Apabila seluruh kelompok telah menyelesaikan masing-masing tugasnya, selanjutnya dilakukan persentasi oleh masing-masing perwakilan kelompok.

## 5. Siklus Menstruasi

- Sebelum peserta didik menyelesaikan tugas Membuat Grafik Level Hormon dalam Siklus Menstruasi yang terdapat pada fitur “Ayo, Kita Lakukan”, guru menugaskan peserta didik untuk mempelajari materi

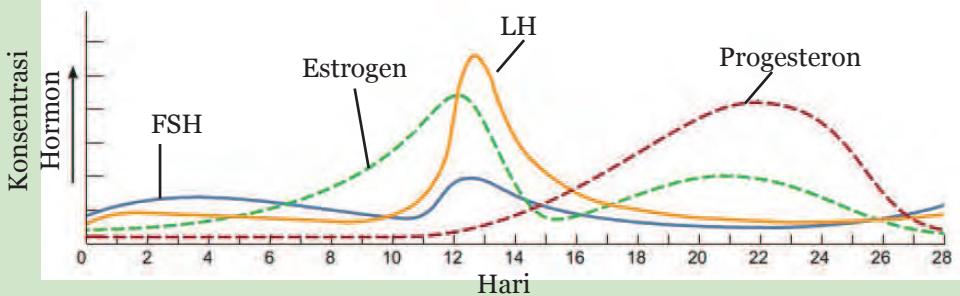
Siklus Menstruasi yang terdapat pada Buku Siswa. Agar lebih mudah untuk memahami penjelasan tentang siklus menstruasi, peserta didik diminta untuk mencermati Gambar 1.9 tentang Siklus yang terjadi pada Dinding Rahim.

- b. Setelah peserta didik memahami materi tentang siklus menstruasi, siswa menyelesaikan tugas membuat grafik level hormon dalam siklus menstruasi. Tugas ini diselesaikan secara berkelompok. Oleh karena itu, sebelum menyelesaikan tugas ini, terlebih dahulu guru membagi siswa di kelas menjadi beberapa kelompok. Tujuan dari tugas ini adalah agar siswa mengetahui hormon-hormon yang bekerja pada saat menstruasi serta mengetahui grafik level hormon pada siklus menstruasi. Bagi sebagian peserta didik, tugas ini memang agak sulit untuk diselesaikan, tetapi hal tersebut dapat diatasi apabila siswa secara teliti membaca setiap tahapan petunjuk kerja yang diberikan. Oleh karena itu, guru sebaiknya mengingatkan peserta didik agar menyelesaikan tugas ini dengan teliti. Selain itu, guru juga hendaknya mengingatkan siswa agar bekerjasama dengan teman satu kelompoknya selama menyelesaikan tugas ini. Kedua hal tersebut juga dapat menunjang ketercapaian KI-2.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

#### Aktivitas 1.2 Membuat Grafik Level Hormon dalam Siklus Menstruasi



- c. Setelah selesai membuat grafik level hormon, peserta didik dapat membaca materi yang terdapat pada fitur “Tahukah Kamu”. Setelah membaca materi tersebut, peserta didik akan dapat mengetahui bahwa sisa metabolisme hormon LH (*luteinizing hormone*) pada urin dapat digunakan sebagai bahan uji untuk mengetahui waktu ovulasi.

## 6. Fertilisasi dan Kehamilan

- a. Sebelum mengajarkan tentang materi ini guru dapat mengingatkan peserta didik tentang materi menstruasi, yaitu tentang mengapa menstruasi dapat terjadi? Setelah memberikan pertanyaan tersebut, guru dapat memberikan pertanyaan kembali, “apa yang akan terjadi apabila sel telur yang terdapat pada *tuba fallopi* tidak dibuahi?”
- b. Setelah peserta didik dapat menjawab pertanyaan tersebut, guru dapat menugaskan peserta didik untuk membaca Buku Siswa pada bagian fertilisasi dan kehamilan. Agar peserta didik dapat dengan mudah memahami materi tersebut, guru dapat meminta peserta didik untuk mencermati Gambar 1.11 yang terdapat di Buku Siswa tentang skema proses fertilisasi dan implantasi. Melalui kegiatan tersebut, diharapkan siswa dapat memahami tentang proses fertilisasi dan implantasi hingga terjadi kehamilan
- c. Selanjutnya, peserta didik mempelajari tentang proses perkembangan janin selama masa kehamilan. Pada Buku Siswa, materi tersebut dipaparkan pada setiap trimester.
- d. Setelah mempelajari materi tersebut peserta didik ditugaskan untuk menjawab pertanyaan yang terdapat pada fitur “Ayo, Selesaikan”. Setelah menyelesaikan tugas ini, peserta didik akan dapat dapat memahami tentang fungsi air ketuban.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Pikirkan!

**Pertanyaan 1:** Mengapa cairan ketuban (amnion) dapat membantu proses kelahiran? Tulislah jawabanmu pada kolom di bawah ini. Kaitkan dengan gaya gesek antara bayi dan saluran reproduksi ibu.

**Jawaban:**

Air ketuban membantu proses kelahiran dengan berperan sebagai lubrikator atau pelicin agar bayi mudah untuk keluar.

**Pertanyaan 2:** Mengapa cairan ketuban berfungsi sebagai pendekripsi kelainan keturunan (genetik) pada janin. Coba kamu cari jawabannya di Internet atau di perpustakaan dengan kata kunci “Amniosentesis”, lalu tulislah informasi yang kamu peroleh pada kolom di bawah ini.

**Jawaban:**

Cairan amnion memiliki susunan materi genetik yang sama dengan susunan materi genetik janin, sehingga apabila terdeteksi kelainan susunan materi genetik pada amnion maka dapat disimpulkan terjadi kelainan susunan materi genetik pula pada janin.

- e. Selanjutnya, guru menugaskan peserta didik untuk mencari informasi tentang kandungan antibakteri yang terdapat pada air ketuban. Tugas tersebut tersaji pada fitur “Ayo, Kita Cari Tahu”. Apabila sebagian besar peserta didik mencari informasi melalui internet, hendaknya terlebih dahulu guru memberikan nasehat kepada peserta didik untuk memfokuskan pencarian informasinya pada materi yang dituju. Hal ini dimaksudkan agar peserta didik dapat dengan bijaksana memanfaatkan internet, sehingga tidak menggunakan media ini untuk mencari informasi yang bersifat negatif dan tidak bermanfaat, misalnya hal-hal yang bersifat porno dan lain-lain.
- f. Selanjutnya guru dapat membimbing peserta didik untuk membaca materi tentang proses kelahiran dan peristiwa bayi kembar yang terdapat pada fitur “Tahukah Kamu?”. Seperti sebelumnya apabila kegiatan ini tidak dapat dilakukan di kelas karena keterbatasan waktu, maka guru dapat menugaskan untuk dibaca di rumah. Pada materi tentang proses melahirkan, dipaparkan pula tentang kebesaran kuasa Tuhan yang telah mengatur proses kelahiran sedemikian rupa, serta dipaparkan tentang perjuangan ibu untuk melahirkan. Berkaitan dengan hal ini guru juga dapat mengingatkan untuk senantiasa berbakti kepada ibu yang telah bersusah payah berjuang untuk melahirkan. Dengan hal ini diharapkan agar peserta didik tidak bersikap durhaka kepada ibu, karena hal tersebut juga tidak dibenarkan oleh ajaran agama.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Cari Tahu

Berdasarkan penelitian terbaru, ternyata air ketuban juga mengandung anti bakteri. Kamu penasaran bukan? Kamu dapat mencari jawaban terkait masalah tersebut melalui internet, bertanya kepada orang yang ahli dibidangnya, maupun buku-buku di perpustakaan. Selamat mencari!

## Materi Bagian C. Kelainan dan Penyakit pada Sistem Reproduksi Manusia

Agar peserta didik dapat dengan mudah memahami materi ini, peserta didik mendapatkan tugas untuk melakukan studi lapangan tentang penyakit pada sistem reproduksi. Sebelum peserta didik melakukan studi lapangan, terlebih dahulu guru membimbing peserta didik untuk membentuk kelompok

yang terdiri dari 4-5 anak. Selanjutnya, setiap kelompok diharuskan untuk menyusun daftar pertanyaan yang akan ditanyakan kepada petugas kesehatan. Sebelum peserta didik berangkat menuju pusat-pusat kesehatan, guru hendaknya mengingatkan peserta didik agar bersikap sopan dan santun ketika melakukan wawancara dengan tugas kesehatan.

## Materi Bagian D. Upaya Pencegahan Penyakit pada Sistem Reproduksi Manusia

Pada bagian ini, peserta didik akan mempelajari tentang beberapa upaya yang dapat dilakukan oleh peserta didik untuk menjaga kesehatan organ reproduksinya dari beberapa penyakit yang terjadi pada sistem reproduksi.

## C. PENILAIAN DAN KISI-KISI PENCAPAIAN KOMPETENSI

### 1. Penilaian

Penilaian untuk mencapai indikator KI 1, KI 2, dan KI 4 dapat diamati selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian guru dapat merujuk pada Bagian Umum Bab 3 Penilaian Pembelajaran IPA. Penilaian KI 3 dapat dilihat pada kisi-kisi Pencapaian Kompetensi.

### 2. Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi

#### a. Kegiatan Siswa

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Organ-organ penyusun sistem reproduksi laki-laki		✓				
	Organ-organ penyusun sistem reproduksi perempuan		✓				
	Penyakit pada Sistem Reproduksi						✓
Ayo, Diskusikan	Level Hormon dalam Siklus Menstruasi						✓

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Cari Tahu	Fungsi beberapa zat yang dihasilkan oleh vesikula seminalis		✓				
	Antibakteri pada air ketuban		✓				
	Pembelahan meiosis untuk pembentukan sel kelamin			✓			
Ayo, Selesaikan	Fungsi cairan ketuban			✓			
Ayo, Kita Pikirkan	Pembelahan meiosis untuk pembentukan sel kelamin			✓			
	Manfaat berkhitan		✓				
	Bagian-bagian sperma		✓				
Ayo, Kita Kerjakan Proyek	Upaya pencegahan penyakit seksual						✓

### b. Uji Kompetensi

Indikator Butir Soal	Ranah Kognitif & No Soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Mengidentifikasi organ dan fungsi organ reproduksi pada laki-laki	A 1 , A 2 , A 4					
Mengidentifikasi organ dan fungsi organ reproduksi pada perempuan	B 2					
Menjelaskan proses spermatogenesis		A 2				
Menjelaskan proses oogenesis		A 5 , A 6				
Menjelaskan proses fertilisasi dan kehamilan	A 8		B 4		B 5	
Menjelaskan proses menstruasi	A 9					
Menyebutkan jenis dan fungsi hormon yang berperan pada proses menstruasi	A 7 , B 1					
Menjelaskan penyakit yang menyerang sistem reproduksi		A 10				

Indikator Butir Soal	Ranah Kognitif & No Soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Menganalisis upaya pencegahan penyakit dan kelainan pada sistem reproduksi manusia		B3				

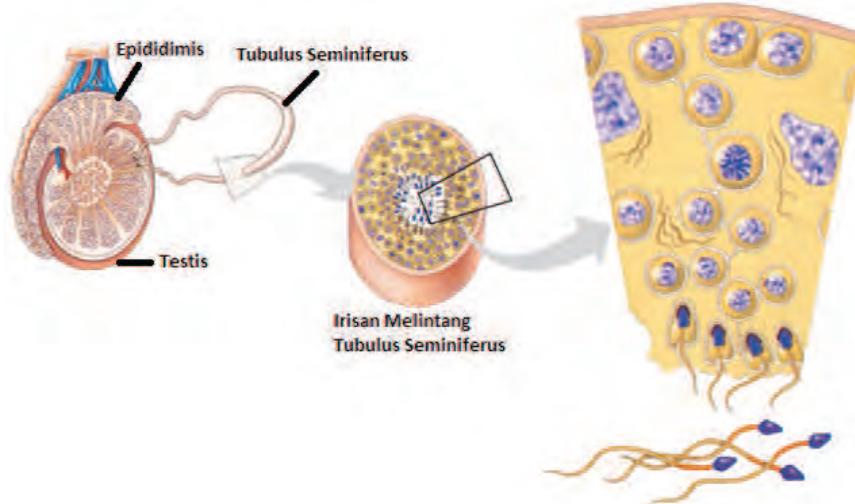
## D. MATERI PENGAYAAN

### Spermatogenesis dan Oogenesis

Sebelumnya kamu telah mempelajari tentang spermatogenesis dan oogenesis, pada bagian ini kamu akan mempelajari kembali materi tersebut agar kamu lebih memahami materi ini dengan lebih mendalam. Masih ingatkah kamu apa itu spermatogenesis dan oogenesis? Dimanakah terjadinya kedua peristiwa tersebut? Serta bagaimanakah peristiwa tersebut terjadi?

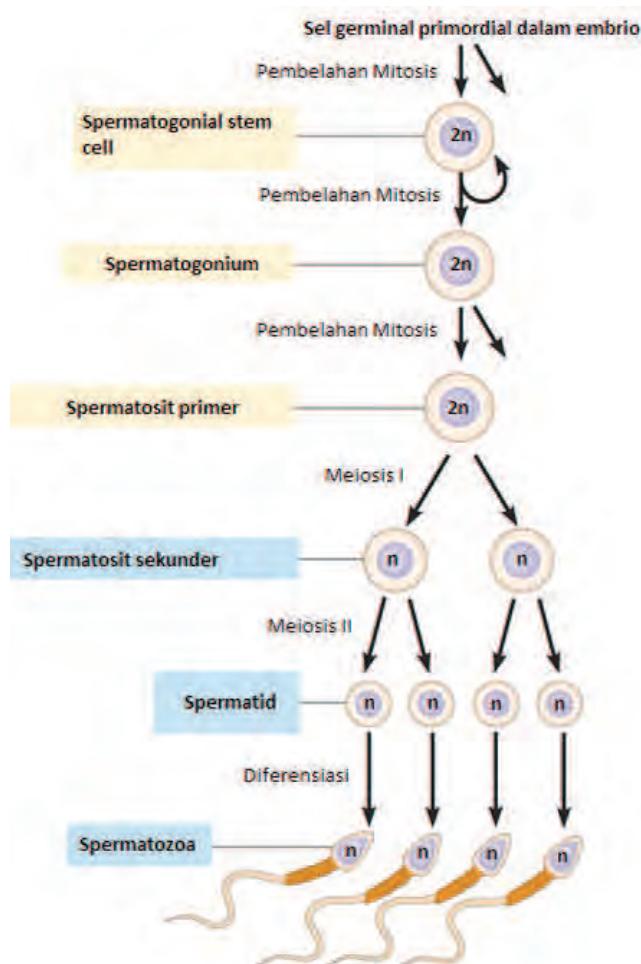
#### Spermatogenesis (Proses Pembentukan Sel Sperma)

Masih ingatkah kamu dimanakah proses pembentukan sperma terjadi? Proses pembentukan sperma terjadi di dalam tubulus seminiferus. Tubulus seminiferus merupakan sebuah saluran panjang yang menggulung atau berkelok-kelok. Kumpulan dari tubulus seminiferus ini membentuk tertis. Agar kamu lebih memahami struktur dari testis, perhatikan Gambar Potongan Melintang Tubulus Seminiferus!



Gambar Potongan Melintang Tubulus Seminiferus

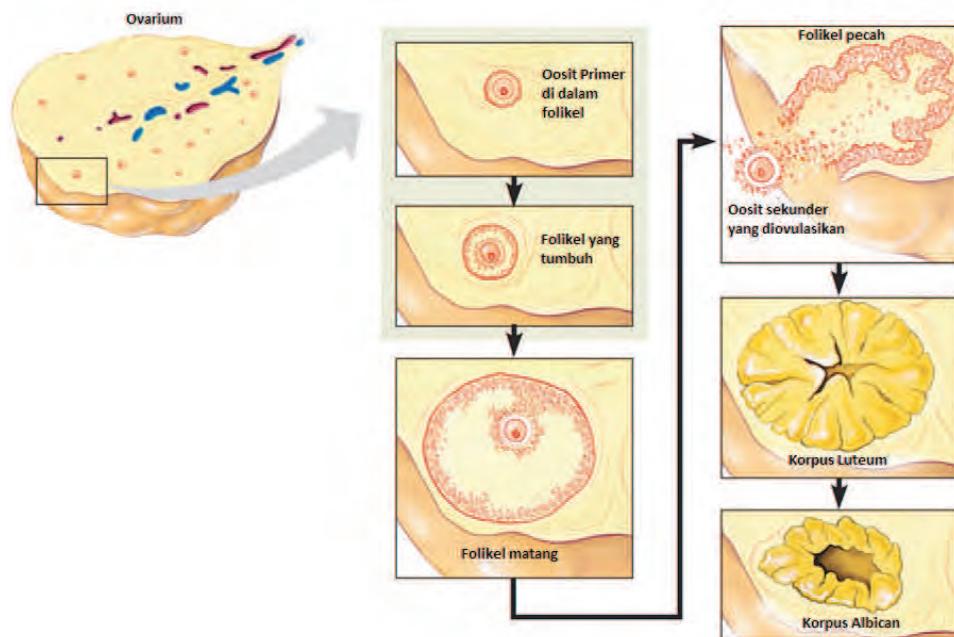
Nah, bagaimanakah proses spermatogenesis berlangsung? Berikut ini tahapannya. Proses spermatogenesis bermula dari sel-sel germinal awal atau sel primordial dalam embrio membelah secara mitosis dan mengalami diferensiasi (berkembang) sehingga membentuk spermatogonium yang bersifat diploid ( $2n$ ). Selanjutnya, sel spermatogonium membelah secara mitosis membentuk sel spermatosit primer yang juga bersifat diploid ( $2n$ ). Spermatosit primer membelah secara meiosis sehingga terbentuk dua sel spermatosit sekunder yang bersifat haploid ( $n$ ). Setiap sel spermatosit sekunder melanjutkan pembelahan meiosis membentuk dua sel spermatid yang bersifat haploid ( $n$ ). Selanjutnya, spermatid mengalami diferensiasi atau perkembangan menjadi spermatozoa (telah memiliki ekor). Spermatozoa ini bersifat haploid ( $n$ ). Agar kamu dapat dengan mudah memahaminya, perhatikan Gambar Tahapan Pembentukan Sperma



Gambar Tahapan Pembentukan Sperma

## Oogenesis (Proses Pembentukan Sel Telur/Ovum)

Bagaimanakah proses pembentukan sel telur? Samakah dengan proses pembentukan sperma? Ternyata proses pembentukan sel telur berbeda dengan proses pembentukan sperma. Oogenesis dimulai di dalam embrio perempuan (pada saat masih di dalam rahim). Oogenesis terjadi di dalam ovarium.

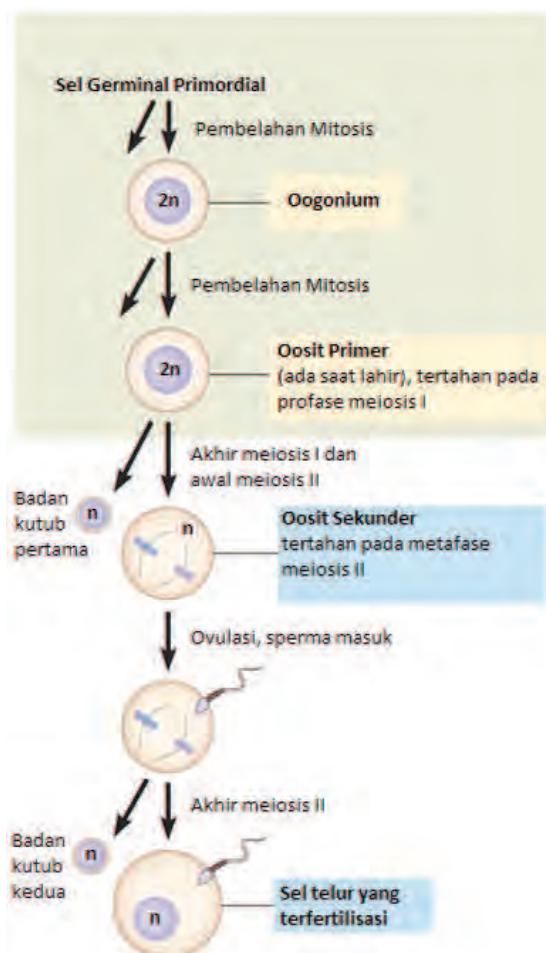


Gambar Ovarium

Tahapan oogenesis dimulai di dalam embrio perempuan dengan memproduksi oogonium dari sel germinal primordial. Selanjutnya, oogonium membelah secara mitosis untuk membentuk oosit primer. Selanjutnya, oosit primer mengalami pembelahan secara meiosis. Akan tetapi, pembelahan meiosis tersebut tidak selesai, melainkan berhenti pada tahap profase meiosis I. Pembelahan tersebut akan dilanjutkan pada saat seorang perempuan telah mengalami pubertas. Pada saat seorang perempuan mengalami pubertas, hormon FSH (*follicle stimulating hormone*) atau hormon perangsang folikel telah aktif berfungsi, sehingga secara periodik dapat merangsang folikel untuk melanjutkan pertumbuhan dan perkembangannya. Biasanya, hanya satu folikel yang matang penuh setiap bulan, dengan oosit primernya menyelesaikan tahap meiosis I.

Selanjutnya, pembelahan meiosis II dimulai untuk membentuk oosit sekunder. Akan tetapi, pembelahan meiosis II berhenti pada tahap metafase. Pada kondisi ini, oosit sekunder dilepaskan/diovulasikan saat folikelnya pecah. Tahukah kamu, kapankah pembelahan meiosis tersebut selesai?

Tahap pembelahan meiosis akan dilanjutkan apabila ada sperma yang menembus oosit sekunder (terjadi fertilisasi). Dengan demikian, hasil proses oogenesi adalah satu sel telur matang yang telah mengandung kepala sperma. Oleh karena itu, jangan heran apabila ada yang mendefinisikan fertilisasi adalah sebagai penyatuan nukleus haploid sperma dan oosit sekunder. Pada saat pembelahan meiosis untuk pembentukan oosit primer dan sekunder, selain dihasilkan oosit primer dan sekunder juga dihasilkan badan kutub yang bersifat non fungsional. Agar kamu dapat memahami proses oogenesi, perhatikan Gambar tahapan Pembentukan Sel Telur!



Gambar Tahapan Pembentukan Sel Telur

## E. INTERAKSI DENGAN ORANG TUA

Mengingat materi pada Bab 1 ini adalah materi yang mungkin bagi sebagian kalangan masih dianggap sebagai hal yang vulgar atau tabu untuk dibicarakan, maka sangat diharapkan selama siswa mempelajari materi ini orang tua senantiasa melakukan pendampingan. Meskipun demikian, penulis telah berupaya semaksimal mungkin untuk menyajikan materi ini senetral mungkin agar terhindar dari pornografi. Tujuan utama dari dilakukannya pendampingan adalah agar tidak terjadi kesalah pahaman dalam mempelajari materi ini. Selain itu, agar siswa tetap bisa memandang setiap materi yang tersaji pada bab ini dari sisi keilmuan bukan dari sisi pornografi.

## F. KUCI JAWABAN UJI KOMPETENSI

### 1. Pilihan Ganda

- |      |       |
|------|-------|
| 1. A | 6. C  |
| 2. C | 7. A  |
| 3. C | 8. C  |
| 4. D | 9. A  |
| 5. D | 10. C |

### 2. Uraian

- FSH yang dihasilkan oleh kelenjar pituitari memicu perkembangan folikel dalam ovarium. Folikel yang berkembang akan menghasilkan hormon estrogen lalu disusul dengan hormon progesteron. Estrogen dan progesteron akan memicu dinding rahim untuk menebal mempersiapkan melekatnya embrio jika sel telur dibuahi. Estrogen yang dihasilkan memicu dikeluarkannya hormon LH oleh kelenjar pituitari. Hormon LH meningkat secara mendadak dan memicu pengeluaran sel telur dari folikel yang telah matang (ovulasi). Setelah sel telur keluar folikel akan berubah menjadi korpus luteum. Sel telur yang diovulasikan akan bergerak menuju tuba falopii. Apabila tidak ada sel sperma yang membuatnya maka korpus luteum akan berhenti memproduksi estrogen dan progesteron. Rendahnya hormon estrogen dan progesteron menyebabkan rusaknya jaringan dinding rahim dan pecahnya pembuluh darah sehingga terjadilah menstruasi.
- Fungsi uterus adalah melindungi bayi yang tumbuh, selain itu mbruterus merupakan tempat tumbuhnya embrio.
- AIDS adalah penyakit yang disebabkan oleh virus HIV. Seseorang dapat tertular virus HIV apabila melakukan kontak dengan penderita

seperti berhubungan seksual dengan orang yang memiliki HIV/AIDS atau menerima transfusi darah dari orang yang memiliki HIV/AIDS. Intinya HIV/AIDS dapat menular apabila seseorang bersinggungan dengan cairan yang berasal dari tubuh penderita seperti air mani, darah, dan air liur. Aktivitas seperti berbicara, berjabat tangan, dan berpelukan tidak akan membuat HIV/AIDS menular. Cara pencegahan agar tidak tertular HIV/AIDS adalah hindari hubungan seks diluar nikah, hindari penggunaan jarum suntik secara bersama atau lebih dari satu kali pemakaian, melakukan hubungan badan hanya jika sudah menikah dan setia pada pasangan

4. Salah satu cara pencegahan polispermi adalah depolarisasi membran sel telur. Depolarisasi membran sel telur meliputi perubahan-perubahan potensial elektrik membran yang berlangsung dengan cepat, mungkin hanya beberapa detik segera setelah sperma memasuki telur. Seperti halnya dengan membran sel yang lain, membran sel telur dapat membangkitkan potensial membran yang berbeda yang disebut resting potensial membran. Pada telur yang telah dibuahi, resting potensial membrannya bermuatan negatif. Fusi tubulus akrosom sperma dengan membran plasmotelur menyebabkan membran plasma mengalami depolarisasi dengan cepat menyebabkan membrannya menjadi bermuatan positif, dan selama 2-3 detik potensial membran sel seluruhnya menjadi positif. Potensial membran yang positif menyebabkan sperma yang lain tidak dapat berfusi dengan membran plasma sel telur. Kejadian tersebut merupakan dasar penghambatan polispermi yang berlangsung dengan cepat.
5. Hormon FSH (*follicle stimulating hormone*) yang dihasilkan oleh kelenjar hipofisis merangsang pertumbuhan folikel. Folikel yang sedang tumbuh tersebut menghasilkan hormon estrogen yang berfungsi merangsang pertumbuhan endometrium (penebalan dinding rahim). Setelah terjadi ovulasi, korpus luteum akan menghasilkan hormone progesterone yang akan mempertahankan ketebalan dinding endometrium yang memungkinkan terjadinya implantasi. Setelah terjadi kehamilan dan terbentuk plasenta, plasenta ini selanjutnya akan menghasilkan HCG (*human chorionic gonadotrophin*) yang akan mempertahankan korpus luteum agar tidak berdegenerasi.

## G. KEGIATAN PROYEK

Tugas proyek ini dapat dilaksanakan oleh siswa selama ± dua minggu. Pada minggu pertama, peserta didik mencari informasi dari buku ensiklopedia, koran, majalah ataupun media massa yang lainnya baik media massa cetak ataupun elektronik tentang berbagai upaya pencegahan penyakit seksual. Kemudian, pada minggu kedua, peserta didik menyusun brosur. Selama pelaksanaan tugas proyek ini, peserta didik diharuskan untuk selalu melakukan konsultasi dengan guru. Berkaitan dengan cara penilaian proyek ini, guru dapat merujuk cara penilaian yang terdapat pada bagian umum dengan disesuaikan tugas peserta didik.

## **A. PENGANTAR**

Materi yang disajikan pada bab 2 ini adalah reproduksi tumbuhan dan hewan. Materi tersebut disajikan dalam tiga subbab, yaitu reproduksi tumbuhan, reproduksi hewan, kelangsungan hidup tumbuhan dan hewan. Bagian pertama yaitu reproduksi tumbuhan membahas reproduksi tumbuhan secara seksual dan aseksual. Pembahasan mencakup golongan tumbuhan *Spermatophyta* yang terbagi menjadi *Angiospermae* dan *Gymnospermae*, *Pteridophyta*, dan *Bryophyta*. Bagian kedua yaitu reproduksi hewan membahas reproduksi hewan secara aseksual dan seksual, metamorfosis yang terjadi pada hewan serta teknologi reproduksi pada hewan ternak. Bagian ketiga, yaitu tentang kelangsungan hidup organisme membahas adaptasi pada tumbuhan dan hewan serta seleksi alam. Materi ini diajarkan melalui kegiatan diskusi; menginvestigasi; menganalisis data; mencari informasi melalui media massa, media elektronik ataupun lingkungan sekitar; dan melakukan percobaan. Setelah mempelajari seluruh bagian yang terdapat pada bab 2, peserta didik menyelesaikan proyek. Proyek yang akan dikerjakan oleh peserta didik adalah melakukan percobaan perkembangbiakan vegetatif pada tumbuhan. Setelah melakukan pekerjaan proyek peserta didik diminta membuat suatu laporan dari kegiatan yang telah dilakukan.

### **1. Kompetensi Dasar**

- 3.2 Memahami reproduksi pada tumbuhan dan hewan, sifat keturunan, serta kelangsungan makhluk hidup.
- 4.2 Menyajikan karya hasil perkembangbiakan pada tumbuhan.

### **2. Indikator Pencapaian Kompetensi**

Indikator Pencapaian Kompetensi bab 2 tentang reproduksi pada hewan dan tumbuhan ini dikembangkan dengan mengacu pada KI dan KD yang tercantum pada lampiran Permen dikbud No 58 tahun 2014. Pada kegiatan pembelajaran di lapangan, guru dapat mengembangkan sendiri Indikator Pencapaian Kompetensi dengan disesuaikan pada kondisi peserta didik masing-masing. Berikut ini dipaparkan contoh Indikator Pencapaian Kompetensi yang dapat dijabarkan dari KD 3.2 dan KD 4.2.

- Menjelaskan reproduksi aseksual pada tumbuhan.
- Menjelaskan reproduksi seksual pada tumbuhan.
- Mengidentifikasi bagian tumbuhan yang berperan dalam proses reproduksi aseksual.
- Menyebutkan macam reproduksi aseksual pada tumbuhan.
- Menjelaskan perbedaan reproduksi seksual dan reproduksi aseksual pada tumbuhan.
- Mengidentifikasi alat reproduksi seksual pada tumbuhan.
- Menjelaskan proses penyerbukan.
- Menyebutkan macam-macam perantara penyerbukan.
- Menjelaskan proses pembuahan.
- Menjelaskan proses penyebaran biji.
- Menganalisis faktor yang berpengaruh terhadap perkembangan.
- Menyebutkan macam teknologi reproduksi pada tumbuhan.
- Menyebutkan macam reproduksi aseksual pada hewan.
- Memprediksi regenerasi dari Planaria.
- Menjelaskan penggolongan hewan berdasarkan perkembangan embrio pada reproduksi seksual.
- Membedakan metamorfosis sempurna dan metamorfosis tidak sempurna.
- Menjelaskan teknologi reproduksi pada hewan.
- Menjelaskan proses adaptasi pada makhluk hidup.
- Menjelaskan proses seleksi alam pada makhluk hidup.

### 3. Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab II tentang Reproduksi pada Tumbuhan dan Hewan diperkirakan memerlukan waktu 10 sampai 15 jam atau 4 sampai 6 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP).

### 4. Materi Esensial

- a. Tumbuhan dan hewan dapat melakukan reproduksi secara seksual dan aseksual.
- b. Reproduksi seksual adalah reproduksi yang melibatkan sel kelamin (sel sperma dan sel telur) serta melalui proses fertilisasi (peleburan inti sel sperma dan inti sel telur) untuk membentuk zigot. Zigot akan tumbuh dan berkembang menjadi individu baru. Reproduksi aseksual ialah reproduksi tanpa melalui proses fertilisasi. Reproduksi berlangsung dengan menggunakan potongan bagian tubuh hewan atau tumbuhan yang selanjutnya dapat tumbuh menjadi individu baru.
- c. Reproduksi aseksual pada tumbuhan adalah perbanyakan tumbuhan tanpa melewati proses fertilisasi dan menggunakan bagian tubuh

tumbuhan untuk menghasilkan tumbuhan baru. Reproduksi aseksual disebut juga reproduksi vegetatif.

- d. Tumbuhan *Angiospermae* bereproduksi secara aseksual alami dengan menggunakan rizoma, stolon, umbi lapis, umbi batang, tunas adventif daun, dan tunas. Reproduksi aseksual buatan dapat dilakukan melalui cangkok, merunduk, menyambung, menempel dan stek.
- e. Reproduksi seksual pada tumbuhan melibatkan sel kelamin berupa sel sperma yang dihasilkan dari perkembangan benang sari dan sel telur yang dihasilkan pada putik. Reproduksi seksual pada tumbuhan diawali dengan peristiwa penyerbukan. Setelah proses penyerbukan dilanjutkan dengan pembuahan atau fertilisasi membentuk zigot.
- f. Penyerbukan adalah peristiwa menempelnya serbuk sari atau polen ke kepala putik. Setelah peristiwa penyerbukan akan terjadi proses fertilisasi atau pembuahan yang membentuk zigot. Zigot akan berkembang menjadi embrio. Embrio akan berkembang menjadi biji.
- g. Jenis penyebaran biji berdasarkan perantaranya antara lain: anemogami, entomogami, ornitogami, kiropterogami, dan antropogami.
- h. Jenis penyebaran biji berdasarkan perantaranya antara lain: anemokori, hidrokori, zookori, dan antropokori.
- i. Perkecambahan adalah berakhirnya masa dormansi biji dan biji tumbuh menjadi individu baru. Perkecambahan biji dapat dipengaruhi oleh faktor luar diantaranya air.
- j. Tumbuhan *Angiospermae*, *Gymnospermae*, *Pteridophyta* (paku), dan *Bryophyta* (lumut) mengalami tahap sporofit dan tahap gametofit selama masa hidupnya. Tahap sporofit adalah tahap tumbuhan membentuk spora. Tahap gametofit adalah tahap tumbuhan membentuk sel gamet.
- k. Tahap Sporofit pada tumbuhan *Angiospermae* dimulai ketika biji tumbuh hingga menjadi tumbuhan dewasa yang menghasilkan bunga. Di dalam bunga terdapat sel-sel megaspora dan mikrospora. Tahap gametofit dimulai ketika sel-sel megaspora dan sel-sel mikrospora mengalami meiosis. Sel megaspora mengalami meiosis dan menghasilkan gametofit betina berupa kantung lembaga yang tersusun atas 7 sel dan 8 inti: 3 sel antipoda, 2 sel sinergid, 1 sel telur dan 1 sel kandung lembaga sekunder. Mikrospora mengalami meioses di dalam anthera atau kepala sari dan membentuk serbuk sari. Serbuk sari akan jatuh ke kepala putik dan membentuk buluh serbuk. Buluh serbuk akan berkembang diantaranya akan membentuk dua inti sel sperma.
- l. Reproduksi seksual pada tumbuhan *Gymnospermae* melalui penyerbukan dan pembuahan yang terjadi pada strobilus atau runjung. Reproduksi aseksual terjadi melalui tunas akar pada tumbuhan pinus

dan bulbil pada tanaman pakis haji. Tumbuhan *Gymnospermae* mengalami tahap sporofit dan tahap gametofit. Tahap sporofit terjadi saat tumbuhan menghasilkan spora dan tahap gametofit terjadi ketika tumbuhan menghasilkan sel gamet.

- m. Reproduksi seksual tumbuhan *Pterydhophyta* (paku) melalui fertilisasi gamet jantan dan gamet betina. Reproduksi aseksual tumbuhan paku melalui rizhma. Tumbuhan paku mengalami metagenesis atau pergiliran keturunan melalui tahap sporofit dan tahap gametofit. Tahap sporofit terjadi saat zigot tumbuhan paku mulai berkecambah kemudian tumbuh menjadi paku dewasa. Tumbuhan paku dewasa akan menghasilkan spora. Tahapan sporofit dimulai ketika zigot tumbuh hingga menjadi tumbuhan paku yang menghasilkan spora. Spora pada tumbuhan paku dapat diamati dengan jelas. Tahap gametofit dimulai ketika spora berkecambah menjadi protalium. Protalium membentuk Anteridium dan Arkegonium. Anteridium menghasilkan sel sperma dan arkegonium akan menghasilkan sel telur.
- n. Reproduksi seksual tumbuhan *Bryophyta* (lumut) melalui fertilisasi gamet jantan dan gamet betina. Reproduksi aseksual tumbuhan lumut dapat melalui gemmae atau kuncup serta fragmentasi. Pergiliran keturunan pada lumut melalui dua tahapan, yaitu sporofit dan gametofit. Tahap gametofit terjadi saat spora tumbuhan lumut berkecambah kemudian tumbuh menjadi lumut jantan dan lumut betina. Pada lumut jantan terdapat anteridium yang akan menghasilkan sel sperma. Pada lumut betina terdapat arkegonium yang akan menghasilkan sel telur. Sel sperma terbawa aliran air menuju arkegonium dan akan terjadi fertilisasi. Zigot hasil fertilisasi akan membentuk spora. Tahapan zigot berkembang dan membentuk sporogonium yang akan menghasilkan spora inilah yang merupakan tahap sporofit.
- o. Teknologi reproduksi pada tumbuhan meliputi vertikultur, hidroponik, dan kultur jaringan tumbuhan.
- p. Hewan dapat melakukan reproduksi aseksual melalui tunas, fragmentasi, dan partenogenesis.
- q. Hewan yang bereproduksi secara seksual. Berdasarkan perkembangan embrio setelah proses fertilisasi, hewan dibagi menjadi hewan vivipar, ovipar dan ovovivipar. Hewan yang tergolong vivipar ialah hewan yang embrionya berkembang di dalam tubuh induk. Setelah embrio cukup umur, embrio akan dilahirkan oleh induk. Embrio hewan ovipar berkembang di dalam telur dan setelah cukup umur, telur akan menetas dan individu baru keluar dari telur. Hewan ovovivipar embrio berkembang di dalam telur yang berada di dalam tubuh induk dan apabila embrio telah cukup umur, maka embrio akan menetas dan keluar dari tubuh induk, sehingga seolah-olah dilahirkan oleh induknya.

- r. Teknologi reproduksi pada hewan ialah melalui inseminasi buatan.
- s. Beberapa hewan dapat mengalami tahap reproduksi seksual dan tahap reproduksi aseksual dalam satu kali siklus hidup. Misalnya pada ubur-ubur.
- t. Beberapa hewan dapat mengalami metamorfosis atau perubahan struktur tubuh tiap tahap pertumbuhan dan perkembangannya. Metamorfosis dapat digolongkan menjadi metamorfosis sempurna dan metamorfosis tidak sempurna.
- u. Upaya hewan dan tumbuhan untuk menjaga kelangsungan hidupnya selain melalui reproduksi juga melalui peristiwa adaptasi dan seleksi alam.

## B. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Guru dapat menerapkan pembelajaran *Group Investigation (GI)*, *Creative Problem Solving (CPS)*, *Problem Based Learning (PBL)*, *Inquiry*, *Discovery Learning*, ataupun *Problem Based Learning (PBL)* yang prosesnya berbasis *scientific approach* pada pembelajaran bab 2 tentang reproduksi pada tumbuhan dan hewan.

### Materi Bagian A. Reproduksi Tumbuhan

#### 1. Reproduksi Tumbuhan *Angiospermae*

- a. Guru mengawali kegiatan pembelajaran dengan mengajak peserta didik untuk merenungi kekuasaan Tuhan Yang Maha Kuasa yang telah menciptakan berbagai macam makhluk hidup di bumi serta khususnya pada alam Indonesia beserta air dan oksigen yang menunjang kehidupan makhluk hidup yang telah diciptakan-Nya. Selanjutnya, guru mengajak peserta didik untuk menjaga lingkungan yang telah diciptakan oleh Tuhan sebagai salah satu bentuk ungkapan rasa syukur.

Di awal pertemuan, guru dapat meminta peserta didik untuk melakukan **Aktivitas 2.1** bersamaan dengan aktivitas ‘Ayo, Kita Kerjakan Proyek’

- b. Selanjutnya, guru mengaitkan kegiatan pembelajaran dengan materi pada bab 1 yaitu sistem reproduksi manusia tentang istilah yang ada pada bagian tersebut misalnya fertilisasi dan sel gamet. Guru mengajak peserta didik mengingat kembali bagaimana cara hewan dan tumbuhan bereproduksi, misalnya “Ingatkah kamu bagaimana sapi menghasilkan

keturunan? Bagaimana cara tanaman singkong ditanam?"

- c. Guru mengajak peserta didik untuk mengingat pengelompokan tumbuhan, yaitu *Spermatophyta*, *Pterydophyta* dan *Bryophyta* seperti yang telah dipelajari di kelas 7. Guru menjelaskan pada peserta didik bahwa pada Bab 2 tentang reproduksi pada tumbuhan dan hewan akan dibahas reproduksi seksual dan aseksual pada masing-masing kelompok tumbuhan. Guru dapat bertanya kepada peserta didik tentang apa perbedaan reproduksi seksual dan reproduksi aseksual.
- d. Guru mengajak peserta didik melakukan kegiatan ‘Ayo, Kita Diskusikan’ tentang reproduksi aseksual pada tumbuhan *Angiospermae* agar peserta didik lebih mengenal cara reproduksi aseksual pada tumbuhan. Sebelumnya guru dapat bertanya pada peserta didik, “Manakah bagian tubuh tumbuhan yang digunakan sebagai alat reproduksi seksual?”. Pertanyaan tersebut dapat mendorong peserta didik untuk mengetahui organ reproduksi aseksual tumbuhan. Selanjutnya Guru dapat menjelaskan kepada peserta didik tentang sifat keturunan reproduksi aseksual. Guru memberikan petunjuk pada peserta didik untuk dapat menentukan tumbuhan apa saja yang melakukan reproduksi secara aseksual. Untuk menunjang tercapainya KI-2, guru mengingatkan peserta didik agar aktif berdiskusi.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

**Tabel 1.1** Reproduksi Aseksual pada Tumbuhan

No.	Jenis Tumbuhan	Bagian Tumbuhan yang Ditanam				Buatan	Alami
		Daun	Batang	Akar	Umbi		
1.	Pisang		✓				✓
2.	Bawang merah				✓		✓
3.	Mawar		✓			✓	✓
4.	Cocor bebek	✓				✓	✓
5.	Lidah mertua		✓			✓	✓
6.	Ubi jalar		✓		✓	✓	✓

### Penjelasan

Reproduksi aseksual dapat terjadi melalui perkembangan batang, daun, akar, dan umbi. Tumbuhan yang berkembang biak dengan daun secara alami adalah cocor bebek. Reproduksi aseksual menggunakan daun secara buatan adalah tumbuhan lidah mertua. Reproduksi melalui batang secara alami dapat dijumpai pada tumbuhan pisang, jahe, temulawak, lidah mertua, lidah

buaya, dan bambu. Reproduksi melalui batang secara buatan dapat dijumpai ada singkong, mawar, krisan, rumput, tebu dan lain sebagainya. Kentang dan ubi jalar dapat berkembang biak dengan menggunakan umbi batang. Bawang merah dapat berkembang biak dengan umbi lapis.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

1. Tumbuhan yang dapat bereproduksi dengan bantuan manusia adalah mawar, tebu, krisan, mangga, singkong dan lain sebagainya.
2. Jahe, temulawak, serai, rumput, cocor bebek, ubi jalar, kentang, bawang merah dan lain sebagainya.
3. Karena adanya sel meristem, yaitu sel yang memiliki kemampuan untuk tumbuh dan berkembang menjadi berbagai jenis sel penyusun jaringan dan organ tumbuhan.
4. Rumusan Kesimpulan:

Organ tumbuhan berupa batang, daun, dan umbi dapat digunakan sebagai alat reproduksi. Reproduksi tumbuhan secara aseksual dapat terjadi secara alami maupun juga terjadi karena bantuan manusia.

- e. Guru memberikan pertanyaan kepada peserta didik tentang istilah yang digunakan untuk menyebutkan macam reproduksi aseksual pada tumbuhan berdasarkan hasil kegiatan diskusi, misalnya dengan pertanyaan berikut.
  - 1) Dikenal dengan istilah apakah perkembangbiakan pisang menggunakan batang?
  - 2) Tahukah kamu, apa istilah yang digunakan untuk menyebut perkembangbiakan cocor bebek menggunakan daun?  
Berdasarkan pertanyaan tersebut guru dapat menegaskan konsep ataupun pengertian perkembangbiakan aseksual alami pada tumbuhan.
- f. Setelah peserta didik mengetahui macam reproduksi aseksual alami, guru dapat memunculkan suatu fenomena bahwa terdapat pohon jeruk yang masih muda tetapi dapat menghasilkan jeruk dalam jumlah banyak dan memiliki rasa manis. Guru dapat mencontohkan keberadaan satu tanaman *Bougenvilla* di suatu taman yang memiliki berbagai macam warna bunga. Guru mengajak peserta didik untuk memikirkan bagaimana cara untuk dapat memperoleh tanaman-tanaman tersebut.

- g. Selanjutnya guru mengarahkan peserta didik untuk menyelesaikan Aktivitas 2.1 Menyelidiki Reproduksi pada Beberapa Tumbuhan yang telah ditugaskan pada peserta didik sebelumnya. Guru dapat mengarahkan peserta didik untuk merumuskan variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. Guru dapat mendorong peserta didik untuk dapat merumuskan hipotesis. Guru dapat menugaskan peserta didik untuk membuat suatu laporan sederhana berkaitan dengan Aktivitas 2.1 untuk memberikan pemahaman kepada peserta didik bahwa reproduksi aseksual alami pada tumbuhan dapat dibantu oleh manusia.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

#### Aktivitas 2.1 Menyelidiki Reproduksi pada Beberapa Tumbuhan

**Tabel 2.2** Data Hasil Pengamatan Menyelidiki Reproduksi pada Beberapa Tanaman

Jenis Tanaman	Coleus			Cocor Bebek			Begonia			Bawang Merah		
Bagian Tanaman	A	B	D	A	B	D	A	B	D	A	B	D
Hari Ke-												
2											✓	
4											✓	
6											✓	
8	✓				✓		✓				✓	
10	✓				✓	✓	✓				✓	
12	✓				✓	✓	✓				✓	
14	✓				✓	✓	✓				✓	

#### Alternatif Jawaban Diskusi

1. Begonia
2. Bawang merah, Begonia dan Coleus
3. Cocor bebek
4. Semua tanaman dapat tumbuh, hanya saja waktu yang diperlukan masing-masing tanaman untuk tumbuh tidak sama
5. Reproduksi aseksual pada tumbuhan dapat dilakukan dengan bantuan manusia. Reproduksi aseksual tanaman Begonia dapat melalui batang dan akar, pada iler (*Coleus*) dapat melalui batang, pada cocor bebek dapat melalui daun dan pada bawang merah melalui batang.

- h. Guru mengajak peserta didik mempelajari apa yang dapat manusia lakukan untuk mengembangbiakkan tanaman. Guru dapat menampilkan gambar cangkok, stek, menempel, dan menyambung agar peserta didik lebih paham tentang reproduksi aseksual buatan. Guru menugaskan peserta didik untuk melakukan Aktivitas ‘Ayo Kita Cari Tahu’ tentang manfaat reproduksi aseksual tumbuhan bagi manusia.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Cari Tahu

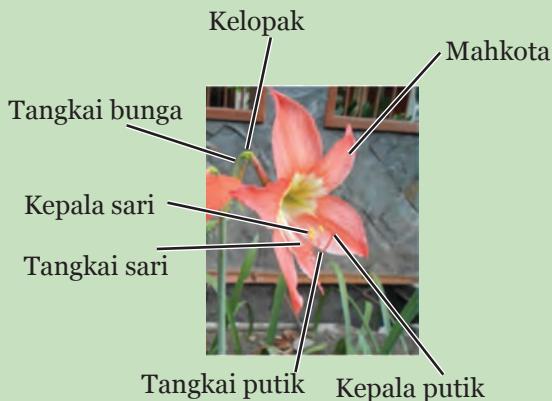
Keuntungan memanfaatkan reproduksi aseksual pada tanaman adalah dihasilkannya sifat tanaman baru yang sama dengan sifat induk, tanaman akan cepat menghasilkan buah, dari satu indukan dapat dihasilkan banyak tumbuhan baru dengan sifat yang sama dengan induk.

- i. Setelah peserta didik mempelajari berbagai macam reproduksi aseksual pada tumbuhan *Angiospermae*, selanjutnya guru mengajak peserta didik mempelajari reproduksi seksual pada tumbuhan *Angiospermae*. Guru dapat mengingatkan peserta didik bahwa pada reproduksi seksual, diperlukan sel gamet untuk membentuk zigot yang akan berkembang menjadi embrio. Guru dapat bertanya kepada peserta didik, di manakah dihasilkan sel kelamin pada tumbuhan? Selanjutnya, peserta didik diminta membentuk kelompok untuk melakukan Aktivitas 2.2 Mengidentifikasi struktur bunga. Tiap kelompok terdiri dari 3-4 orang peserta didik. Guru membagi tugas, setiap kelompok mengamati 1 jenis bunga. Untuk menunjang ketercapaian KI-2, guru mengingatkan peserta didik untuk mengidentifikasi dengan cermat dan teliti.



## Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

### Aktivitas 2.2 Mengidentifikasi Struktur Bunga



Sumber: Dokumen Kemdikbud

**Gambar 2.1** Bunga dan keterangannya

Bagian betina dari bunga disebut putik (1), yang terdiri atas kepala putik (2), tangkai putik(3), bakal biji (4), dan bakal buah (5). Bagian bunga no. 6 adalah kelopak, dan bagian bunga no. 7 adalah tangkai bunga. Bagian jantan pada bunga disebut benang sari (8) terdiri atas tangkai sari (9) dan kepala sari (10). Bagian yang berwarna dan menarik disebut mahkota (11).

### Alternatif Jawaban Diskusi

#### 1. **Tabel 2.3** Fungsi Bagian Bunga

No.	Bagian Bunga	Fungsi
1	Benang sari	Menghasilkan serbuk sari untuk perkembangbiakan
2	Putik	Terdapat ovum dan bakal biji untuk perkembangbiakan
3	Mahkota	Perhiasan bunga untuk menarik perhatian serangga atau hewan lain
4	Kelopak	Pelindung mahkota bunga ketika bunga masih kuncup
5	Tangkai bunga	Penopang bunga dan penghubung antara bunga dengan tanaman

2. Bagian bunga yang digunakan untuk berkembang biak secara seksual adalah putik dan benang sari
3. Alat kelamin bunga berupa putik dan benang sari. Putik merupakan alat kelamin betina dan benang sari merupakan alat kelamin jantan.

- j. Setelah selesai melakukan percobaan, guru meminta perwakilan kelompok peserta didik melakukan presentasi hasil pengamatan. Setiap jenis bunga diwakili oleh 1 kelompok. Selanjutnya guru membimbing peserta didik untuk menyimpulkan bahwa bagian bunga yang berperan dalam perkembangbiakan adalah putik dan benang sari.
- k. Guru mengenalkan tentang proses penyerbukan pada bunga. Selanjutnya guru membimbing peserta didik untuk berkelompok melakukan Aktivitas 2.3 Mengenali Cara Penyerbukan Bunga. Guru dapat mengingatkan peserta didik untuk aktif bekerjasama dengan teman untuk melakukan Aktivitas ini.



#### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

#### Aktivitas 2.3 Mengidentifikasi Struktur Bunga

**Tabel 2.4** Data Hasil Pengamatan Penyerbukan Bunga

No.	Nama Tumbuhan	Karakteristik Bunga	Pembantu Penyerbukan
1	Bunga matahari	Warna mahkota: kuning cerah Ukuran mahkota: besar Keberadaan madu: memiliki madu, Bentuk serbuk sari: serbuk sari berbentuk bubuk dan mudah menempel	Lebah
2	Rumput ilalang	Warna Mahkota bunga: Bunga tidak bermahkota dan tidak berwarna. Ukuran bunga: kecil dan ringan, tangkai panjang	Angin
3	Bunga cangkring	Warna mahkota: Mahkota berwarna cerah Keberadaan madu: memiliki madu	Burung
4	Bunga melati	Warna mahkota: mahkota putih cerah, Keberadaan madu: memiliki madu dan berbau harum.	Serangga, seperti semut

## Jawaban Diskusi

1. Penyerbukan dapat diperantarai hewan berupa serangga, semut, burung.
2. Tumbuhan membutuhkan perantara untuk melakukan penyerbukan. beberapa tumbuhan seolah dapat melakukan penyerbukan dengan sendirinya, tetapi faktor abiotik seperti angin tetap mempengaruhi terjadinya penyerbukan.
3. Penyerbukan pada tumbuhan dapat dibantu oleh angin, serangga, dst.

1. Guru mengenalkan pada peserta didik istilah perantara dalam penyerbukan seperti penyerbukan dengan perantara angin maka disebut anemogami, dst. Guru dapat mengenalkan pada peserta didik ciri yang dimiliki bunga seperti warna bunga yang cerah, bau yang dikeluarkan oleh bunga merupakan salah satu ciri yang dapat digunakan sebagai indikator cara penyerbukan bunga yang diperantarai serangga.
- m. Guru dapat mengajak peserta didik berdiskusi tentang apa yang terjadi pada serbuk sari setelah proses penyerbukan. Guru dapat menampilkan gambar tentang pembuahan pada tumbuhan lalu menjelaskan pada peserta didik proses pembuahan pada tumbuhan.
- n. Setelah peserta didik dapat memahami materi pembuahan, guru dapat menugaskan peserta didik untuk mengerjakan ‘Ayo, Kita Cari Tahu’ tentang faktor yang mempengaruhi gerak serbuk sari.
- o. Sebelum memasuki materi penyebaran biji, guru dapat menegaskan bahwa embrio akan berkembang menjadi biji. Biji selanjutnya dapat tersebar dan tumbuh menjadi tumbuhan baru. Agar peserta didik mengetahui berbagai macam perantara penyebaran biji, guru dapat meminta peserta didik mengerjakan fitur ‘Ayo, Kita Selesaikan’ tentang Penyebaran Biji.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

**Tabel 2.5** Cara Penyebaran Biji

Nama Tumbuhan	Cara penyebaran biji
Kapuk	Dibantu oleh angin
Padi	Dibantu oleh manusia
Kopi	Dibantu oleh hewan

- p. Selanjutnya guru dapat memperkenalkan istilah perantara penyebaran biji kepada peserta didik, misalnya penyebaran biji yang dibantu oleh angin disebut dengan anemokori.
- q. Mengawali materi perkecambahan, guru dapat meminta peserta didik melakukan kegiatan ‘Ayo, Kita Pikirkan’ tentang faktor yang mempengaruhi perkecambahan. Guru dapat mengajak peserta didik untuk teliti mengamati gambar yang terdapat pada Tabel 2.6.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

Tabel 2.6 Perkecambahan

No.	Gambar			Keterangan
	Hari ke-0	Hari ke-3	Hari ke 6	
1				Biji tidak tumbuh
2				Biji berukuran lebih besar tetapi tidak berkecambah
3				Biji tumbuh dan berkembang membentuk daun, akar dan batang

### Alternatif Jawaban

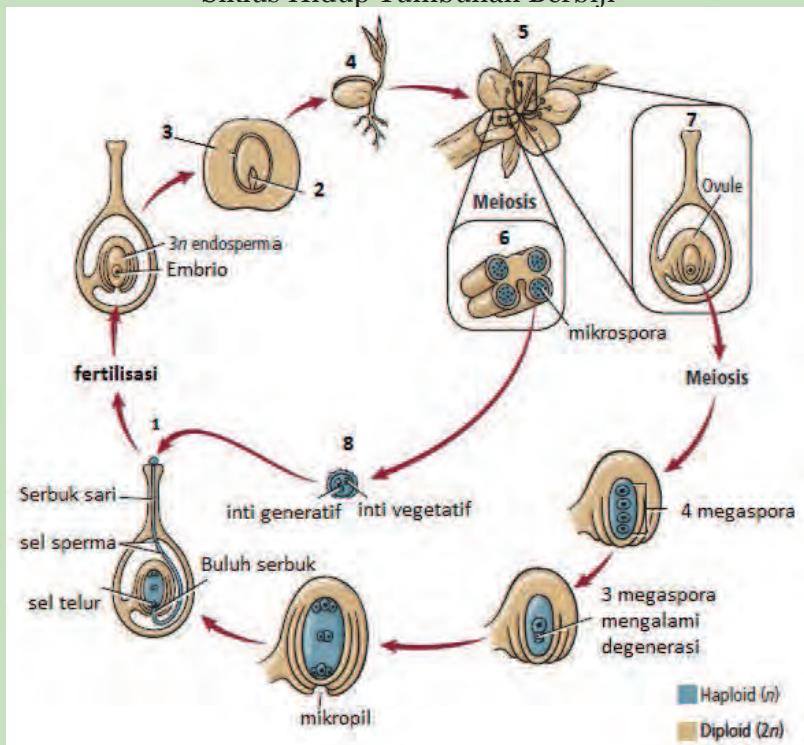
1. Biji dapat tumbuh baik pada keadaan cukup air (tidak berlebih)
2. Karena biji membutuhkan oksigen untuk melakukan pernapasan menghasilkan energi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan biji.
3. Keadaan cukup air. Faktor lain yang juga berpengaruh terhadap perkecambahan adalah kelembaban, cahaya dan temperatur.
4. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan biji adalah air.

- r. Guru dapat menjelaskan pada peserta didik setelah biji dapat berkecambah, biji menjadi tumbuhan baru. Selanjutnya guru dapat mengajak peserta didik mengerjakan bersama-sama kegiatan ‘Ayo, Kita Selesaikan’ tentang siklus hidup tumbuhan berbiji. Guru dapat mengingatkan peserta didik tentang materi-materi yang telah dipelajari, misalnya tentang penyerbukan, dst.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

Siklus Hidup Tumbuhan Berbiji



Sumber: Biggs, dkk., 2008

**Gambar 2.2** Siklus hidup tumbuhan *Angiospermae*

Keterangan:

- |  |  |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>Proses penyerbukan</li> <li>Struktur biji</li> <li>Struktur buah</li> <li>Proses perkecambahan</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>Struktur bunga</li> <li>Struktur benang sari</li> <li>Struktur putik</li> <li>Struktur serbuk sari</li> </ol> |
|--|--|

- s. Guru dapat memberikan penjelasan tentang siklus hidup tumbuhan *Angiospermae* melalui suatu gambar atau tayangan. Selanjutnya, Guru menjelaskan sifat keturunan yang dihasilkan melalui reproduksi seksual. Keturunan yang dihasilkan dari reproduksi seksual memiliki sifat yang bervariasi, dapat memiliki sifat yang sama dengan induk, ataupun gabungan dari sifat induk jantan dan induk betina.
- t. Guru dapat mengakhiri pembelajaran tentang reproduksi pada Tumbuhan *Angiospermae* dengan meminta peserta didik menyusun suatu kesimpulan. Guru dapat mengajak peserta didik mensyukuri kekuasaan Tuhan Yang Maha Kuasa atas karunianya berupa kemampuan reproduksi pada tumbuhan *Angiospermae*, sehingga tumbuhan yang sangat bermanfaat bagi manusia ini tidak mudah punah.

## 2. Reproduksi pada Tumbuhan *Gymnospermae*

- a. Guru mengawali pembelajaran dengan mengingatkan peserta didik tentang makanan melinjo, “Pernahkah kalian memakan emping melinjo?” atau dengan bahasa daerah masing-masing yang mudah dikenali oleh peserta didik. Guru juga dapat memberi contoh tumbuhan *Gymnospermae* lain kepada peserta didik, misalnya pinus atau pakis haji. Guru juga menunjukkan gambar tumbuhan tersebut, atau menunjukkan pohonnya langsung kepada peserta didik jika ada di lingkungan sekolah. Selanjutnya guru dapat bertanya kepada peserta didik, “Apakah tumbuhan tersebut memiliki bunga?”, “Bagaimana cara reproduksi tumbuhan tersebut?”, atau “Apakah tumbuhan tersebut memiliki cara yang sama dengan tumbuhan *Angiospermae*? ”
- b. Guru dapat mengajak peserta didik berdiskusi dan memberikan penjelasan pada peserta didik bahwa tumbuhan *Gymnospermae* memiliki alat reproduksi seksual berupa strobilus atau runjung jantan dan betina, proses penyerbukan dan pembuahan. Guru juga dapat meminta peserta didik mengerjakan kegiatan ‘Ayo, Kita Pikirkan’ tentang Penyerbukan dan Penyebaran Biji Tumbuhan *Gymnospermae*.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Pikirkan!

Sayap pada serbuk sari digunakan untuk membantu serbuk sari mencapai ovum dan bakal biji karena pada *Gymnospermae* strobilus jantan dan strobilus betina tidak terletak berdekatan. Biji bersayap juga digunakan untuk melakukan pemencaran biji dengan bantuan angin. Penyerbukan pada *Gymnospermae* tergolong anemogami dan penyebaran bijinya tergolong anemokori.

- c. Membelajarkan materi reproduksi aseksual tumbuhan *Gymnospermae*, Guru dapat menampilkan gambar bulbil pada tanaman pakis haji atau pun tunas akar pada pinus.
- d. Setelah mempelajari reproduksi tumbuhan *Gymnospermae* secara seksual dan aseksual, peserta didik dapat diminta mendiskusikan kegiatan pada fitur ‘Ayo, Kita Selesaikan’ tentang siklus hidup tumbuhan *Gymnospermae* secara berkelompok.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

1. Tahap gametofit adalah saat tumbuhan *Gymnospermae* berada pada nomor 7-9
2. Berikut merupakan perkembangan tahap sporofit:
  - Nomor 1 → terjadi fertilisasi atau pembuahan dan zigot mengalami perkembangan menjadi embrio
  - nomor 2 → embrio tumbuh menjadi biji bersayap dan biji melakukan penyebaran
  - nomor 3 → biji berkecambah jika biji berada di tempat yang sesuai untuk pematahan dormansi biji.
  - nomor 4 → tanaman *Gymnospermae* tumbuh dewasa dan menghasilkan strobilus jantan dan strobilus betina.
  - nomor 5 → strobilus menghasilkan megasporangium dan mikrosporangium yang nantinya akan mengalami meiosis membentuk sel kelamin.

- e. Guru dapat mengakhiri pembelajaran tentang reproduksi tumbuhan *Gymnopermae* dengan meminta peserta didik menyimpulkan materi yang telah dipelajari serta mengajak peserta didik untuk menyebutkan apa saja peranan tumbuhan *Gymnospermae* bagi manusia.

### 3. Reproduksi pada Tumbuhan *Pterydophyta* (Paku)

- a. Guru dapat mengawali pembelajaran dengan menampilkan gambar atau menunjukkan bahan amatan dari tumbuhan paku, seperti paku ekor kuda, pakis, *Pteris*, atau paku tanduk rusa. Selanjutnya Guru dapat bertanya kepada peserta didik, “Apakah kamu pernah menjumpai tumbuhan demikian?”. Guru dapat menjelaskan bahwa tumbuhan tersebut merupakan kelompok tumbuhan *Pterydophyta* atau tumbuhan paku. Selanjutnya Guru dapat bertanya, “Pernahkah kamu menjumpai tumbuhan paku berbunga?”, “Bagaimana cara kelompok tumbuhan paku berkembangbiak?”
- b. Guru dapat menugaskan peserta didik berkelompok 3 hingga 5 orang untuk mengerjakan Aktivitas 2.4. Mengamati Struktur Tumbuhan Paku. Ketercapaian KI-2 dapat ditunjang dengan mengingatkan peserta didik agar menyelesaikan tugas ini dengan cermat dan teliti dalam melakukan pengamatan.



**Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan**

#### Aktivitas 2.4 Mengamati Struktur Tumbuhan Paku

**Tabel 2.7** Hasil Pengamatan Struktur Daun Tumbuhan Paku

No.	Bagian tumbuhan pakis	Gambar	Deskripsi
1	Pakis muda		Ujungnya melengkung

2	Permukaan atas daun pakis		Halus dan berlapis kutikula
3	Permukaan bawah daun pakis		Memiliki benjolan ataupun bagian yang menghitam yang berisi spora

- c. Setelah peserta didik selesai melakukan pengamatan, perwakilan peserta didik dapat melakukan presentasi hasil pengamatan kepada peserta didik lain di depan kelas.
- d. Guru dapat menjelaskan pada peserta didik bahwa pada bagian bawah daun beberapa tumbuhan paku adalah kotak spora yang berisi spora. Spora dapat tersebar dan jika lingkungan sesuai akan dapat berkembang menjadi tumbuhan paku yang baru.
- e. Reproduksi aseksual pada tumbuhan paku dapat dijelaskan oleh Guru kepada peserta didik, yaitu dengan menggunakan rhizoma.
- f. Selanjutnya Guru dapat meminta peserta didik mengamati gambar siklus hidup tumbuhan paku. Peserta didik dapat diajak untuk mengidentifikasi tahap gametofit dan sporofit tumbuhan paku. Guru dapat menekankan pada peserta didik bahwa tumbuhan paku juga mengalami metagenesis atau pergiliran keturunan dan melalui tahap gametofit dan sporofit.
- g. Pada akhir pembahasan materi reproduksi tumbuhan paku, peserta didik dapat diajak untuk mensyukuri kekuasaan Tuhan Yang Maha Kuasa, yang melengkapi tumbuhan paku dengan spora yang dapat digunakan sebagai alat perkembangbiakan meskipun pada tumbuhan paku tidak memiliki bunga.

#### **4. Reproduksi pada Tumbuhan *Bryophyta* (Lumut)**

- a. Guru dapat meminta peserta didik mengamati gambar lumut ataupun mengingatkan peserta didik terhadap materi lumut yang telah dipelajari pada kelas 7.
- b. Guru dapat meminta peserta didik mengamati gambar siklus hidup tumbuhan lumut. Guru dapat mengajak peserta didik berdiskusi tentang reproduksi seksual yang terjadi pada tumbuhan lumut. Reproduksi seksual tumbuhan lumut melibatkan sel kelamin yang dihasilkan pada tahapan saat lumut berada pada tahap protonema. Zicot akan tumbuh dan berkembang menjadi tumbuhan lumut yang menghasilkan spora. Guru dapat menuntun peserta didik untuk memahami materi tentang siklus hidup tumbuhan lumut dengan mengajak peserta didik memahami istilah seperti spora, sporogonium, sorus, rizoid, protonema dst. Guru dapat menampilkan gambar yang lebih besar untuk membantu menyamakan persepsi peserta didik.
- c. Guru dapat menugaskan peserta didik untuk membuat bagan siklus hidup tumbuhan lumut.
- d. Peserta didik dapat diajak berdiskusi untuk mempelajari reproduksi aseksual pada lumut. Guru dapat bertanya, “Apakah tumbuhan lumut hanya dapat bereproduksi secara seksual?”, “Apakah tumbuhan lumut dapat bereproduksi secara aseksual?”, “Bagaimana cara tumbuhan lumut bereproduksi secara aseksual?”. Guru dapat membantu peserta didik mengetahui alat perkembangbiakan lumut secara aseksual dengan menampilkan gambar gemmae lumut ataupun membawa contoh lumut.

#### **5. Teknologi Reproduksi pada Tumbuhan**

- a. Guru dapat memberikan teknologi reproduksi pada tumbuhan dengan menampilkan tayangan berbagai macam teknologi reproduksi pada tumbuhan. Peserta didik dapat diminta untuk menganalisis manfaat atau kelebihan dan kekurangan dari masing-masing teknologi reproduksi pada tumbuhan.

### **Materi Bagian B. Reproduksi Hewan**

#### **1. Reproduksi Aseksual pada Hewan**

- a. Guru mengingatkan peserta didik akan kekayaan alam Indonesia yang memiliki berbagai macam jenis hewan. Guru dapat mengajak peserta didik untuk mensyukuri nikmat Tuhan atas kekayaan alam yang diberikan Tuhan pada bumi Indonesia. Selanjutnya Guru dapat bertanya pada peserta didik, “Mungkinkah ikan yang setiap hari ditangkap mengalami kepunahan?”, “Bagaimana cara ikan maupun hewan lain

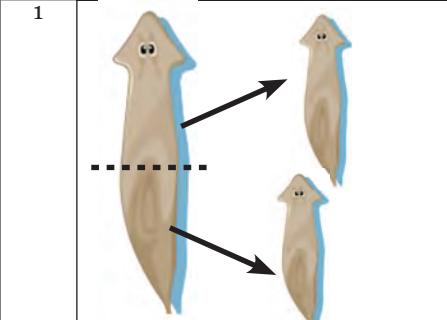
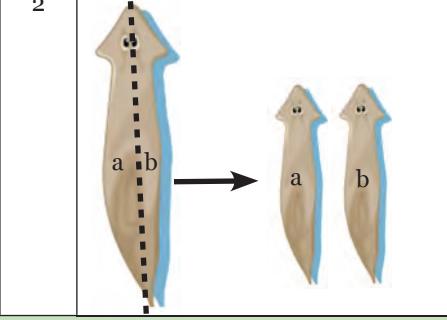
menjaga kelestariannya?"

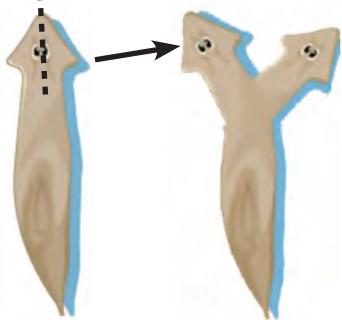
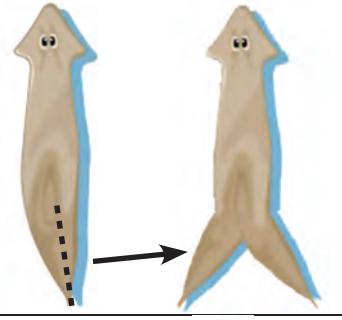
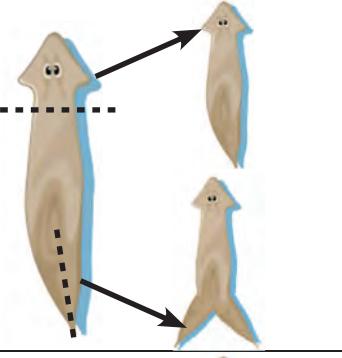
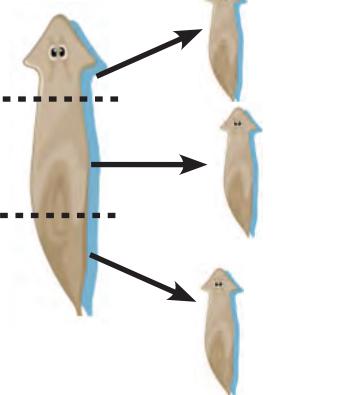
- Guru dapat mengingatkan peserta didik bahwa seperti halnya tumbuhan, hewan juga dapat bereproduksi secara seksual dan aseksual. Ditekankan bahwa reproduksi aseksual menggunakan potongan bagian tubuh untuk menghasilkan keturunan atau individu baru. Selanjutnya peserta didik diajak berdiskusi tentang macam-macam reproduksi aseksual pada hewan.
- Peserta didik ditugaskan untuk mendiskusikan tentang Fragmentasi dan Regenerasi pada *Planaria* dengan teman sebangku agar lebih memahami mekanisme reproduksi aseksual pada hewan.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

**Tabel 2.8** Fragmentasi dan Regenerasi *Planaria*

No.	Gambar	Pertanyaan
1		Apa yang akan terjadi bila <i>Planaria</i> dipotong pada bagian tengah tubuh (melintang)? Jawab: <i>Potongan tubuh Planaria akan membentuk bagian tubuh yang hilang, Potongan bagian kepala Planaria akan membentuk ekor dan potongan bagian ekor Planaria akan membentuk kepala.</i>
2		Apa yang akan terjadi jika <i>Planaria</i> dipotong pada bagian tengah tubuh secara membujur? Jawab: <i>Potongan tubuh Planaria bagian a akan membentuk kepala dan ekor bagian sisi tubuhnya yang terpotong. Begitu pula dengan potongan tubuh b</i>

No.	Gambar	Pertanyaan
3		<p>Apa yang akan terjadi pada bagian tubuh jika bagian kepala saja yang dibelah?</p> <p>Jawab:</p> <p><i>Planaria akan meregenerasi potongan kepalamnya dan akan terbentuk dua kepala Planaria</i></p>
4		<p>Apa yang akan terjadi jika <i>Planaria</i> dipotong pada bagian ekor secara membujur?</p> <p>Jawab:</p> <p><i>Planaria akan meregenerasi ekornya dan akan terbentuk dua ekor</i></p>
5		<p>Apa yang akan terjadi jika <i>Planaria</i> dipotong pada bagian tubuh di dekat "kepala" ?</p> <p>Jawab:</p> <p><i>Potongan tubuh Planaria bagian kepala akan membentuk ekor baru dan potongan tubuh bagian ekor akan membentuk kepala serta membentuk dua ekor</i></p>
6		<p>Apa yang akan terjadi bila <i>Planaria</i> dipotong menjadi tiga bagian, yaitu bagian "kepala", bagian tengah dan ekor?</p> <p>Jawab:</p> <p><i>Potongan tubuh Planaria bagian kepala akan membentuk ekor. Potongan tubuh Planaria bagian tengah akan membentuk kepala dan ekor dan potongan tubuh Planaria bagian ekor akan membentuk kepala.</i></p>

No.	Gambar	Pertanyaan
7		<p>Apa yang akan terjadi jika <i>Planaria</i> dipotong pada bagian tubuh dekat “kepala” dengan bentuk T?</p> <p>Jawab:</p> <p><i>Potongan tubuh bagian kepala akan membentuk ekor. Potongan bagian ekor akan membentuk dua kepala</i></p>

- d. Guru mengawali pembelajaran reproduksi seksual pada hewan dengan meminta peserta didik mengerjakan kegiatan ‘Ayo, Kita Selesaikan’ tentang cara reproduksi hewan secara alami.



#### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

Bertelur	Beranak	Bertelur dan Beranak
Semut Kecoa Cicak Cendrawasih Merak Hijau Elang Bintang Laut	Babi Kerbau Anoa Harimau Banteng Kuda Badak Bercula Satu Paus	Kadal Ular

#### Alternatif kesimpulan yang dapat dirumuskan

Hewan dapat berkembangbiak secara seksual dengan cara beranak, bertelur, bertelur dan beranak.

- e. Setelah peserta didik menyelesaikan kegiatan tersebut, Guru dapat meminta peserta didik menjelaskan proses perkembangbiakan secara seksual. Selanjutnya peserta didik diminta menyebutkan macam cara hewan berkembangbiak secara seksual. Guru dapat menekankan bahwa

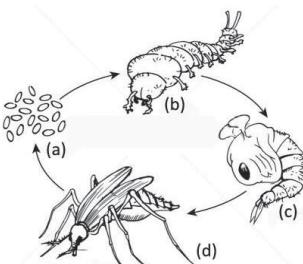
setelah proses fertilisasi, zigot berkembang menjadi embrio. Pada beberapa hewan embrio akan tumbuh di rahim betina induk hingga siap dilahirkan menjadi individu baru. Berdasarkan cara perkembangan embrionya hewan tersebut dikategorikan sebagai hewan vivipar, ovipar dan ovovivipar. Sebagai tambahan informasi bagi peserta didik, Guru dapat menugaskan peserta didik untuk membaca informasi yang terdapat pada fitur ‘Tahukah kamu?’

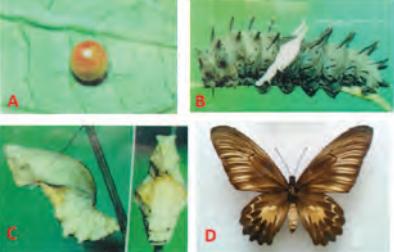
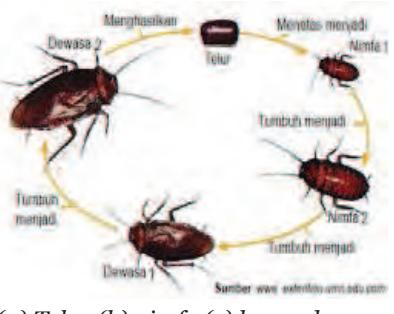
- f. Memasuki materi selanjutnya, yaitu siklus hidup hewan, Guru dapat mengingatkan pada peserta didik bahwa seperti halnya tumbuhan, hewan juga memiliki siklus hidup. Guru dapat mencontohkan adanya hewan yang dalam satu siklusnya mengalami reproduksi secara seksual dan aseksual, misalnya pada ubur-ubur. Guru juga dapat menjelaskan bahwa terdapat beberapa hewan yang mengalami perubahan bentuk tubuh selama pertumbuhan dan perkembangan menuju dewasa, misalnya katak. Guru meminta peserta didik menyelesaikan permasalahan yang terdapat pada ‘Ayo, Kita Selesaikan’ tentang Metamorfosis agar peserta didik lebih paham tentang materi ini.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

**Tabel 2.10** Tahapan Metamorfosis Hewan

No.	Gambar Hewan dan Tahap Pertumbuhan dan Perkembangannya	Keterangan
1.	 <p>(a) Telur (b) Larva (c) Pupa (d) Nyamuk</p>	<p>Metamorfosis pada nyamuk tergolong metamorfosis sempurna karena mulai dari telur sampai menjadi individu dewasa yang sempurna, mengalami perubahan bentuk tubuh</p>

No.	Gambar Hewan dan Tahap Pertumbuhan dan Perkembangannya	Keterangan
2	 <p>(a) Telur (b) nimfa (c) belalang</p>	<p>a) Apa saja tahapan metamorfosis yang terjadi pada belalang? <b>Telur-nimfa-belalang</b></p> <p>b) Apakah pada belalang mengalami perubahan bentuk tubuh, struktur tubuh dan fungsi organ tubuh selama tahap metamorfosis? <b>Iya, hanya sedikit yang berubah. Nimfa akan mengalami perubahan dengan memiliki sayap</b></p> <p>c) Apakah metamorfosis pada belalang dapat dikatakan metamorfosis sempurna? <b>Tidak, karena pada pertumbuhannya mulai dari telur hingga menjadi belalang dewasa tidak mengalami banyak perubahan bentuk tubuh</b></p>
3	 <p>Telur → ulat → kepompong → kupu-kupu</p>	<p>a) Metamorfosis pada kupu-kupu termasuk ke dalam tipe metamorfosis sempurna</p>
4	 <p>(a) Telur (b) nimfa (c) kecoa dewasa</p>	<p>a) Metamorfosis pada Kecoa termasuk ke dalam tipe metamorfosis <b>tidak sempurna</b></p>

### **Alternatif Jawaban Diskusi**

1. Tahap metamorfosis sempurna pada nyamuk ialah telur—larva—pupa—nyamuk
2. Pada metamorfosis sempurna perubahan bentuk tubuh tampak nyata dan jelas perbedaanya. Pada metamorfosis sempurna sebelum dewasa melalui tahap ulat dan pupa sedangkan pada metamorfosis tidak sempurna sebelum mencapai dewasa telur yang menetas melalui tahap nimpa

### **Alternatif Kesimpulan**

1. Metamorfosis adalah perubahan bentuk tubuh tiap tahap pertumbuhan dan perkembangannya
2. Metamorfosis dapat berupa metamorfosis sempurna dan metamorfosis tidak sempurna

- g. Setelah memahami materi reproduksi pada hewan, Guru meminta peserta didik untuk mengajukan pertanyaan atau Guru yang mengajukan pertanyaan yang berkaitan dengan kuasa Tuhan melengkapi makhluk-Nya dengan kemampuan bereproduksi agar dapat mempertahankan kelangsungan hidup. Tujuannya adalah agar peserta didik lebih mensyukuri dan mengagumi ciptaan Tuhan
- h. Guru dapat mengajak peserta didik untuk melukiskan pendalamannya materi terkait dengan pengendalian hidup melalui kegiatan ‘Ayo, Kita Pahami’.
- i. Guru mengenalkan peserta didik tentang teknologi reproduksi pada hewan melalui inseminasi buatan. Peserta didik dapat diminta mengajukan pertanyaan tentang teknologi reproduksi pada hewan.

## **Materi Bagian C. Kelangsungan Hidup Organisme**

### **1. Adaptasi Pada Makhluk Hidup**

- a. Guru dapat membelajarkan materi adaptasi pada tumbuhan dengan meminta peserta didik untuk membuat karya tulis atau presentasi menggunakan power point, gambar, atau media lainnya.

### **2. Seleksi Alam**

- a. Guru membimbing peserta didik untuk memasuki materi seleksi alam. Secara berkelompok peserta didik dibimbing melakukan Aktivitas 2.16 Kamuflase Biji-bijian.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

#### Aktivitas 2.5 Kamuflase Biji-bijian

Biji yang memiliki warna mirip dengan warna alas ataupun warna lingkungan rerumputan biasanya akan sedikit terambil. Biji dengan warna yang kontras akan banyak terambil.

- b. Peserta didik diminta melakukan presentasi hasil Aktivitas 2.16 dan mendiskusikan sebab-sebab biji dapat banyak terambil ataupun biji hanya sedikit terambil.

## C. PENILAIAN DAN KISI-KISI PENCAPAIAN KOMPETENSI

### 1. Penilaian

Penilaian untuk mencapai indikator KI 1, KI 2, dan KI 4 dapat diamati selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian guru dapat merujuk pada Bagian Umum Bab 3. Penilaian Pembelajaran IPA. Penilaian KI 3 dapat dilihat pada kisi-kisi Pencapaian Kompetensi.

### 2. Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi

#### a. Kegiatan Peserta Didik

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Menyelidiki Reproduksi pada beberapa tumbuhan		1, 2, 3, 4		5	Hipotesis	
	Mengidentifikasi struktur bunga	✓	1	2	3		
	Mengenali Cara Penyerbukan bunga	1		2	3		
	Mengamati struktur daun tumbuhan paku	✓					

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Adaptasi tumbuhan air dan gurun	1, 4	5 6	2, 3			
	Kamuflase biji-bijian	1	2		3	Hipotesis	
Ayo, Selesaikan	Penyerbukan		4, 5	1, 2, 3			
	Penyebaran biji			✓			
	Siklus hidup tumbuhan berbiji	1, 2, 3, 4, 5, 6					
	Siklus hidup <i>Gymnospermae</i>	1	2				
	Cara reproduksi hewan secara deksual			✓			
	Metamorfosis	2	3, 4, 1,		5		
Ayo, Diskusikan	Reproduksi Aseksual pada yumahan	1, 2			3		
	Fragmentasi dan regenerasi <i>Planaria</i>		✓	7			
Ayo, Kita Cari Tahu	Manfaat reproduksi vegetatif buatan bagi manusia		✓				
	Faktor yang mempengaruhi gerak serbusk sari			✓			
	Teknologi reproduksi pada tumbuhan		✓				
Ayo, Kita Pikirkan	Penyerbukan			✓			
	Faktor yang mempengaruhi perkecambahan	1	2, 3		4		
	Penyerbukan dan penyebaran biji <i>Gymnospermae</i>		✓				

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo Kita Kerjakan Proyek	Stek	1					
	Mengembangi kentang			✓			

## b. Uji Kompetensi

Indikator Butir Soal	Ranah Kognitif/Jumlah Soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Menentukan sifat keturunan hasil reproduksi	A1					
Mengelompokkan perkembangbiakan vegetatif buatan	A2					
Menganalisis penyebutan pada jenis tanaman yang berbeda		A3				
Menentukan urutan tahap perkecambahan		A4				
Menganalisis faktor yang dibutuhkan pada perkecambahan					A5	
Menjelaskan proses fertilisasi		A6				
Menjelaskan fungsi pengendalian biologis		A7				
Perkecambahan					A8	
Menentukan tahapan metamorfosis	A9					
Menjelaskan cadangan makanan pada embrio	A10					
Mengusulkan cara menyelidiki cara menentukan jenis suatu tumbuhan						B1
Menjelaskan cara perkembangbiakan secara seksual		B2				
Menganalisis perbedaan hasil reproduksi secara seksual dan aseksual			B3			
Menganalisis upaya pengendalian biologis pada tahapan metamorfosis serangga			B4			

Indikator Butir Soal	Ranah Kognitif/Jumlah Soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Menganalisis perkembangan embrio ayam			B5			

## D. MATERI PENGAYAAN

### Teknologi Reproduksi

#### 1. Hidroponik

Hidroponik merupakan suatu cara penanaman tumbuhan dengan menggunakan larutan nutrisi dan mineral dalam air dan tanpa menggunakan tanah. Tanaman darat khususnya sayuran seperti paprika, tomat, timun, melon, terong, selada dapat ditumbuhkan secara langsung dalam wadah yang berisi nutrisi atau dengan ditambah medium yang tak larut dalam air, misalnya kerikil, arang, sekam, spons, serbuk kayu, wool sintetik, dan lain sebagainya. Ilmuwan menemukan bahwa tumbuhan menyerap nutrisi yang penting dalam bentuk ion-ion yang terlarut dalam air.

Dalam kondisi alami, tanah sebenarnya berfungsi sebagai tempat penyimpan nutrisi, sedangkan tanahnya sendiri tidak diserap oleh tumbuhan. Jadi ketika nutrisi yang dibutuhkan tumbuhan telah disediakan dengan cara dilarutkan dalam air secara buatan, maka tanah sudah tidak lagi dibutuhkan bagi tumbuhan untuk tumbuh subur. Keuntungan menggunakan teknik hidroponik ini yaitu:

- Tidak memerlukan tanah
- Air yang berada dalam instalasi alat dapat digunakan kembali, sehingga membutuhkan sedikit air.
- Nutrisi dapat dikendalikan, sehingga menghemat penggunaan pupuk
- Tidak ada pencemaran lingkungan akibat pupuk
- Mudah dalam memanen hasil tanam
- Mudah dalam menanggulangi hama dan penyakit.

#### 2. Vertikultur

Vertikultur adalah teknik budidaya tanaman dengan cara membuat instalasi secara bertingkat (vertikal) dengan tujuan untuk meningkatkan jumlah tanaman. Teknik budidaya ini merupakan konsep penghijauan yang cocok untuk daerah perkotaan dan lahan terbatas. Media dalam penanaman menggunakan vertikultur dapat menggunakan tanah atau dengan menggunakan air (dipadukan dengan hidroponik). Selain meningkatkan jumlah tanaman, teknik ini akan merangsang seseorang untuk menciptakan kreasi dalam menjaga keanekaragaman hayati di lingkungan tempat tinggal sehingga

menciptakan suasana alami yang menyenangkan, serta memperoleh hasil panenan yang sehat dan berkualitas. Struktur penanaman secara vertikal, dapat memudahkan kita dalam membuat dan memeliharanya.

Model, bahan, ukuran, dan wadah dalam teknik vertikultur sangat beragam dan dapat disesuaikan dengan kondisi dan keinginan. Pada umumnya adalah berbentuk persegi panjang, segi tiga, atau dibentuk mirip anak tangga, atau sejumlah rak. Bahan dapat berupa bambu atau pipa paralon, kaleng bekas, bahkan lembaran karung beras pun bisa, karena salah satu filosofi dari vertikultur adalah memanfaatkan benda-benda bekas di sekitar kita. Tanaman yang akan ditanam dengan teknik ini sebaiknya disesuaikan dengan kebutuhan dan memiliki nilai ekonomis tinggi, berumur pendek, dan berakar pendek. Tanaman sayuran yang sering dibudidayakan secara vertikultur antara lain selada, kangkung, bayam, kemangi, tomat, pare, kacang panjang, mentimun dan tanaman sayuran daun lainnya.

### 3. Kultur Jaringan Tumbuhan

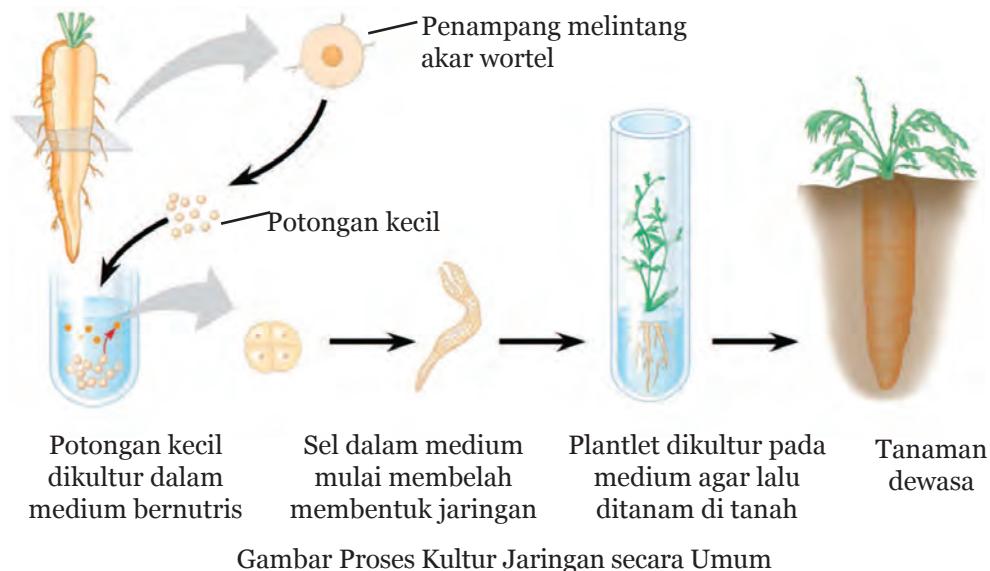
Kultur jaringan adalah suatu metode perbanyakan tumbuhan dengan cara mengambil suatu bagian dari tanaman, seperti sel atau sekelompok sel, jaringan, atau organ, kemudian menumbuhkannya dalam kondisi steril pada medium yang mengandung nutrisi dan zat pengatur tumbuh (hormon) sehingga bagian tersebut dapat memperbanyak diri dan berkembang menjadi tanaman yang memiliki organ yang lengkap yaitu akar, batang, dan daun. Semua jenis tumbuhan dapat dibiakkan menggunakan metode ini, namun masing-masing membutuhkan perlakuan khusus agar dapat tumbuh dan berkembang dengan baik.



Gambar Tanaman Hasil Kultur Jaringan Tumbuhan

Perbanyakan tanaman menggunakan metode memiliki beberapa keuntungan bila dibandingkan dengan metode tradisional, yaitu tanaman hasil kultur bebas dari penyakit, waktu pertumbuhan dan perbanyakan tumbuhan relatif lebih singkat, dapat menghasilkan keturunan dalam jumlah yang sangat banyak, tidak membutuhkan lahan yang luas, dan tidak tergantung musim. Untuk menghasilkan tanaman hasil kultur yang baik dan bebas dari penyakit, bagian tumbuhan yang akan dipilih untuk dikulturbiasanya di-

ambil dari bagian meristem tanaman, baik meristem pucuk atau meristem ketiak. Pemilihan jaringan ini dilakukan karena jaringan meristem memiliki daya regenerasi (kemampuan tumbuh) yang sangat tinggi dan sangat kecil kemungkinan terinfeksi penyakit. Pelaksanaan metode kultur jaringan ini secara umum meliputi persiapan medium tanam yaitu berupa medium agar ditambah nutrisi tertentu, persiapan eksplan atau bahan tanaman, penanaman bahan tanam pada medium, penumbuhan bahan tanam, serta aklimatisasi atau proses adaptasi dengan lingkungan alami. Proses kultur jaringan secara umum dapat dilihat pada gambar berikut.



#### 4. Inseminasi Buatan (Kawin Suntik)

Kawin suntik atau dikenal dengan istilah inseminasi buatan (IB) adalah pemasukan sperma (semen) dari sapi jantan yang unggul kedalam saluran reproduksi sapi betina dengan bantuan manusia. Inseminasi buatan ini dilakukan dengan cara memasukkan sperma (semen) yang telah dibekukan dengan menggunakan alat semacam suntikan. Inseminasi buatan memiliki beberapa manfaat, antara lain:

- Efisiensi waktu

Sebelum dikenal teknologi ini, peternak sapi harus mencari sapi penjantan yang unggul untuk mengawini sapi betina. Namun, dengan inseminasi buatan, peternak sapi cukup mamanggil inseminator (orang yang menyediakan jasa inseminasi buatan) dan pemilik sapi dapat menentukan jenis bibit sperma (semen) yang mereka inginkan.

- Efisiensi biaya.

Dengan inseminasi buatan peternak sapi cukup memelihara sapi betina, tidak perlu memelihara sapi penjantan, sehingga biaya yang dikeluarkan dapat dikurangi.

- Memperbaiki kualitas anak sapi

Dengan inseminasi buatan, sapi jenis lokal dapat menghasilkan anak sapi yang unggul. Karena babit sperma (semen) yang dimasukkan dapat berasal dari sapi-sapi unggulan, bahkan dari sapi-sapi luar negeri

## E. INTERAKSI DENGAN ORANG TUA

Orang tua dapat terlibat dalam membantu peserta didik mencari bahan amatan maupun menjawab berbagai Aktivitas.

## G. KUNCI JAWABAN UJI KOMPETENSI

### 1. Pilihan Ganda

1	B	6	B
2	C	7	B
3	D	8	B
4	B	9	C
5	A	10	C

### 2. Uraian

1. Untuk membuktikan manakah pendapat yang benar maka biji dapat ditumbuhkan dan ditunggu hingga menghasilkan paprika.
2. Secara seksual tumbuhan berkembang biak dengan menggunakan sel kelamin jantan dan betina yang dihasilkan pada bunga. Diawali dengan peristiwa penyerbukan lalu pembuahan atau fertilisasi. Proses menempelnya serbuk sari ke kepala putik disebut penyerbukan (polinasi). Pada saat terjadi penyerbukan di dalam serbuk sari sudah terdapat sel tabung dan sel generatif. Setelah serbuk sari melekat pada kepala putik (stigma) yang sesuai (berasal dari tumbuhan yang berkerabat dekat atau sejenis), maka serbuk sari akan menyerap air dan berkecambah membentuk buluh serbuk sari. Buluh serbuk sari tumbuh dan memanjang bergerak menuju bakal buah melalui tangkai

putik. Selama pertumbuhan, inti sel generatif membelah menjadi dua membentuk dua sel sperma. Selanjutnya inti sel sperma membuat sel telur (ovum) membentuk zigot (calon individu baru), dan inti sel sperma yang lain membuat inti kandung lembaga sekunder membentuk endosperm atau cadangan makanan. Zigot yang terbentuk akan berkembang menjadi biji. biji hasil perkembangbiakan secara seksual dapat tumbuh jika berada pada tempat yang sesuai untuk perkecambahan.

3. Tanaman yang ditanam dari hasil cangkok akan memiliki sifat yang sama dengan induk. Pada mangga yang ditanam dari biji dapat memiliki sifat yang bervariasi dan tidak dapat dipastikan memiliki sifat yang sama dengan satu induk. Sifat dari induk jantan dan betina dapat muncul pada tumbuhan baru yang ditanam dari biji. Tanaman yang ditanam dengan menggunakan stek dapat berbuah lebih cepat.
4. Andi dapat melakukan pemutusan siklus hidup nyamuk dengan memberikan suatu zat kimia ke dalam air sehingga telur yang dihasilkan oleh nyamuk tidak berkembang serta membunuh jentik-jentik nyamuk (larva nyamuk) yang ada di air
5. Ayam petelur tidak dihasilkan melalui proses fertilisasi tetapi karena diberi zat kimia tertentu sehingga dapat menghasilkan telur. Oleh karenanya telur yang dihasilkan tidak mengandung embrio dan bila dierami tidak akan menetas.

## H. KEGIATAN PROYEK

Disediakan dua macam kegiatan proyek. Kegiatan proyek I tentang perkembangbiakan vegetatif pada tanaman kentang dan kegiatan proyek II tentang perkembangan vegetatif buatan. Guru dapat meminta peserta didik membentuk kelompok dalam mengerjakan kegiatan proyek. Guru dapat memilih salah satu kegiatan proyek yang dikerjakan. Dapat pula Guru meminta sebagian kelompok peserta didik melakukan proyek I dan sebagian kelompok lain melakukan kegiatan proyek II.

Tugas proyek ini dapat dilaksanakan oleh peserta didik selama ± 5 minggu. Pada minggu pertama, peserta didik dapat mulai melakukan penanaman. Pada minggu kedua hingga minggu kelima peserta didik dapat melaksanakan pengamatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Selama pelaksanaan tugas proyek ini, peserta didik diharuskan untuk selalu melakukan konsultasi dengan Guru.

## A. PENGANTAR

Materi yang disajikan pada bab 3 ini adalah kependudukan dan lingkungan. Materi tersebut disajikan dalam dua sub bab, yaitu Dinamika Penduduk dan Dampak Peningkatan Jumlah Penduduk terhadap Masalah Lingkungan. Subbab Dinamika Penduduk membahas tentang pengertian dinamika penduduk serta faktor-faktor yang mempengaruhi dinamika penduduk, yaitu kelahiran (natalitas), kematian (mortalitas), dan perpindahan penduduk (migrasi). Subbab Dampak Peningkatan Jumlah Penduduk terhadap Masalah Lingkungan membahas tentang beberapa masalah lingkungan yang muncul karena peningkatan jumlah penduduk, yaitu penurunan kualitas lingkungan akibat limbah dan sampah, berkurangnya ketersediaan air bersih, berkurangnya ketersediaan udara bersih, dan berkurangnya ketersediaan ruang dan lahan pertanian. Materi ini diajarkan melalui kegiatan diskusi; menganalisis data; mencari informasi melalui media massa, media elektronik ataupun lingkungan sekitar; dan melakukan percobaan sederhana. Setelah mempelajari seluruh bagian yang terdapat pada bab 3, peserta didik menyelesaikan proyek. Proyek yang akan dikerjakan oleh peserta didik adalah membuat sebuah tulisan tentang permasalahan yang muncul di lingkungan yang disebabkan oleh peningkatan jumlah penduduk. Selain memaparkan permasalahannya, peserta didik juga diminta untuk menuliskan solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut.

### 1. Kompetensi Dasar

- 3.3. Mendeskripsikan penyebab perkembangan penduduk dan dampaknya bagi lingkungan.
- 4.3. Menyajikan hasil penelusuran informasi tentang perkembangan penduduk dan dampaknya bagi lingkungan.

### 2. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator Pencapaian Kompetensi bab 3 tentang kependudukan dan lingkungan ini dikembangkan dengan mengacu pada KI dan KD yang tercantum pada lampiran Permen dikbud No 58 tahun 2014. Pada kegiatan pembelajaran di lapangan, guru dapat mengembangkan sendiri Indikator Pencapaian Kompetensi dengan disesuaikan pada kondisi peserta didik masing-masing. Berikut ini dipaparkan contoh Indikator Pencapaian

Kompetensi yang dapat dijabarkan dari KD 3.3 dan KD 4.3.

- Menganalisis data jumlah penduduk di suatu daerah dalam kurun waktu tertentu.
- Mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya perubahan jumlah penduduk di suatu wilayah.
- Membuat grafik perubahan komposisi penduduk di suatu wilayah berdasarkan data perubahan jumlah penduduk pada kurun waktu tertentu.
- Menghitung angka kelahiran dan angka kematian penduduk di suatu wilayah.
- Mengidentifikasi jenis migrasi berdasarkan beberapa kasus migrasi.
- Memprediksi penyebab terjadinya kepadatan penduduk di kota-kota besar.
- Menyebutkan dampak peningkatan jumlah penduduk terhadap masalah lingkungan.
- Menjelaskan keterkaitan antara jumlah penduduk dengan jumlah sampah yang dihasilkan oleh penduduk.
- Mengidentifikasi beberapa jenis pencemaran yang terjadi di lingkungan dan cara mengatasinya.
- Menjelaskan keterkaitan antara pertumbuhan penduduk dengan ketersediaan air bersih.
- Memprediksi dampak yang akan terjadi terhadap ketersediaan air bersih jika jumlah penduduk semakin meningkat.
- Menjelaskan keterkaitan antara peningkatan jumlah penduduk dengan ketersediaan ruang dan sumber daya.
- Membuat artikel tentang permasalahan yang muncul di lingkungan sekitar siswa yang terjadi akibat peningkatan jumlah penduduk.

### 3. Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab III tentang Kependudukan dan Lingkungan diperkirakan memerlukan waktu 8 sampai 10 jam atau 3 sampai 4 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP).

### 4. Materi Esensial

- a. Dinamika penduduk adalah perubahan jumlah penduduk dari waktu ke waktu.
- b. Dinamika penduduk dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu kelahiran (natalitas), kematian (mortalitas), dan perpindahan penduduk (migrasi).

c. Cara menghitung angka kelahiran sebagai berikut.

$$\text{Angka Kelahiran} = \frac{\text{Jumlah Bayi Lahir dalam 1 Tahun}}{\text{Jumlah Penduduk}} \times 1000$$

Setelah melakukan penghitungan angka kelahiran, selanjutnya hasilnya dicocokkan dengan acuan penggolongan angka kelahiran berikut ini.

- Apabila angka kelahiran menunjukkan angka kurang dari 20 (< 20), maka angka kelahiran di wilayah tersebut tergolong rendah.
- Apabila angka kelahiran menunjukkan angka antara 20 – 30, maka angka kelahiran di wilayah tersebut tergolong sedang.
- Apabila angka kelahiran menunjukkan angka lebih dari 30 (> 30), maka angka kelahiran di wilayah tersebut tergolong tinggi.

d. Cara menghitung angka kematian sebagai berikut.

$$\text{Angka Kematian} = \frac{\text{Jumlah Penduduk Meninggal dalam 1 Tahun}}{\text{Jumlah Penduduk}} \times 1000$$

Setelah melakukan penghitungan angka kematian, cocokkan hasilnya dengan acuan penggolongan angka kematian sebagai berikut.

- Apabila angka kematian menunjukkan angka kurang dari 14 (< 14), maka angka kematian di wilayah tersebut tergolong rendah.
- Apabila angka kematian menunjukkan angka antara 14 – 18, maka angka kematian di wilayah tersebut tergolong sedang.
- Apabila angka kematian menunjukkan angka lebih dari 18 (> 18), maka angka kematian di wilayah tersebut tergolong tinggi.

e. Beberapa jenis perpindahan penduduk

- Emigrasi

Emigrasi adalah perpindahan penduduk keluar atau meninggalkan daerah asalnya.

- Imigrasi

Imigrasi adalah masuknya penduduk ke suatu daerah tempat tujuan.

- Transmigrasi

Transmigrasi adalah perpindahan penduduk dari satu daerah ke daerah lain yang masih dalam satu lingkup negara. Orang yang melakukan kegiatan transmigrasi disebut dengan transmigran. Ada dua jenis transmigrasi, yaitu transmigrasi umum dan transmigrasi

spontan atau swakarsa. Transmigrasi umum adalah transmigrasi yang diselenggarakan dan diatur oleh pemerintah. Sedangkan transmigrasi spontan atau swakarsa adalah transmigrasi yang biaya perjalannya ditanggung oleh para transmigran tetapi tetap diatur oleh pemerintah.

- Urbanisasi  
Urbanisasi adalah perpindahan penduduk dari desa ke kota. Melalui aktivitas ini, tentunya akan menyebabkan terjadinya ledakan jumlah penduduk di kota.
- f. Apabila suatu wilayah memiliki kecenderungan jumlah penduduknya bertambah dari waktu ke waktu, berarti daerah tersebut mengalami peningkatan atau pertumbuhan jumlah penduduk.
- g. Pertumbuhan jumlah penduduk disebabkan oleh beberapa faktor yaitu, imigrasi yang tinggi serta emigrasi yang rendah dan tingginya angka kelahiran serta rendahnya angka kematian.
- h. Dampak yang terjadi pada lingkungan akibat peningkatan jumlah penduduk antara lain; pencemaran lingkungan oleh limbah atau sampah rumah tangga, kurangnya ketersediaan air bersih, kurangnya ketersediaan udara bersih, dan kurangnya lahan hijau dan lahan pertanian.
- i. Ciri-ciri air tercemar sebagai berikut.
  - Adanya perubahan suhu
  - Adanya perubahan pH
  - Adanya perubahan warna, bau, dan rasa
  - Adanya mikroorganisme

## B. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Pada pembelajaran Bab 3 tentang kependudukan dan lingkungan guru dapat menerapkan pembelajaran, *Group Investigation (GI)*, *Discovery Learning*, ataupun *Creative Problem Solving (CPS)*, yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

### Materi Bagian A. Dinamika Populasi Manusia

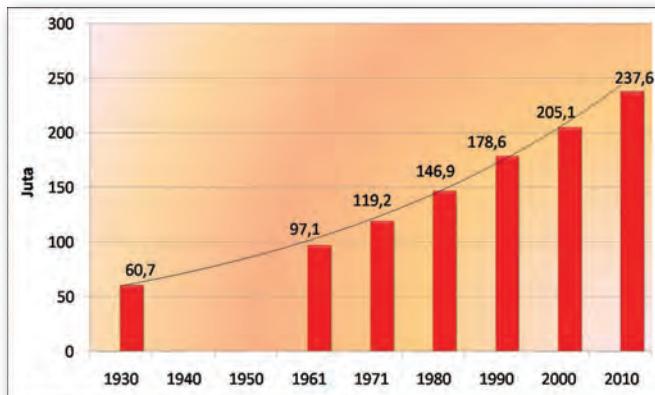
- a. Guru mengawali kegiatan pembelajaran dengan mengajak peserta didik untuk merenungi kekuasaan Tuhan yang telah menciptakan langit dan Bumi beserta isinya sehingga dapat dijadikan tempat tinggal bagi manusia dan makhluk hidup lainnya. Melalui kekuasaan Nya, Tuhan juga

menciptakan air dan oksigen melalui mekanisme tertentu yang terjadi di alam sehingga dapat memenuhi kebutuhan utama makhluk hidup. Selanjutnya, guru mengajak peserta didik untuk menjaga lingkungan yang telah diciptakan oleh Tuhan sebagai salah satu bentuk ungkapan rasa syukur.

- b. Selanjutnya, guru mengaitkan kegiatan pembelajaran dengan materi pada Bab 1 yaitu Sistem Reproduksi Manusia. Akibat kemampuan manusia bereproduksi serta adanya fenomena kematian pada manusia, maka terjadilah perubahan jumlah penduduk dari waktu ke waktu atau dinamika populasi.
- c. Guru menugaskan peserta didik untuk mencermati Gambar 3.1 tentang Grafik Jumlah Penduduk Indonesia dari tahun 1930 – 2010. Setelah peserta didik mencermati gambar tersebut, peserta didik diminta untuk menceritakan apa yang dapat dipahami oleh peserta didik dari gambar tersebut kepada teman satu bangkunya.

### Panduan Jawaban bagi Guru

- Grafik yang terdapat pada Gambar 3.1 menyajikan data hasil cacah jiwa (sensus penduduk) Indonesia dari tahun 1930 – 2010. Cacah jiwa dilakukan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) dalam kurun waktu 10 tahun sekali. Orang yang tercatat sebagai penduduk Indonesia adalah mereka yang telah tinggal di Indonesia dalam kurun waktu minimal 6 bulan sejak sebelum dilakukannya pencacahan jiwa, atau mereka yang telah terdaftar secara administrasi kependudukan di wilayah domisili atau tempat tinggalnya.
- Melalui gambar tersebut, peserta didik diharapkan dapat melihat trend atau kecenderungan jumlah penduduk dari tahun ke tahun yang tampak dari grafik.



**Sumber:** Hasil Sensus Penduduk 2010 Data Agregat per Provinsi  
Gambar Grafik Jumlah Penduduk Indonesia

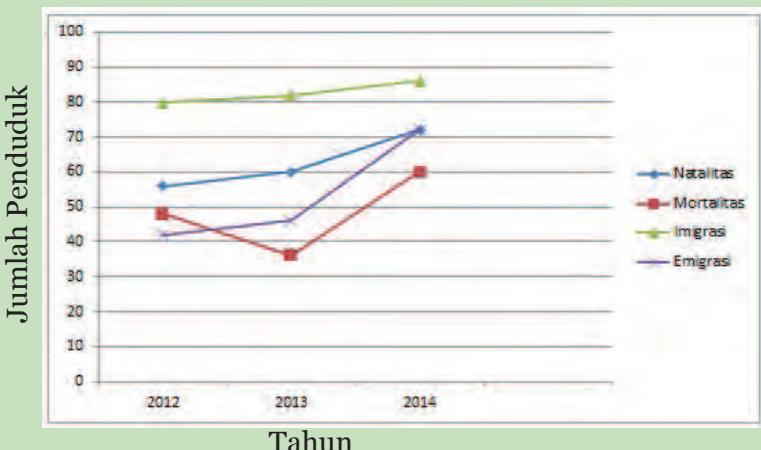
- Dengan demikian, hal utama yang harus diceritakan oleh peserta didik kepada teman satu bangkunya adalah terjadi peningkatan jumlah penduduk Indonesia dari tahun ke tahun.
- d. Setelah siswa memahami bahwa dari tahun ke tahun penduduk Indonesia mengalami peningkatan, kemudian guru membimbing peserta didik untuk melakukan Aktivitas 3.1 Menyelidiki Perubahan Komposisi Penduduk di suatu wilayah pada kolom “Ayo, Kita Lakukan”. Aktivitas ini yang akan membantu siswa untuk memahami konsep “Dinamika Populasi Manusia”. Sebelum peserta didik menyelesaikan tugas ini, guru dapat membimbing peserta didik untuk membentuk kelompok dengan anggota berjumlah 4 – 5 orang untuk setiap kelompok. Pada tugas ini, peserta didik diminta untuk mencermati Tabel 3.1 Perubahan Jumlah Penduduk di kecamatan Taman Sari Tahun 2010 – 2012.
- e. Selanjutnya, peserta didik diminta untuk menyusun grafik dari data yang terdapat pada tabel 3.1. Salah satu hal yang perlu diperhatikan dan dibimbing oleh guru adalah pada saat peserta didik menyusun grafik. Setelah siswa menyusun grafik, siswa diminta melakukan diskusi untuk menjawab soal-soal yang terdapat pada kegiatan tersebut. Tujuan dari kegiatan ini adalah agar peserta didik dapat mengidentifikasi perubahan komposisi penduduk di suatu wilayah, memahami konsep dinamika penduduk, dan mengidentifikasi penyebab terjadinya dinamika penduduk di suatu wilayah. Agar dapat menunjang ketercapaian KI-2, guru hendaknya mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya serta teliti dalam mencermati data dan menyusun grafik.



## Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

### Aktivitas 3.1 Menyelidiki Perubahan Komposisi Penduduk di Suatu Wilayah

Grafik Jumlah Penduduk di Kecamatan Taman Sari Tahun 2010 – 2012



#### Keterangan

- Natalitas menunjukkan data jumlah bayi yang lahir
- Mortalitas menunjukkan data jumlah penduduk yang meninggal
- Imigrasi menunjukkan data jumlah penduduk yang masuk atau datang ke wilayah tersebut
- Emigrasi menunjukkan data jumlah penduduk yang meninggalkan atau keluar dari wilayah tersebut

#### Jawaban pertanyaan

1. Berdasarkan Tabel 3.1, terjadi perubahan jumlah penduduk setiap tahunnya, perubahan ini dapat dilihat dengan melihat jumlah bayi yang lahir dari tahun ke tahun, jumlah penduduk yang meninggal, jumlah penduduk yang masuk atau datang ke wilayah tersebut, dan jumlah penduduk yang meninggalkan atau keluar dari wilayah tersebut.
2. Iya dapat mempengaruhi.

Pada keadaan yang sesungguhnya, komposisi penduduk di suatu wilayah selalu mengalami perubahan. Kondisi ini akan dapat menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah penduduk ataupun penurunan jumlah penduduk. Peningkatan jumlah penduduk dapat terjadi apabila jumlah bayi yang lahir dan jumlah penduduk yang datang ke wilayah

tersebut jumlahnya lebih besar apabila dibandingkan dengan jumlah penduduk yang meninggal dan jumlah penduduk yang meninggalkan wilayah tersebut. Sedangkan penurunan jumlah penduduk akan terjadi apabila jumlah penduduk yang meninggal dan jumlah penduduk yang meninggalkan wilayah tersebut jumlahnya lebih besar apabila dibandingkan dengan jumlah bayi yang lahir dan jumlah penduduk yang datang ke wilayah tersebut. Dapat juga jumlah penduduk di suatu wilayah dari tahun ke tahun sama. Kondisi ini dapat terjadi apabila jumlah bayi yang lahir atau jumlah penduduk yang datang ke wilayah tersebut sama dengan jumlah penduduk yang meninggal ataupun jumlah penduduk yang meninggalkan wilayah tersebut. Meskipun demikian, kondisi ini sangat jarang terjadi.

3. Pada suatu daerah selalu terjadi perubahan komposisi penduduk dari waktu ke waktu karena setiap saat di daerah tersebut selalu terjadi kelahiran, kematian, dan perpindahan penduduk (keluar atau masuk wilayah tersebut).
- f. Setelah menyelesaikan Aktivitas 3.1, guru membimbing peserta didik untuk mempelajari bahwa perubahan jumlah penduduk dari waktu ke waktu disebut dengan dinamika populasi. Selain itu, peserta didik juga mempelajari tentang faktor-faktor yang mempengaruhi dinamika populasi. Agar peserta didik dapat memahami tentang faktor-faktor yang mempengaruhi dinamika populasi, guru dapat mengajak peserta didik untuk mengingat hasil diskusi peserta didik yang terdapat pada Aktivitas 3.1.
  - Dinamika populasi dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu kelahiran (natalitas), kematian (mortalitas), dan perpindahan penduduk (migrasi).
- g. Selanjutnya, guru membimbing peserta didik untuk menghitung angka kelahiran dan kematian penduduk di Kota Malang yang terdapat pada bagian ‘Ayo, Selesaikan’. Agar dapat menunjang ketercapaian KI-2, guru hendaknya mengingatkan peserta didik agar menyelesaikan tugas ini dengan teliti dan cermat.
  - Kegiatan ini diberikan setelah peserta didik mempelajari bahwa kelahiran dan kematian merupakan faktor yang mempengaruhi dinamika penduduk. Siswa dapat menghitung angka kelahiran dan kematian dengan menggunakan rumus yang terdapat pada Buku Siswa.
  - Setelah peserta didik berhasil menghitung angka kelahiran dan kematian, guru dapat membimbing peserta didik untuk mencocokkan hasil penghitungan dengan acuan penggolongan angka kelahiran dan kematian, sehingga akan dapat diketahui tergolong apakah tingkat kelahiran dan kematian penduduk di Kota Malang. Guru dapat melihat

acuan penggolongan angka kelahiran dan kematian pada bagian Materi Esensial yang terdapat pada bab ini.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

Pada tahun 2010 jumlah penduduk kota Malang adalah 820.243 jiwa. Jumlah bayi yang lahir di Kota Malang pada tahun tersebut adalah 1.271 jiwa dan jumlah penduduk yang meninggal adalah 1.020 jiwa. Tergolong apakah tingkat kelahiran dan kematian penduduk di Kota Malang?

**Jawab:**

$$\text{Angka Kelahiran} = \frac{\text{Jumlah Bayi Lahir dalam 1 Tahun}}{\text{Jumlah Penduduk}} \times 1000$$

$$\text{Angka Kelahiran} = \frac{1.271}{820.243} \times 1000 = 1,549$$

Apabila dicocokkan dengan acuan penggolongan angka kelahiran, maka tingkat kelahiran di kota Malang tergolong rendah.

$$\text{Angka Kematian} = \frac{\text{Jumlah Penduduk Meninggal dalam 1 Tahun}}{\text{Jumlah Penduduk}} \times 1000$$

$$\text{Angka Kematian} = \frac{1.020}{820.243} \times 1000 = 1,243$$

Apabila dicocokkan dengan acuan penggolongan angka kematian, maka tingkat kematian di kota Malang tergolong rendah.

- h. Kegiatan peserta didik selanjutnya adalah melakukan diskusi untuk menjawab pertanyaan yang terdapat pada aktivitas “Ayo, Pikirkan” mengenai jenis migrasi yang dilakukan oleh beberapa penduduk berdasarkan kasus yang terdapat pada buku siswa. Kegiatan ini dapat diselesaikan peserta didik dengan berdiskusi bersama teman satu bangku atau teman satu kelompok, disesuaikan dengan kondisi dan karakter kelas tersebut. Agar peserta didik dapat menyelesaikan tugas ini dengan baik, guru dapat mengingatkan peserta didik pada materi jenis-jenis perpindahan penduduk yang telah dipelajari oleh peserta didik pada mata pelajaran IPS di kelas VIII. Agar dapat menunjang

ketercapaian KI-2, guru hendaknya mengingatkan peserta didik agar menyelesaikan tugas ini dengan cermat serta melakukan diskusi dengan baik bersama teman satu bangku atau teman satu kelompoknya.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

1. a. Jenis migrasi : Emigrasi  
b. Jenis migrasi : Imigrasi
  2. Urbanisasi
    - \* Berkaitan dengan macam-macam dan pengertian migrasi, guru dapat melihat pada bagian Materi Esensial Bab ini.
- i. Setelah peserta didik memahami pengertian dinamika populasi dan faktor-faktor yang mempengaruhinya, peserta didik menyelesaikan soal yang terdapat pada fitur ‘Ayo, Kita Cari Tahu’. Sebelum menyelesaikannya, terlebih dahulu guru meminta peserta didik untuk menyebutkan nama-nama kota besar yang ada di pulau tempat tinggal peserta didik. Selanjutnya, guru memberikan penjelasan kepada peserta didik bahwa pada tugas ini peserta didik diminta untuk mencari informasi tentang jumlah penduduk yang ada di kota-kota besar di pulau tempat tinggal peserta didik. Peserta didik dapat mencari informasi melalui koran, televisi, internet, atau cara lainnya yang memungkinkan untuk dilakukan siswa. Apabila sebagian besar peserta didik mencari informasi melalui internet, hendaknya terlebih dahulu guru memberikan nasehat kepada peserta didik untuk memfokuskan pencarian informasinya pada materi yang dituju. Hal ini dimaksudkan agar peserta didik dapat dengan bijaksana memanfaatkan internet, sehingga tidak menggunakan media ini untuk mencari informasi yang bersifat negatif dan tidak bermanfaat, misalnya hal-hal yang bersifat porno dan lain-lain.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Cari Tahu

1. Sebagai contohnya, peserta didik yang tinggal di pulau Jawa dapat mencari informasi jumlah penduduk kota Jakarta, Surabaya, Bandung, Bogor, Malang dan kota besar lainnya.
2. Sebagai contohnya, kota yang memiliki jumlah penduduk paling banyak adalah kota A. Kota tersebut memiliki jumlah penduduk yang banyak

karena beberapa faktor sebagai berikut.

- Secara geografis letak kota tersebut strategis, sehingga segala segi kebutuhan penduduk dapat terpenuhi.
  - Jumlah lapangan pekerjaan di kota tersebut banyak dan menjanjikan.
  - Sarana dan prasarana di kota tersebut (termasuk dari segi transportasi maupun komunikasi) maju dan mendukung.
  - Pendidikan di kota tersebut maju atau mungkin kota tersebut adalah salah satu pusat pendidikan di kota tersebut.
3. Sebagai contohnya, kota yang memiliki jumlah penduduk paling sedikit adalah kota B. Beberapa faktor yang menyebabkan jumlah penduduk di kota B sedikit adalah sebagai berikut.
- Secara geografis letak kota tersebut kurang strategis, sehingga banyak penduduk yang lebih memilih untuk tinggal di kota lain.
  - Jumlah lapangan pekerjaan di kota tersebut banyak dan menjanjikan.
  - Sarana dan prasarana di kota tersebut (termasuk dari segi transportasi maupun komunikasi) kurang maju dan kurang mendukung.
  - Pendidikan di kota tersebut kurang maju, sehingga banyak pelajar yang lebih memilih tinggal di kota lain untuk mendapatkan pendidikan yang lebih baik.
- j. Pada akhir bagian materi ini, guru memberikan tugas rumah kepada peserta didik untuk menghitung jumlah anggota keluarganya dan jumlah sampah yang dihasilkan di rumahnya selama satu hari. Tugas ini akan dibahas pada pertemuan selanjutnya.
- k. Berkaitan dengan keamanan kerja, guru perlu mengingatkan peserta didik agar memakai masker dan sarung tangan pada saat mengumpulkan sampah. Apabila peserta tidak memiliki masker, peserta didik dapat menggunakan sapu tangan atau kain lainnya untuk menutup hidung dan mulut. Begitupula apabila peserta didik tidak memiliki sarung tangan, sebagai gantinya peserta didik dapat menggunakan plastik/kresek bekas.

## Materi Bagian B. Dampak Peningkatan Jumlah Penduduk terhadap Masalah Lingkungan

- a. Sebelum mulai mengajarkan materi ini, guru dapat mengaitkan dengan materi sebelumnya, yaitu tentang kecenderungan peningkatan jumlah penduduk Indonesia dari waktu ke waktu. Selanjutnya, guru

menanyakan kepada peserta didik tentang dampak yang ditimbulkan akibat peningkatan jumlah penduduk. Peserta didik diminta untuk memikirkan pertanyaan tersebut beberapa menit, kemudian peserta didik ditugaskan untuk menceritakan pendapatnya kepada teman satu bangkunya.

- b. Pada pertemuan sebelumnya peserta didik telah mendapatkan tugas untuk menghitung jumlah anggota keluarganya dan jumlah sampah yang dihasilkan di rumahnya selama satu hari. Pada pertemuan ini guru menanyakan tugas tersebut kepada peserta didik kemudian meminta peserta didik untuk menanyakan data tersebut kepada sepuluh temannya. Selanjutnya peserta didik diminta melengkapi Tabel 3.2 dan menjawab pertanyaan yang terdapat pada tugas tersebut. Tugas ini merupakan tugas yang terdapat pada Aktivitas 3.2 Menghitung Jumlah Sampah yang dihasilkan oleh Rumah Tangga pada fitur “Ayo Kita Lakukan”.
- Setelah menyelesaikan tugas ini diharapkan peserta didik dapat memahami bahwa semakin banyak jumlah penduduk, maka akan semakin banyak pula jumlah sampah yang dihasilkan.
  - Selanjutnya, guru memberikan pertanyaan kepada peserta didik tentang kemungkinan yang akan terjadi jika setiap keluarga tidak mengatasi sampah yang dihasilkannya dengan baik.
  - Hal yang perlu diketahui oleh siswa adalah apabila sampah-sampah yang dihasilkan oleh penduduk tidak diatasi dengan baik (misalnya setiap hari membuang sampah rumah tangga ke sungai atau selokan yang ada di sekitar rumah atau bahkan membiarkan sampah rumah tangga menumpuk di halaman rumah) maka akan dapat menimbulkan pencemaran.



#### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

##### Aktivitas 3.2 Menghitung Volume Sampah yang dihasilkan oleh Rumah Tangga

1. Diantara kesepuluh temanmu, siapakah yang jumlah sampah rumah tangganya paling banyak? Berapa jumlah anggota keluarga temanmu tersebut?

Jawab:

Peserta didik yang jumlah sampahnya paling banyak adalah Beni, yaitu 9 kg/hari. Jumlah anggota keluarga Beni adalah 10 orang.

2. Diantara kesepuluh temanmu, siapakah yang jumlah sampah rumah tangganya paling sedikit? Berapa jumlah anggota keluarga temanmu tersebut?

Jawab:

Peserta didik yang jumlah sampahnya paling sedikit adalah Jodi, yaitu 1 kg/hari. Jumlah anggota keluarga Jodi adalah 2 orang.

3. Apa yang dapat kamu simpulkan dari kegiatan ini?

Jawab:

Semakin banyak jumlah anggota keluarga, maka semakin banyak pula jumlah sampah yang dihasilkan oleh rumah tangga selama satu hari.

\*Kesimpulan ini yang mengarahkan peserta didik untuk memahami teori bahwa semakin banyak jumlah penduduk, maka akan semakin banyak pula jumlah sampah yang dihasilkan.

4. Coba prediksikan, berapakah jumlah sampah yang dihasilkan oleh rumahmu selama satu minggu?

Jawab:

Apabila peserta didik tersebut bernama Joni (pada Buku Siswa, siswa mencatat hasil kerjanya pada Tabel 3.2 baris pertama), maka jumlah sampah yang dihasilkan oleh keluarga Joni selama satu hari adalah 1,2 kg/hari. Dengan demikian, selama satu minggu jumlah sampah yang dihasilkan oleh keluarga Joni adalah  $\pm 8,4$  kg.

**Tabel 3.1** Jumlah Sampah Rumah Tangga Beberapa Keluarga yang dikumpulkan dalam Waktu Satu Hari

No.	Nama	Jumlah Anggota Keluarga	Jumlah Sampah Rumah Tangga
1.	Joni	3	1,2 kg/hari
2.	Beni	10	9 kg/hari
3.	Ratna	3	1,3 kg/hari
4.	Lani	5	5 kg/hari
5.	Sari	4	3,9 kg/hari
6.	Ani	8	7,5 kg/hari
7.	Budi	3	1,5 kg/hari
8.	Toni	6	4,5 kg/hari
9.	Edi	3	2 kg/hari
10.	Ervan	5	6 kg/hari
11.	Jodi	2	1 kg/hari

- c. Setelah peserta didik memahami tentang keterkaitan antara jumlah penduduk dengan pencemaran lingkungan, guru membimbing peserta didik untuk melakukan diskusi pada fitur “Ayo, Kita Diskusikan” yaitu Mengidentifikasi Beberapa Jenis Pencemaran. Tujuan dari diberikannya tugas ini adalah untuk memudahkan siswa mengingat kembali konsep jenis-jenis pencemaran serta cara untuk mengatasi pencemaran yang telah dipelajari oleh siswa di kelas VII.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

#### Aktivitas 3.3 Mengidentifikasi Beberapa Jenis Pencemaran

Perhatikan gambar berikut!



Sumber: Dokumen Kemdikbud  
Gambar Timbunan Sampah di Sungai



Sumber: Dokumen Kemdikbud  
Gambar Sampah yang Menumpuk di Tepi Jalan

1. Tergolong pencemaran apakah Gambar 3.5?  
Jawab: Pencemaran air
2. Bukti apakah yang mendukung jawabanmu?  
Jawab: Pada air sungai terdapat banyak sampah, selain itu air yang di sungai tersebut juga berwarna kehitaman.

1. Tergolong pencemaran apakah Gambar 3.6?  
Jawab: Pencemaran tanah
2. Bukti apakah yang mendukung jawabanmu?  
Jawab: Terdapat tumpukan tanah di tepi jalan



Gambar Kawasan Industri yang Menghasilkan Banyak Asap

1. Tergolong pencemaran apakah Gambar 3.7?  
Jawab: Pencemaran udara
2. Bukti apakah yang mendukung jawabanmu?  
Jawab: Terdapat asap yang mengepul di sekitar pabrik.

d. Selanjutnya guru membimbing peserta didik untuk menyelesaikan kegiatan “Ayo, Kita Cari Tahu”.



#### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Cari Tahu

Carilah informasi tentang beberapa kasus pencemaran yang ada di lingkungan sekitarmu. Selanjutnya, lengkapilah Tabel 3.3!

Tabel 3.3 Pencemaran dan Cara Mengatasinya

Kasus Pencemaran	Bukti yang Mendukung	Cara Mengatasi Pencemaran
Pencemaran air sungai oleh sampah plastik dan kertas.	Banyak tumpukan sampah di sungai. Air sungai berubah warna menjadi keruh.	Mengurangi penggunaan plastik dan kertas. Tidak melempar sampah plastik dan kertas ke sungai. Mendaur ulang sampah plastik dan kertas.

Kasus Pencemaran	Bukti yang Mendukung	Cara Mengatasi Pencemaran
Pencemaran udara oleh asap pabrik.	Udara menjadi panas. Terdapat asap yang mengepul di sekitar pabrik.	Pabrik memiliki instalasi khusus agar asap yang dihasilkan tidak dibuang begitu saja ke udara.
Bau busuk yang muncul dari tumpukan sampah di tepi jalan.	Terdapat tumpukan sampah di tepi jalan.	Memisahkan sampah basah dan sampah kering. Manfaatkan sampah basah untuk membuat kompos dan mendaur ulang sampah kering.

- e. Selanjutnya, peserta didik diminta untuk menjawab soal yang terdapat pada fitur ‘Ayo, Kita Diskusikan’.



#### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Hal yang akan terjadi apabila penduduk membuang sampah di tempat tersebut setiap hari adalah sebagai berikut.

- 1) Jumlah sampah yang ada di daerah tersebut semakin banyak.
- 2) Terjadi banjir (air sungai meluap).
- 3) Air sungai tercemar, sehingga tidak dapat digunakan untuk mencuci, mandi, dan lain sebagainya.
- 4) Menimbulkan bau yang tidak sedap di sekitar daerah tersebut.
- 5) Menyebabkan terjadinya penyakit diare, disentri, dan penyakit lainnya.

- f. Selanjutnya, peserta didik mempelajari tentang masalah lingkungan kedua, yaitu berkurangnya ketersediaan air bersih. Agar peserta didik dapat dengan mudah memahami konsep tersebut, maka terlebih dahulu peserta didik menyelesaikan tugas yang terdapat pada fitur ‘Ayo, Kita Lakukan’. Pada tugas ini, peserta didik mendapatkan tugas untuk menghitung jumlah air minum yang dibutuhkan oleh peserta didik dan keluarganya dalam satu hari. Kegiatan ini sebaiknya dijadikan sebagai tugas rumah, sedangkan untuk pembahasannya dan kegiatan diskusinya dapat dilaksanakan di sekolah. Agar dapat menunjang ketercapaian KI 2 guru dapat mengingatkan peserta didik untuk menyelesaikan soal-soal pada tugas ini dengan cermat dan tepat.

- Setelah menyelesaikan tugas ini diharapkan peserta didik dapat memahami bahwa semakin banyak jumlah penduduk, maka akan semakin banyak pula jumlah air bersih yang diperlukan.
- Setelah menyelesaikan tugas ini, guru menjelaskan kepada peserta didik bahwa selain disebabkan oleh peningkatan jumlah penduduk, berkurangnya ketersediaan air bersih juga dapat disebabkan oleh pencemaran air. Selain itu, guru juga dapat menjelaskan bahwa, apabila masyarakat kekurangan persediaan air bersih maka mereka terpaksa menggunakan air sungai untuk menjalankan aktivitas sehari-hari, misalnya untuk minum, memasak, mandi, mencuci dan lain-lain.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

#### Aktivitas 3.4 Menghitung Jumlah Air Minum yang Dibutuhkan dalam Satu Hari

Pada kegiatan ini kamu akan menghitung jumlah air minum yang kamu butuhkan selama satu hari, yaitu sejak kamu bangun tidur hingga tidur kembali pada malam hari.

#### Apa yang harus kamu lakukan?

**Tabel 3.4** Jumlah Air Minum yang Dikonsumsi oleh Beberapa Keluarga

No.	Nama	Jumlah Anggota Keluarga	Jumlah Air Minum yang Dikonsumsi (dalam Liter)
1.	Joni	3	6,2
2.	Beni	10	20,5
3.	Ratna	3	6,5
4.	Lani	5	10,1
5.	Sari	4	8
6.	Ani	8	16,5
7.	Budi	3	6,6
8.	Toni	6	12,4
9.	Edi	3	6,3
10.	Ervan	5	10,3
11.	Jodi	2	4,1

### **Alternatif Jawaban:**

1. Berapa liter jumlah air minum yang kamu konsumsi dan dikonsumsi oleh anggota keluargamu lainnya selama satu hari? Hitung pula berapa jumlah air minum yang diperlukan selama satu minggu!

Jawab: Misalnya jumlah anggota keluarga siswa adalah 5 orang dan selama satu hari jumlah air minum yang dikonsumsi oleh setiap orang kurang lebih sebanyak 2 liter. Maka, jumlah air yang dikonsumsi oleh seluruh anggota keluarga peserta didik dalam satu hari kurang lebih sebanyak 10 liter ( $5 \times 2$  liter = 10 liter).

Dengan demikian jumlah air yang dikonsumsi oleh seluruh anggota keluarga peserta didik dalam satu minggu kurang lebih sebanyak 70 liter ( $7$  hari  $\times$  10 liter = 70 liter).

2. Diantara kesepuluh temanmu, keluarga siapakah yang paling banyak dan paling sedikit mengkonsumsi air minum?

Jawab: Diantara kesepuluh teman yang mengkonsumsi air minum paling banyak adalah keluarga Beni dan paling sedikit adalah keluarga Jodi.

3. Bagaimanakah hubungan antara jumlah keluarga dengan kebutuhan air minum?

Jawab: Semakin banyak jumlah keluarga, maka semakin banyak pula jumlah air minum yang dikonsumsi. Begitu pula sebaliknya, semakin sedikit jumlah keluarga, maka semakin sedikit pula jumlah air minum yang dikonsumsi.

4. Bagaimanakah hubungan antara pertumbuhan penduduk dengan ketersediaan air bersih?

Jawab: Semakin banyak jumlah penduduk, maka akan semakin banyak pula jumlah air bersih yang dibutuhkan. Dengan demikian, apabila selalu terjadi pertumbuhan jumlah penduduk/ peningkatan jumlah penduduk, maka jumlah air bersih yang diperlukan juga semakin banyak.

5. Seandainya jumlah penduduk Indonesia adalah 250 juta dan setiap penduduk mengkonsumsi air sebanyak 8 gelas dalam satu hari. Berapa liter air yang dikonsumsi oleh seluruh penduduk di Indonesia dalam waktu satu hari? (1 gelas air volumenya 200 ml)

Jawab: Jika 1 gelas air volumenya 200 ml maka 8 gelas air volumenya =  $200 \times 8 = 1600$  ml = 1,6 liter.

Jumlah air yang dikonsumsi penduduk Indonesia dalam satu hari =  $250.000.000 \times 1,6$  liter = 400.000.000 liter.

\* Materi tentang pencemaran lingkungan oleh limbah atau sampah rumah tangga dan berkurangnya ketersediaan air bersih dapat diberajarkan dalam waktu yang bersamaan. Hal ini dapat dilakukan oleh guru apabila alokasi waktu pembelajaran sangat terbatas. Kegiatan pembelajaran dapat dirancang dengan membagi siswa di kelas menjadi dua kelompok besar. Kelompok besar pertama mempelajari materi tentang pencemaran lingkungan oleh limbah atau sampah rumah tangga, sedangkan kelompok besar kedua mempelajari berkurangnya ketersediaan air bersih. Agar kerja kelompok lebih efektif, guru dapat membagi masing-masing kelompok besar menjadi beberapa kelompok kecil dengan jumlah anggota setiap kelompoknya sebanyak 4 – 5 peserta didik. Apabila seluruh kelompok telah menyelesaikan masing-masing tugasnya, selanjutnya dilakukan persentasi oleh masing-masing perwakilan kelompok.

- g. Agar peserta didik lebih memahami secara mendalam tentang pencemaran air, selanjutnya peserta didik mempelajari tentang ciri-ciri air tercemar. Ciri-ciri tercemar terdiri atas adanya perubahan suhu; adanya perubahan pH; adanya perubahan warna, bau, dan rasa air; adanya endapan atau bahan terlarut; dan adanya mikroorganisme.
- h. Selanjutnya, peserta didik diberi tugas untuk membaca materi tentang kasus pencemaran air laut oleh tumpahan minyak yang terdapat pada fitur ‘Ayo, Kita Pahami’. Selain itu, peserta didik juga mendapatkan tugas untuk membaca materi tentang menjernihkan air dengan memanfaatkan biji kelor yang terdapat pada fitur ‘Tahukah kamu’. Kedua tugas ini dapat dibaca oleh siswa di rumah.
- i. Hal lain yang harus dipahami oleh siswa adalah masalah lain yang terjadi di lingkungan yang disebabkan oleh peningkatan jumlah penduduk adalah berkurangnya ketersediaan udara bersih. Hal yang harus dipahami oleh siswa pada bagian ini adalah bahwa saat ini di kota-kota besar sering terjadi kemacetan. Adanya kemacetan merupakan suatu indikasi bahwa jumlah kendaraan di kota sangat banyak. Hal ini dapat terjadi karena banyak penduduk yang tinggal di daerah pedesaan pindah ke daerah perkotaan. Kondisi ini akan menyebabkan jumlah penduduk di daerah perkotaan meningkat. Salah satu hal yang dapat terjadi karena kemacetan adalah polusi udara.
- j. Selanjutnya, guru menugaskan peserta didik untuk membaca materi tentang cara kerja AC (Air Conditioner) yang terdapat pada fitur ‘Tahukah Kamu’. Tugas ini dapat dikerjakan oleh peserta didik di rumah.
- k. Dampak lain dari meningkatnya jumlah penduduk adalah berkurangnya

ketersediaan ruang dan lahan pertanian. Guru dapat menceritakan kepada siswa tentang fakta bahwa selama proses kehidupannya manusia selalu membutuhkan ruang sebagai tempat tinggal. Selain membutuhkan ruang untuk tempat tinggal, manusia juga membutuhkan berbagai jenis makanan untuk mencukupi kebutuhan nutrisinya serta membutuhkan oksigen. Kebutuhan nutrisi dan oksigen ini dapat dipenuhi dengan adanya lahan pertanian.

1. Agar peserta didik dapat dengan mudah memahami konsep ini, maka peserta didik dapat melakukan Aktivitas 3.5 tentang pengaruh pertumbuhan populasi terhadap ketersediaan ruang dan lahan pertanian yang terdapat pada fitur ‘Ayo, Kita Lakukan’. Sebelum melakukan Aktivitas ini guru membimbing peserta didik untuk membentuk kelompok. Satu kelompok beranggotakan 4 – 5 orang. Selanjutnya guru dapat membimbing kegiatan ini sesuai dengan langkah kerja yang terdapat pada Buku Siswa. Agar dapat menunjang ketercapaian KI 2 guru dapat mengingatkan peserta didik untuk menyelesaikan soal-soal pada tugas ini dengan teliti dan cermat serta menyelesaikan kegiatan ini dengan bekerjasama dengan teman satu kelompok.
- Hal yang harus dipahami oleh peserta didik setelah menyelesaikan aktivitas ini adalah peningkatan jumlah penduduk memberikan pengaruh terhadap ketersediaan ruang dan lahan pertanian. Seharusnya, apabila terjadi peningkatan jumlah penduduk maka semakin luas pula lahan yang diperlukan untuk tempat tinggal dan semakin banyak pula Sumber Daya Alam yang diperlukan untuk mencukupi kebutuhan penduduk. Kendati demikian, kondisi yang terjadi saat ini adalah sebaliknya. Hal ini terjadi karena banyaknya lahan pertanian dan lahan hijau yang diubah menjadi lahan pemukiman. Oleh karena itu, saat ini sangat diperlukan ide-ide kreatif agar ketersediaan lahan pangan tetap tercukupi meskipun lahan untuk pertanian jumlahnya sangat terbatas. Ide-ide kreatif tersebut sebagai berikut.

#### 1) Vertikultur

Merupakan teknik budidaya tanaman dengan cara membuat instalasi secara bertingkat (vertikal) dengan tujuan untuk meningkatkan jumlah tanaman di lahan terbatas.



*Sumber:* Dokumen Kemdikbud  
Gambar Vertikultur

2) Tabulampot (Tanaman Buah dalam Pot)

Merupakan cara bercocok dengan menggunakan pot sebagai tempat untuk mewadahi media tanam dan menanam tumbuhan.

3) Aeroponik

Aeroponik merupakan cara bercocok tanam dengan memanfaatkan udara sebagai media tanam utama. Dengan demikian, tidak dibutuhkan tanah atau lahan untuk bercocok tanam melainkan tanaman cukup digantungkan saja. Tumbuhan memperoleh nutrisi berupa air yang mengandung unsur hara yang disemprotkan langsung ke akar tumbuhan.

4) Bercocok tanam di atas atap rumah atau atap gedung

Cara bercocok tanam yang demikian, biasanya dilakukan di kota-kota besar yang sebagian besar lahan terbukanya digunakan untuk pemukiman.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

#### Aktivitas 3.5 Pengaruh Pertumbuhan Populasi terhadap Ketersediaan Ruang dan Lahan Pertanian

##### Apa yang kamu perlukan?

- Meteran tongkat
- Alat tulis (buku tulis dan bolpoin)

##### Apa yang harus kamu lakukan?

5. Bagilah kelasmu menjadi beberapa kelompok, masing-masing beranggotakan 4-5 orang.
6. Tunjuklah salah satu temanmu menjadi pengukur (dengan meteran tongkat) dan yang lainnya menjadi perekam (menggunakan lembar kerja).
7. Salah satu peserta didik (peserta didik yang telah ditunjuk) melakukan pengukuran menggunakan meteran tongkat untuk mengukur panjang dan lebar kelasmu. Peserta didik yang lain merekam data pada lembar kerja atau buku tulis.
8. Hitunglah luas kelasmu dengan menghitung panjang kali lebar untuk mendapatkan luas kelas dalam meter persegi.
9. Hitung jumlah peserta didik dan guru yang ada di dalam kelasmu.
10. Hitung luas ruang yang dimiliki setiap orang dengan rumus berikut.

$$\text{Luas ruang yang dimiliki setiap individu} = \frac{(\text{Luas Ruang Kelas (panjang} \times \text{lebar})}{(\text{Jumlah Peserta Didik di dalam Kelas})}$$

11. Hitunglah kepadatan di kelas (kepadatan penduduk) dengan rumus berikut.

$$\text{Kepadatan Kelas} = \frac{(\text{Jumlah Peserta didik di dalam Kelas})}{(\text{Luas Ruang Kelas})}$$

##### Diskusikan pertanyaan berikut ini!

1. Berdasarkan hasil perhitungan yang sudah kamu lakukan berapakah luas ruang yang dimiliki setiap individu?

Misalnya luas ruang kelas adalah  $6 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 24 \text{ m} = 2400 \text{ cm}$

Jumlah peserta didik di kelas tersebut adalah 30 peserta didik

$$\text{Luas ruang yang dimiliki setiap individu} = \frac{2400}{30} = 80 \text{ cm}$$

Jadi luas ruang yang dimiliki oleh setiap peserta didik di kelas tersebut adalah 80 cm.

2. Hitunglah jumlah kursi dan meja yang disediakan di kelasmu. Apakah setiap peserta didik mendapatkan satu kursi dan satu meja?

Apabila di kelas tersebut terdapat 30 buah kursi untuk peserta didik, maka setiap peserta didik mendapatkan satu buah kursi.

3. Bila jumlah individu di kelasmu menjadi 2 kali lipat, hitunglah berapakah luas ruang yang dimiliki setiap individu?

Misalnya luas ruang kelas adalah  $6 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 24 \text{ m} = 2400 \text{ cm}$

Jumlah peserta didik di kelas tersebut adalah 60 peserta didik

$$\text{Luas ruang yang dimiliki setiap individu} = \frac{2400}{60} = 40 \text{ cm}$$

Jadi luas ruang yang dimiliki oleh setiap peserta didik di kelas tersebut adalah 40 cm.

4. Apakah kepadatan penduduk kelas memengaruhi jumlah sumber daya (kursi dan meja di dalam kelas, dll) yang dibutuhkan setiap peserta didik?

Iya mempengaruhi. Apabila jumlah peserta didik di kelas tersebut adalah 30 peserta didik dan jumlah kursi di kelas tersebut adalah 30 buah kursi maka setiap peserta didik masih mendapatkan satu buah kursi. Kondisi akan menjadi sangat lain ketika jumlah peserta didik meningkat menjadi dua kali lipat, maka akan ada 30 peserta didik yang tidak mendapatkan kursi. Dengan demikian, dapat diketahui bahwa apabila terjadi peningkatan jumlah populasi, maka idealnya harus terjadi peningkatan sumber daya pula agar kebutuhan semua individu di dalam populasi tersebut dapat tercukupi.

5. Bila diibaratkan kepadatan kelas adalah kepadatan penduduk dan ruang kelas sedangkan kursi dan meja diibaratkan sebagai lahan pertanian (sawah). Diskusikan dengan kelompokmu dampak peningkatan kepadatan penduduk dengan tersedianya lahan pertanian (sawah)!
6. Apabila terjadi peningkatan jumlah penduduk, maka secara otomatis akan terjadi peningkatan jumlah lahan untuk kebutuhan tempat tinggal. Akhir-akhir ini banyak sekali kalangan yang kemudian mengubah lahan pertanian menjadi lahan pemukiman dengan alasan semakin mening-

katnya kebutuhan akan tempat tinggal. Berdasarkan kondisi tersebut, sangat memungkinkan sekali apabila terjadi peningkatan jumlah penduduk, maka jumlah lahan pertanian akan berkurang karena digunakan sebagai lahan pemukiman.

### Apa yang dapat kamu simpulkan?

Semakin banyak jumlah penduduk maka akan semakin luas pula lahan yang diperlukan untuk tempat tinggal dan semakin banyak pula Sumber Daya Alam yang diperlukan untuk mencukupi kebutuhan penduduk.

- m. Sebagai konsekuensi dari diubahnya lahan pertanian menjadi lahan pemukiman maka jumlah lahan pertanian atau lahan hijau semakin terbatas. Selanjutnya, peserta didik mendapatkan tugas untuk mencari informasi tentang ide-ide kreatif yang telah diusulkan oleh pihak-pihak tertentu untuk mengatasi kebutuhan pangan dan oksigen meskipun lahan pertanian jumlahnya terbatas. Tugas ini terdapat pada fitur ‘Ayo, Kita Cari Tahu’. Peserta didik dapat mencari informasi tersebut melalui internet, buku ensiklopedia, koran, televisi ataupun cara lainnya. Setelah menemukannya, peserta didik diminta menuliskan hasilnya dalam bentuk kliping dan menempatkannya di majalah dinding kelas atau sekolah.
- n. Setelah peserta didik mempelajari seluruh bagian yang terdapat pada Bab ini, guru dapat mengingatkan peserta didik untuk membaca fitur ‘Ayo, Kita Renungkan’. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk memunculkan rasa simpati peserta didik pada kondisi lingkungan. Dengan demikian, diharapkan peserta didik tergerak hatinya untuk menjaga keasrian dan kelestarian lingkungan. Selain itu juga untuk meningkatkan keimanan dan ketaqwaan terhadap Tuhan Yang Maha Esa.

## C. PENILAIAN DAN KISI-KISI PENCAPAIAN KOMPETENSI

### 1. Penilaian

Penilaian untuk mencapai indikator KI 1, KI 2, dan KI 4 dapat diamati selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian guru dapat merujuk pada Bagian Umum Bab 3 Penilaian Pembelajaran IPA. Penilaian KI 3 dapat dilihat pada kisi-kisi Pencapaian Kompetensi.

## 2. Kisi-kisi Pencapaian Kompetensi

### a. Kegiatan Siswa

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Perubahan komposisi penduduk		1	3	2	4	
	Menghitung volume sampah	1, 2		4		3	
	Menghitung jumlah air minum	1	2, 3		4	5	
	Hubungan antara pertumbuhan populasi dengan ketersediaan ruang dan lahan pertanian	2	1, 3		4	5	
Ayo, Selesaikan	Menghitung angka kelahiran dan kematian penduduk		✓				
Ayo, Diskusikan	Berbagai jenis migrasi yang dilakukan penduduk			✓			
	Beberapa jenis pencemaran	✓	✓				
Ayo, Kita Cari Tahu	Mencari informasi tentang jumlah penduduk di tempat tinggal peserta didik			1		2, 3	
	Mencari informasi tentang ide kreatif untuk mengatasi masalah keterbatasan lahan hijau dan lahan pertanian						
Ayo, Kita Pikirkan	Menghitung jumlah sampah suatu penduduk dalam satu bulan		✓				
Ayo, Kita Kerjakan Proyek	Membuat tulisan (artikel) tentang permasalahan lingkungan di sekitar siswa yang terjadi akibat peningkatan jumlah penduduk.						✓

## b. Uji Kompetensi

Indikator Butir Soal	Ranah kognitif/ jumlah soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Mengidentifikasi dampak yang ditimbulkan oleh pencemaran		B2	A2			
Mengidentifikasi beberapa upaya untuk mengurangi pencemaran		A5	A1			
Menyebutkan jumlah air tawar yang ada di Bumi	A3					
Memprediksikan perubahan populasi manusia pada kurun waktu tertentu				A 4 , B3		
Menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi dinamika penduduk		B1			B4	
Menghitung angka kelahiran, kematian, dan migrasi			A 6 , A7		A8	
Menyebutkan jenis-jenis migrasi		A10				
Menganalisis dampak yang terjadi akibat peningkatan jumlah penduduk	A9		B5			

## D. MATERI PENGAYAAN

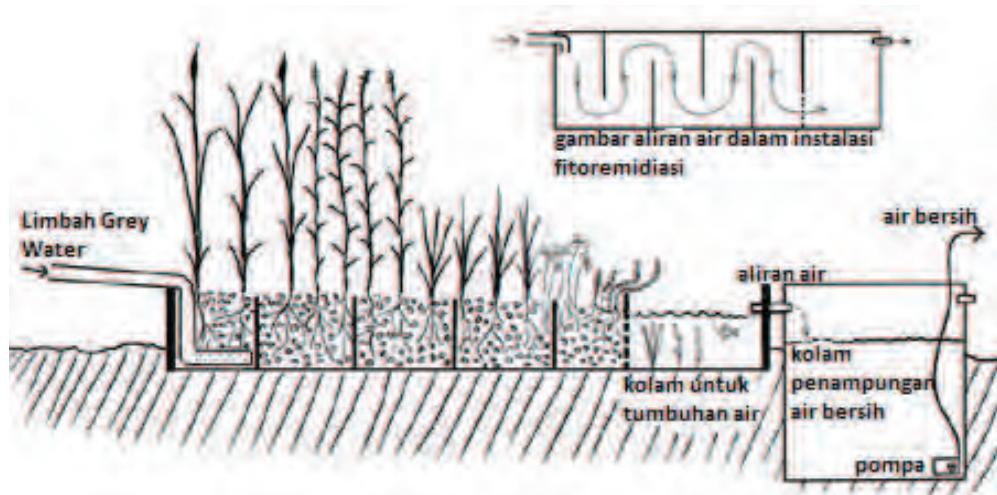
### Upaya Pengolahan Air Untuk Menjaga Ketersediaan Air Bersih

Salah satu dampak yang ditimbulkan akibat kepadatan penduduk adalah berkurangnya ketersediaan air bersih, sumber air seperti sungai atau sumur tercemar oleh limbah yang sebagian besar berasal dari kegiatan rumah tangga. Limbah cair yang berasal dari kegiatan rumah tangga ini termasuk limbah *grey water* yaitu bagian dari limbah cair domestik yang proses pengalirannya tidak melalui toilet, misalnya seperti air bekas mandi, air bekas mencuci pakaian, dan air bekas cucian dapur. Sebagian besar kandungan yang terdapat pada *grey water* adalah bahan organik yang mudah terdegradasi. Sekitar 60-85% dari total volume kebutuhan air bersih akan menjadi limbah cair domestik (Metcalf and Eddy, 2004). Kandungan utama *grey water* adalah nitrogen dan fosfor sehingga apabila dibuang secara langsung ke saluran drainase atau ke sungai maka akan menambah beban bahan pencemar dalam air sehingga berpotensi menyebabkan eutrofikasi. Eutrofikasi menyebabkan kandungan oksigen terlarut dalam air berkurang sehingga membahayakan makhluk hidup yang ada di badan air tersebut.

Melihat karakteristik dan kandungan air limbah *grey water* yang memiliki beban organik relatif kecil serta unsur nitrogen dan fosfat yang cukup tinggi, maka cara yang dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas airnya adalah dengan fitoremediasi. Unsur N serta P pada air limbah ini

merupakan pupuk alami bagi tumbuhan sehingga sistem pengolahan dapat dilaksanakan dengan teknologi yang sederhana, praktis, mudah dan murah dalam pemeliharaannya. Pengolahan *grey water* dengan konsep fitoremediasi ini memanfaatkan simbiosis mikroorganisme dalam tanah dengan akar tumbuhan yang mengeluarkan oksigen. Bahan organik yang terdapat dalam air limbah akan dirombak oleh mikroorganisme menjadi senyawa lebih sederhana dan akan dimanfaatkan oleh tumbuhan sebagai nutrien, sedangkan sistem perakaran tumbuhan air akan menghasilkan oksigen yang dapat digunakan sebagai sumber energi/katalis untuk rangkaian proses metabolisme bagi kehidupan mikroorganisme.

Pada skala rumah tangga dapat dibuat kolam penampungan kecil disekitar rumah atau kolam penampungan air terpadu dari beberapa rumah. Kolam pengolahan limbah tersebut dapat ditanami tumbuh-tumbuhan yang memiliki kemampuan fitoremediasi seperti keladi, pisang, lotus, Cana, dahlia, Akar wangi, bambu air, padi-padian, *papyrus*, Alamada dan lainnya tanaman air. Beberapa tanaman air yang mengapung juga dapat dimanfaatkan seperti pistia atau enceng gondok. Untuk perawatan tanaman-tanaman tersebut dapat disiangi daunnya, dan untuk tanaman apung perlu diremajakan agar kemampuan menyerap polutan tetap optimal dan laju pertumbuhannya terjaga. Unit instalasi harus didahului dengan bak pengendap untuk menghindari penyumbatan oleh partikel-partikel besar, kemudian untuk kolam kedua dilengkapi pipa air masuk dan keluar. Kolam disi dengan media koral (batu pecah atau kerikil) kemudian ditanami tumbuhan air dicampur beberapa jenis yang berjarak cukup rapat.



Gambar Skema Instalasi Kolam untuk Fitoremediasi



*Papirus*



*Bambu Air*



*Akar Wangi*



*Alamanda*



*Pistia*



*Keladi*

Gambar Beberapa Tumbuhan untuk Fitoremidiasi

## E. INTERAKSI DENGAN ORANG TUA

Siswa membantu orang tua untuk mengumpulkan sampah yang ada rumah.

## F. KUNCI JAWABAN UJI KOMPETENSI

### 1. Pilihan Ganda

- |      |       |
|------|-------|
| 1. C | 6. D  |
| 2. A | 7. C  |
| 3. D | 8. D  |
| 4. B | 9. C  |
| 5. B | 10. D |

## 2. Uraian

1. Berikut ini merupakan beberapa kemungkinan yang menyebabkan jumlah penduduk dalam suatu daerah tetap, meskipun komposisinya berubah-ubah.
  - Jumlah kelahiran sama dengan jumlah kematian
  - Jumlah imigrasi sama dengan jumlah emigrasi
2. Tumpahan minyak dapat membahayakan lingkungan karena beberapa hal.
  - Menyebabkan kematian pada berbagai macam organisme laut, seperti ikan, kepiting, udang, dll.
  - Lapisan minyak akan menghalangi pertukaran gas dari atmosfer sehingga dapat menyebabkan jumlah oksigen yang terlarut di dalam air hanya sedikit. Berkurangnya jumlah oksigen yang terlarut di dalam air dapat mengganggu kehidupan organisme laut. Lapisan minyak yang tergenang juga akan dapat menempel pada permukaan daun rumput laut serta tumbuhan laut lainnya sehingga mengganggu proses respirasi (pernapasan tumbuhan) serta fotosintesis.
  - Lapisan minyak yang terbentuk di permukaan laut akan dapat menutupi akar mangrove, sehingga proses pertukaran antara O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> pada akar mangrove berkurang. Pada waktu yang lama, kondisi ini akan dapat menyebabkan akar mangrove busuk dan kemudian menyebabkan kematian pada tumbuhan mangrove.
  - Dapat menyebabkan rusaknya ekosistem terumbu karang. Apabila minyak yang ada di permukaan air menempel di terumbu karang, maka akan dapat menyebabkan kematian pada terumbu karang.
3. Prediksi Jumlah Populasi Kota 1 dan Kota 2 pada 10 tahun yang akan datang.
  - a. Kota 1

Jumlah populasi tetap, karena rata-rata angka kelahiran dalam setahun sama dengan rata-rata angka kematian dalam setahun.
  - b. Kota 2

Rata-rata angka kelahiran dalam 1 tahun = 40

Rata-rata angka kelahiran dalam 10 tahun =  $40 \times 10 = 400$

Rata-rata angka kematian dalam 1 tahun = 10

Rata-rata angka kematian dalam 10 tahun =  $10 \times 10 = 100$

Berdasarkan penghitungan tersebut dapat diketahui bahwa setelah

sepuluh tahun, negara 2 mengalami perubahan jumlah populasi. Kondisi ini terjadi karena rata-rata angka kelahiran lebih besar daripada rata-rata angka kematian.

4. Penyebab terjadinya peningkatan populasi manusia dengan sangat cepat antara tahun 1800 dan 2000 adalah kesadaran masyarakat akan kesehatan serta kebersihan dari waktu ke waktu mengalami peningkatan. Meskipun mungkin antara tahun-tahun tersebut bermunculan berbagai jenis penyakit yang dapat menyebabkan kematian, tetapi dengan pesatnya perkembangan teknologi pada bidang kesehatan akan dapat membantu mengatasi hal tersebut, sehingga dapat mengurangi angka kematian yang disebabkan oleh penyakit-penyakit mematikan. Selain itu, dengan kemajuan teknologi pada bidang kesehatan, juga dapat menekan atau mengurangi angka kematian bayi yang baru dilahirkan serta ibu yang melahirkan.
5. Berikut ini permasalahan lingkungan yang akan muncul di kota tersebut akibat meningkatnya jumlah penduduk
  - Pencemaran akibat limbah serta sampah rumah tangga
  - Berkurangnya ketersediaan air bersih
  - Berkurangnya ketersediaan udara bersih
  - Berkurangnya lahan hijau dan lahan pertanian

## G. KEGIATAN PROYEK

Tugas proyek ini dapat dilaksanakan oleh peserta didik selama ± 2 minggu. Pada minggu pertama, peserta didik dapat melakukan pengamatan di lingkungan sekitar tempat tinggalnya untuk memeroleh informasi tentang permasalahan lingkungan yang terjadi yang diakibatkan oleh peningkatan jumlah penduduk. Selain itu, pada minggu tersebut peserta duduk juga diharapkan telah dapat menemukan solusi atas permasalahan yang ditemukan. Kemudian, pada minggu kedua, peserta didik membuat tulisan dalam bentuk artikel. Selama pelaksanaan tugas proyek ini, peserta didik diharuskan untuk selalu melakukan konsultasi dengan guru. Agar peserta didik dapat mengerjakan tugas ini dengan mudah, peserta didik dapat mencari informasi tersebut melalui internet, buku ensiklopedia, koran, televisi ataupun cara lainnya. Berkaitan dengan cara penilaian proyek ini, guru dapat merujuk cara penilaian yang terdapat pada bagian umum dengan disesuaikan tugas peserta didik.

# Bab 4

# Partikel Penyusun Benda Mati dan Makhluk Hidup

## A. PENGANTAR

Bab 4 pada buku ini memuat materi tentang partikel penyusun benda mati dan makhluk hidup. Pada bagian pertama materi dimulai dengan mengingatkan peserta didik tentang fotosintesis dimana gas karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) digunakan sebagai bahan dalam untuk menghasilkan glukosa. Pada bagian awak juga dijelaskan secara singkat unsur-unsur penyusun klorofil. Pada bagian ini peserta didik diarahkan dapat mengidentifikasi bahwa benda atau zat-zat yang ada di alam tersusun atas molekul-molekul dan molekul itu terdiri atas atom-atom. Atom-atom dapat berikatan satu sama lain membentuk senyawa baru. Setelah pendahuluan tersebut peserta didik akan belajar lebih dalam tentang (1) molekul dalam benda mati dan makhluk hidup, (2) atom dan partikel penyusunnya, (3) prinsip pembentukan molekul, dan (4) karakteristik bahan dalam kehidupan sehari-hari.

### 1. Kompetensi Dasar

- 3.4 Mendeskripsikan atom dan partikel penyusunnya, ion dan molekul, serta hubungannya dengan karakteristik material yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari

### 2. Indikator Pencapaian Kompetensi

- Menjelaskan molekul-molekul dan atom penyusun benda mati dan tubuh makhluk hidup
- Menjelaskan atom dan partikel-partikel penyusun atom
- Menjelaskan teori perkembangan atom
- Menjelaskan proton, neutron, dan elektron.
- Menghubungkan proton, neutron, dalam atom dengan nomor atom dan nomor massa
- Menjelaskan terbentuknya ion
- Menunjukkan pentingnya fungsi ion dalam tubuh manusia
- Menjelaskan proses pembentukan ikatan kovalen
- Mengidentifikasi unsur melalui percobaan uji nyala
- Mengidentifikasi karakteristik bahan-bahan dalam kehidupan sehari-hari

### 3. Alokasi Waktu

Materi ini dapat dibelajarkan kepada peserta didik dalam 4-5 pertemuan. Pertemuan pertama mencakup materi tentang molekul penyusun benda mati dan makhluk hidup. Pertemuan kedua tentang atom dan partikel penyusunnya, pertemuan ketiga tentang pembentukan molekul, dan pertemuan keempat tentang karakteristik bahan dalam kehidupan sehari-hari. Pertemuan kelima dapat digunakan untuk latihan soal dan uji kompetensi.

### 4. Materi Esensial

- a. Materi yang ada di sekitar kita tersusun atas molekul-molekul yang mempunyai rumus kimia tertentu. Jenis atom, perbandingan jumlah atom dalam suatu molekul adalah tertentu dan tetap. Perbedaan susunan molekul dalam zat, perbedaan jenis ikatan menyebabkan zat-zat mempunyai sifat yang berbeda.
- b. Identifikasi suatu materi mengandung unsur-unsur yang berbeda dapat dilakukan dengan uji bakar atau uji nyala bahan. Bahan yang dibakar akan menghasilkan bau yang berbeda. Bahan yang dipanaskan dapat menghasilkan nyala yang berbeda-beda.
- c. Teori atom telah berkembang sejak ratusan tahun mulai dari konsep atom Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, dan mekanika gelombang. Perubahan teori disebabkan karena ditemukan data yang baru berdasarkan hasil penelitian. Teori yang lebih baru dan dapat diterima adalah teori yang paling tepat menjelaskan fakta yang ada. Pada saat ini digunakan teori atom mekanika gelombang namun karena sulit dipahami untuk peserta didik SMP cukup dipahamkan berdasar teori atom Bohr.
- d. Partikel penyusun atom terdiri atas elektron yang mengelilingi inti pada orbitnya, proton dan neutron berada di pusat inti. Massa atom berpusat pada inti (tersusun atas proton dan neutron)
- e. Elektron dalam atom mengelilingi inti pada kulit-kulit atom. Masing-masing kulit atom dapat ditempati oleh elektron dalam jumlah tertentu. Misalnya kulit K =2, L=8, M=18.
- f. Unsur-unsur gas mulia adalah unsur-unsur stabil di alam. Dari susunan elektronnya, gas mulia mempunyai 8 elektron pada kulit terluarnya. Oleh sebab itu, untuk memperoleh kestabilannya, atom-atom dapat melepaskan atau menerima elektron agar jumlah elektron pada kulit terluarnya berjumlah 8.
- g. Untuk mencapai kestabilan, atom-atom dapat melepaskan dan menerima elektron sehingga membentuk ion positif dan ion negatif.

- Kedua ion ini tarik menarik membentuk ikatan ion. Senyawa yang mempunyai ikatan ion disebut senyawa ionik.
- h. Atom-atom juga dapat menggunakan bersama pasangan elektron membentuk ikatan kovalen. Senyawa yang dihasilkan disebut senyawa kovalen.
  - i. Karakteristik suatu bahan ditentukan oleh jenis unsur penyusunnya dan struktur molekul-molekul yang menyusun bahan itu. Contoh yang baik untuk menjelaskan pengaruh struktur molekul terhadap karakteristik suatu bahan adalah intan dan grafit yang kedua materi ini tersusun atas atom-atom yang sama tetapi berbeda ikatan. Perbedaan ikatan dan struktur molekul-molekul penyusunnya menyebabkan materi itu mempunyai sifat-sifat yang berbeda.

## B. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Pada pembelajaran Bab IV ini, guru dapat menerapkan pembelajaran *Problem Based Learning (PBL)*, *Inquiry*, *Learning Cycle*, *Group Investigation (GI)*, *Discovery Learning*, *Creative Problem Solving (CPS)* atau model pembelajaran lain, yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

### Bagian Pendahuluan

- a. Guru dapat mengingatkan kembali pembahasan mengenai fotosintesis yang telah dipelajari pada kelas VII. Guru dapat bertanya dengan pertanyaan berikut:
  - Masih ingatkah kalian apa itu fotosintesis?
  - Di manakah terjadinya fotosintesis?
  - Zat-zat apa sajakah yang diperlukan dalam fotosintesis?
  - Zat-zat apakah yang dihasilkan dalam fotosintesis?
  - Digunakan untuk apakah zat-zat yang dihasilkan dalam proses fotosintesis?
- b. Pada bagian awal ini guru dapat menjelaskan bahwa proses fotosintesis terjadi dalam organel (komponen) daun yang mengandung klorofil yaitu kloroplas. Klorofil merupakan senyawa yang tersusun atas beberapa atom di antaranya karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), dan magnesium (Mg) (lihat Gambar 4.1 di buku peserta didik)

## **Materi Bagian A. Molekul dalam Benda Mati dan Makhluk Hidup**

### **1. Molekul dalam Benda Mati dan Makhluk Hidup**

- a. Guru dapat menjelaskan bahwa zat-zat hasil fotosintesis misalnya glukosa dan amilum digunakan tumbuhan sebagai salah satu sumber untuk tumbuh sehingga terbentuk daun, batang, akar, dan organ lain pada tumbuhan. Tekankan bahwa setiap benda sebenarnya tersusun atas materi yang sangat kecil yaitu atom.
- b. Guru selanjutnya dapat bertanya dengan pertanyaan berikut:
  - Tahukah kalian humus dan pupuk kompos?
  - Terbuat dari apakah humus dan pupuk kompos itu?
  - Bagaimana proses pembentukan humus dan pupuk kompos?
- c. Guru dapat menjelaskan bahwa humus terbentuk dari dedaunan yang sudah tua kemudian jatuh di tanah dan mengalami proses pembusukan atau penguraian, sedangkan kompos tidak hanya dari dedaunan, tetapi dapat dari ranting, sisa sayuran, bahkan dari kotoran sapi yang telah mengalami penguraian.
- d. Selanjutnya guru dapat menjelaskan bahwa proses fotosintesis dan pembusukan merupakan proses kimia yang melibatkan pembentukan atau pemutusan ikatan kimia.
- e. Guru dapat menjelaskan jawaban dari pertanyaan-pertanyaan tersebut secara klasikal.
- f. Setelah itu, guru dapat menunjukkan pensil dan kentang. Guru dapat mengajukan pertanyaan seperti berikut:
  - Menurut kalian apa saja karakteristik dari kayu pada pensil dibandingkan dengan kentang?
  - Tahukah kalian zat-zat penyusun kayu pada pensil dan pada kentang yang biasa kita konsumsi?
  - Apakah zat-zat penyusun kayu pada pensil dan pada kentang yang biasa kita konsumsi sama atau berbeda?
  - Tahukah kalian terbuat dari apakah “isi” pensil?
  - Pernahkah kalian melihat intan? Terbuat dari apakah intan itu?
- g. Berikan sedikit penjelasan terkait pertanyaan tersebut.

#### **Alternatif Jawaban:**

- Kayu memiliki karakteristik kuat dan tidak bisa dicerna oleh tubuh manusia, sedangkan kentang memiliki karakteristik lunak dan dapat dicerna.
- Kayu tersusun atas senyawa selulosa sedangkan kentang tersusun atas amilum (lihat Gambar 4.4)

- Isi pensil terbuat dari grafit. Grafit ini tersusun atas atom karbon.
  - Intan, juga tersusun atas atom karbon. Namun memiliki struktur yang berbeda dengan grafit (lihat subbab Intan dan Grafit).
- h. Untuk memulai praktikum guru dapat bertanya sebagai mana berikut: “Bagaimana kalian dapat mengetahui bahwa materi yang ada di sekitarmu mengandung zat yang berbeda? Untuk melakukannya ayo lakukan percobaan 4.1”.
- i. Peserta didik dibagi dalam kelompok-kelompok kecil. Setelah percobaan lakukan diskusi kelas untuk mengkonstruksi konsep bahwa bahan-bahan yang berbeda bila dibakar menghasilkan bau yang berbeda. Bau yang berbeda ini disebabkan oleh kandungan zat dalam bahan berbeda.
- j. Guru dapat meminta pada peserta didik menganalisis Gambar 4.4 tentang struktur molekul amilum dan selulosa. Guru dapat memint pada peserta didik untuk menjelaskan apa yang berbeda dari struktur molekul amilum dan selulosa. Ajukan pertanyaan untuk mengkonstruksi konsep cara molekul berikatan dapat menghasilkan sifat bahan yang berbeda.
- k. Peserta didik diminta mengamati unsur-unsur penyusun tubuh makhluk hidup pada Tabel 4.2.

## Materi Bagian B: Atom dan Partikel Penyusunnya

### 1. Partikel Subatom

- a. Guru dapat mengingatkan peserta didik pada konsep molekul dan konsep atom sebagai unit penyusun molekul, kemudian guru memberikan konsep baru yaitu mengenai konsep partikel subatom sebagai penyusun atom dengan bertanya pada peserta didik dengan pertanyaan berikut:
- Bagaimana kita tahu bahwa atom tersusun oleh partikel atom?
- b. Guru bertanya pada peserta didik tentang konsep elektron dengan sebelumnya meminta peserta didik untuk mengamati warna lampu neon pada Gambar 4.6.
- c. Guru bertanya pada peserta didik tentang konsep kulit elektron berdasarkan contoh warna-warni kembang api.
- d. Peserta didik dibagi dalam kelompok-kelompok kecil, kemudian masing-masing kelompok diminta menjelaskan perbedaan dan persamaan teori atom yang ada pada Tabel 4.3. Mintalah peserta didik menjelaskan mengapa teori atom yang paling baru yang digunakan? Lakukan tanya jawab untuk mengkonstruksi konsep bahwa teori atom yang paling baru paling tepat menjelaskan fenomena-fenomena yang ada di alam.

- e. Peserta didik diminta untuk mendiskusikan bagian-bagian atom yang terdiri atas inti atom dan elektron. Inti atom berisi proton dan neutron. Setelah memahami bagian-bagian atom, mintalah peserta didik mendiskusikan mengapa lampu-lampu yang berisi gas mulia dapat berwarna-warni? Jelaskan dengan adanya elektron yang dapat berpindah-pindah dari kulit atom yang satu dengan yang lainnya.
- f. Guru meminta peserta didik untuk mendiskusikan perbedaan antar model molekul yang satu dengan yang lainnya dengan memperhatikan dan membuat pemodelan molekul menurut model molekul Dalton.
- g. Selanjutnya guru mengaitkan pembelajaran dengan contoh aplikasi dari konsep partikel subatom pada bidang keilmuan yaitu mikroskop elektron dan pada bidang kesehatan yaitu analisa penyakit dengan sinar X atau Roentgen.

## 2. Nomor Atom dan Nomor Massa

- a. Guru meminta peserta didik untuk mengingat kembali mengenai konsep unsur dan partikel subatom. Guru menjelaskan mengenai nomor atom, nomor massa dan jumlah neutron dalam suatu atom dan hubungan ketiganya.
- b. Guru meminta peserta didik mendiskusikan dan melengkapi data pada Tabel 4.4 berdasarkan rumus nomor atom dan nomor massa yang telah diberikan.

**Tabel 4.4** Atom dan Partikel Penyusunnya

No	Nama Atom	Lambang Atom	Jumlah Partikel Penyusun Atom			Z	A	${}^{\text{A}}_{\text{Z}}\text{X}$
			e	p	n			
1.	Hidrogen	H	1	1	0	1	1	${}^1_1\text{H}$
2.	Helium	He	2	2	2	2	4	${}^4_2\text{He}$
3.	Karbon	C	6	6	6	6	12	${}^{12}_6\text{C}$
4.	Karbon	C	6	6	8	6	13	${}^{13}_6\text{C}$
5.	Karbon	C	6	6	8	6	14	${}^{14}_6\text{C}$
6.	Fluor	F	9	9	10	9	19	${}^{19}_9\text{F}$
7.	Magnesium	Mg	12	12	12	12	24	${}^{24}_{12}\text{Mg}$

No	Nama Atom	Lambang Atom	Jumlah Partikel Penyusun Atom			Z	A	Lambang ${}^A_Z X$
			e	p	n			
8.	Kalium	K	19	19	20	19	39	${}^{39}_{19} K$
9.	Brom	Br	35	35	45	25	80	${}^{80}_{35} Br$
10.	Kripton	Kr	36	36	48	36	84	${}^{84}_{36} Kr$

**Keterangan:**

e = elektron; p = proton; n = neutron; Z = nomor atom  
 A = nomor massa

- Guru menjelaskan mengenai unsur-unsur di alam yang penting untuk kehidupan manusia dan unsur yang berbahaya bagi kehidupan manusia.
- Guru menjelaskan keterkaitan konsep nomor atom dan nomor massa dengan cara arkeolog mengukur umur fosil yang telah ditemukan. Lihat fitur “Tahukah Kamu?”.
- Guru diharapkan tidak lupa untuk mengaitkan materi pembelajaran dengan KI 1 sehingga kompetensi spiritual peserta didik dapat meningkat.

## Materi Bagian C: Prinsip Pembentukan Molekul

### 1. Konfigurasi Elektron

- Guru dapat memulai pembelajaran dengan bertanya kepada peserta didik:
  - Pernahkah kalian mengamati garam dapur?
  - Tahukah kalian tersusun atas unsur apakah garam dapur itu?
  - Bagaimana rumus kimia garam dapur?
  - Bagaimana proses pembentukan garam dapur?
  - Mengapa rumus kimia garam dapur adalah NaCl? Bukan  $Na_2Cl$  atau  $Na_4Cl$ ?
- Guru dapat menjelaskan prinsip dari konfigurasi elektron.
- Guru menjelaskan bahwa pembentukan senyawa kimia misalnya garam dapur (NaCl) diakibatkan adanya konfigurasi atau susunan elektron. Adanya konfigurasi elektron inilah yang menentukan rumus kimia suatu senyawa.

- d. Setelah peserta didik memahami prinsip dasar konfigurasi elektron. Guru mengajak peserta didik untuk mendiskusikan jumlah elektron terbanyak yang dapat menempati pada suatu kulit tertentu.
- e. Peserta didik diajak untuk mengerjakan “Ayo, Kita Diskusikan”



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Konfigurasi elektron dari  $(Mg)(Z=12)$ , fosfor  $(P)(Z=15)$ , dan kalium  $(K)(Z=19)$  adalah sebagai berikut:

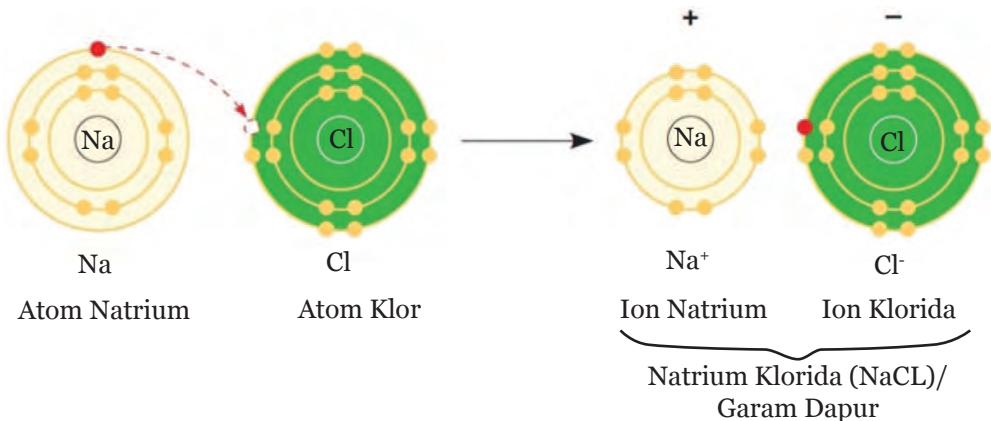
- 1.  $Mg = 2\ 8\ 2$
- 2.  $P = 2\ 8\ 5$
- 3.  $K = 2\ 8\ 8\ 1$

- f. Guru meminta peserta didik melakukan Aktivitas 4.2 yaitu membuat model atom Bohr, dengan langkah sebagai berikut:
  - Guru membagi peserta didik dalam beberapa kelompok kecil
  - Peserta didik dapat menentukan jenis atom yang akan dimodelkan dan menentukan jumlah proton, neutron, dan elektron dari atom tersebut.
  - Peserta didik membuat bulatan sebesar kelereng dengan plastisin (untuk elektron yang lebih kecil) dengan warna yang berbeda untuk neutron, proton, dan elektron.
  - Peserta didik membuat lingkaran kulit-kulit atom menggunakan kawat tembaga dengan jari-jari yang berbeda untuk kulit atom berbeda
  - Peserta didik menempelkan plastisin sebagai elektron pada lingkaran kawat sesuai dengan jenis atomnya
  - Peserta didik menempelkan plastisin pada kawat tembaga sesuai dengan atom yang ingin diperagakan oleh peserta didik secara berkelompok
  - Peserta didik memberikan nama dan lambang untuk atom yang dibuat
  - Peserta didik mempresentasikan model atom yang dibuat di kelas

- Guru memberikan penguatan terhadap presentasi yang dilakukan peserta didik dan memberikan apresiasi atas kerjasama kelompok

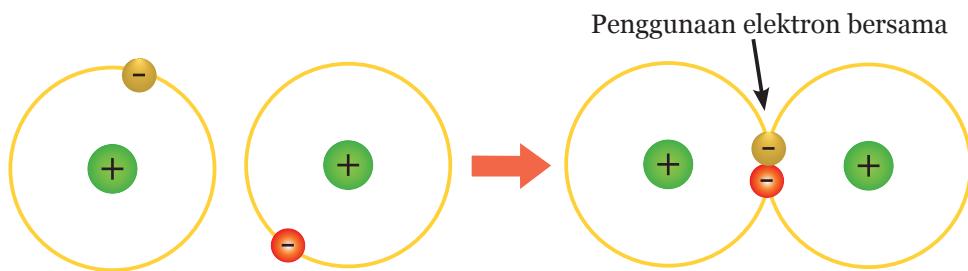
## 2. Ion

- a. Materi ini masih terkait erat dengan materi sebelumnya yaitu konfigurasi elektron
  - b. Guru dapat menjelaskan bahwa gas-gas mulia di alam adalah unsur yang stabil. Berdasarkan susunan elektron pada kulit-kulit atom diketahui bahwa elektron pada kulit terluarnya 8. Unsur-unsur lain akan berusaha mencapai elektron terluar 8 dengan cara melepaskan atau menerima elektron. Unsur yang memiliki elektron terluar  $> 5$  cenderung mengikat atau menerima elektron, sedangkan unsur yang memiliki elektron  $< 4$  cenderung melepaskan elektron. Gunakan gambar berikut menjelaskan terbentuknya ion dan ikatan ionik antara  $\text{Na}^+$  dan  $\text{Cl}^-$ .



## Gambar Serah Terima Elektron pada Pembentukan Garam Dapur

- c. Setelah memahami konsep ion guru dapat menugaskan peserta didik untuk mengerjakan fitur “Ayo, Kita Cari Tahu” tentang ion-ion pada minuman penyegar agar pembelajaran lebih kontekstual.
  - d. Guru dapat menjelaskan bahwa cara lain atom-atom mencapai 2 atau 8 elektron adalah dengan cara menggunakan bersama pasangan elektron. Penejelasan dapat dilakukan dengan cara menganalisis  $H_2$ ,  $Cl_2$ , kemudian  $O_2$ , dan  $N_2$ .

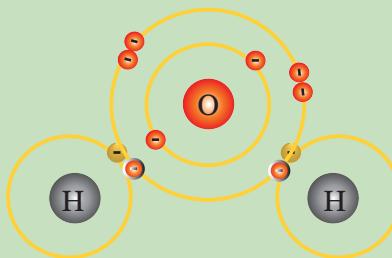


Gambar Penggunaan Elektron Bersama pada Molekul  $\text{H}_2$

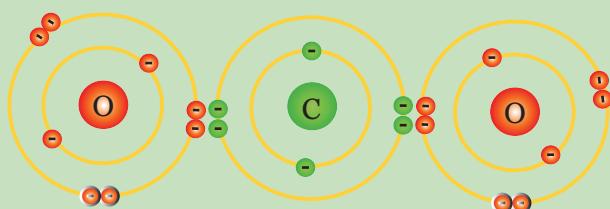
- e. Guru dapat memberikan contoh ikatan kovalen yang terjadi pada  $\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{CO}_2$  atau juga pada  $\text{NH}_3$ . Senyawa-senyawa yang atom-atomnya berikatan kovalen disebut senyawa kovalen.
- f. Setelah peserta didik memahami penggunaan elektron bersama. Guru dapat menugaskan peserta didik untuk mengerjakan fitur Ayo, Kita Selesaikan tentang penggunaan elektron bersama.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan



Penggunaan pasangan elektron bersama pada  $\text{H}_2\text{O}$



Penggunaan pasangan elektron bersama pada  $\text{CO}_2$

- g. Pada akhir subbab ion ini terdapat info tentang peranan ion dalam tubuh, jangan lupa untuk mengaitkan info ini dengan KI 1.

### 3. Identifikasi Unsur

- a. Guru dapat bertanya:
  - Pernahkah kalian melihat kembang api?
  - Bagaimana warna dari kembang api?
  - Bagaimana kembang api bisa menghasilkan warna yang beragam?
- b. Selanjutnya guru dapat langsung mengarahkan peserta didik untuk melakukan Aktivitas 4.2.
- c. Setelah melakukan aktivitas tersebut guru dapat membimbing diskusi kelas.
- d. Arahkan peserta didik untuk mengkonstruksi konsep bahwa beberapa unsur yang dibakar dapat menghasilkan warna nyala tertentu.
- e. Warna nyala kuning pada pembakaran garam muncul karena adanya transisi (perpindahan) elektron dari kulit yang lebih tinggi ke kulit yang lebih rendah. Begitu juga warna hijau dari pembakaran tembaga. Masing-masing unsur akan menghasilkan warna yang berbeda ketika dilakukan pembakaran. Prinsip tersebut digunakan oleh ilmuwan untuk mengidentifikasi kadar suatu unsur pada suatu bahan.

### Materi Bagian D. Karakteistik Benda dalam Kehidupan Sehari-Hari

- a. Guru dapat memulai pembelajaran dengan meminta peserta didik memperhatikan Gambar 4.25 atau dapat menggunakan tempat sampah asli yang ada disekolah. Guru selanjutnya dapat bertanya:
  - Mengapa kita harus memasukkan sampah sesuai dengan tempat sampah yang telah disediakan?”
- b. Guru selanjutnya dapat menjelaskan bahwa masing-masing sampah tersebut terbentuk dari bahan-bahan atau unsur-unsur yang berbeda. Sampah-sampah dari sisa-sisa tumbuhan akan mudah dihancurkan oleh bakteri dalam tanah sedangkan sampah-sampah dari bahan kimia seperti kaca, plastik, logam lebih sukar dihancurkan. Oleh sebab itu, kamu perlu memisahkan jenis sampah tersebut. Melalui aktivitas mengklasifikasikan sampah kita akan lebih mudah memproses sampah tersebut.
- c. Guru dapat bertanya: “Masih ingatkah kalian perbedaan intan dan “isi” pensil?”

- d. Guru selanjutnya dapat menginstruksikan peserta didik untuk mengamati Gambar 4.26 tentang struktur intan dan grafit. Guru dapat meminta siswa untuk menganalisis unsur penyusun dan struktur dari intan dan grafit. Lalu, guru dapat meminta peserta didik untuk menyimpulkan.

#### **Alternatif Kesimpulan:**

Meskipun suatu bahan tersusun dari atom-atom yang sama, namun jika struktur atau susunan dari atom-atom tersebut berbeda maka benda dapat memiliki karakteristik atau sifat-sifat yang berbeda.

- e. Untuk materi tentang plastik dapat mengaitkan dengan kegiatan proyek. Guru dapat meminta peserta didik untuk mempresentasikan temuan dari proyek yang telah dilakukan. Peserta didik selesai mempresentasikan, guru dapat memberikan penguatan konsep dengan menjelaskan secara klasikal.
- f. Untuk menjelaskan materi tentang logam guru dapat meminta peserta didik mengamati Gambar 4.35 atau menayangkan gambar tower operator seluler. Selanjutnya guru bertanya “Mengapa bangunan tersebut tetap dapat bertahan meskipun terkena hembusan angin kuat maupun gempa?” Lalu guru dapat menjelaskan jenis-jenis logam baja, *stainless steel*, dan baja ringan.
- g. Untuk memulai penjelasan materi tulang dan gigi guru dapat bertanya:
- Apakah zat-zat penyusun tulang dan gigi kita?
  - Apa hubungan antara kandungan zat-zat dalam pasta gigi dengan zat-zat penyusun gigi kita?
- h. Selanjutnya guru dapat menjelaskan tentang zat-zat penyusun tulang dan gigi. Guru dapat meminta peserta didik untuk mencari tahu komposisi dari pasta gigi dan peranannya dalam menjaga kesehatan gigi dan mulut.

## **C. PENILAIAN DAN KISI-KISI PENCAPAIAN KOMPETENSI**

### **1. Penilaian**

Penilaian untuk mencapai indikator KI 1, KI 2, dan KI 4 dapat diamati selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian guru dapat merujuk pada Bagian Umum Bab 3. Penilaian Pembelajaran IPA. Penilaian KI 3 dapat dilihat pada kisi-kisi Pencapaian Kompetensi.

## 2. Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi

### a. Kegiatan Peserta Didik

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Mengidentifikasi perbedaan zat yang terkandung dalam suatu bahan		√ (1), (2)		√ (3), (4)	√ (5)	
	Membuat model atom Bohr						√
	Mengidentifikasi Unsur Melalui Pembakaran				√		
Ayo, Kita Selesaikan	Menentukan banyaknya pasangan elektron bersama				√		
Ayo, Kita Diskusikan	Membedakan model atom yang satu dengan yang lainnya				√		
	Konfigurasi elektron				√		
Ayo, Kita Cari Tahu	Mencari informasi tentang kandungan pasta gigi			√			
Ayo, Kita Kerjakan Proyek	Mengidentifikasi jenis plastik yang mencemari lingkungan				√		

### b. Uji Kompetensi

Indikator butir soal	Ranah kognitif/jumlah soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Menjelaskan teori perkembangan atom	A1					
Menjelaskan proton, neutron, dan elektron			A2, A3, A4			

Indikator butir soal	Ranah kognitif/jumlah soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Menjelaskan atom dan partikel-partikel penyusun atom	A5 B5				B3	
Menjelaskan molekul-molekul dan atom penyusun benda mati dan tubuh makhluk hidup	A6 B4	A10		B1		
Mengidentifikasi karakteristik benda dalam kehidupan sehari-hari		A7				
Menjelaskan terbentuknya ion	A8, A9			B2		

## D. MATERI PENGAYAAN

### LED (*Lighting Emitting Diode*)

LED (*Lighting Emitting Diode*) merupakan dioda semikonduktor yang tersusun atas sebuah chip materi semikonduktor yang digunakan untuk menciptakan suatu struktur yang disebut *pn junction*. Ketika disambungkan dengan sumber energi, terdapat aliran dari sisi-*p* (anoda) ke sisi-*n* (katoda) dan tidak pada arah sebaliknya. Ketika sebuah elektron mencapai lubang elektron, energinya menjadi rendah dan mengeluarkan energi dalam bentuk sebuah *photon* (cahaya). Keuntungan menggunakan LED ialah dapat menghemat 90% energi bila dibandingkan dengan menggunakan lampu biasa serta LED dapat bertahan lama. Arus listrik yang dapat mengalir pada LED antara 10 mA - 20 mA dan tegangan antara 1,6 V - 3,5 V bergantung pada warna yang dihasilkan. Jika arus atau tegangan yang mengalir lebih besar dari batasan tersebut, maka LED akan terbakar dan tidak dapat digunakan. Agar LED tidak mudah terbakar maka dapat digunakan resistor yang berfungsi sebagai pembatas arus dan pembagi tegangan. Resistor merupakan komponen elektronik yang memberikan hambatan terhadap perpindahan elektron (muatan negatif). Besarnya hambatan diekspresikan dalam satuan Ohm.

## E. INTERAKSI DENGAN ORANG TUA

Sesuai dengan yang ada di buku peserta didik, ada beberapa hal yang perlu ada interaksi dengan orang tua, yaitu.

1. Membantu peserta didik pada saat peserta didik melakukan penyelidikan terkait jenis plastik yang mencemari lingkungan
2. Peserta didik diharapkan dapat mengajak keluarga untuk lebih peduli dengan lingkungan.

## F. KUNCI JAWABAN UJI KOMPETENSI

### 1. Pilihan Ganda

1. C
2. D
3. A
4. D
5. B
6. C
7. D
8. B
9. B
10. C

### 2. Uraian

1. Karbon monoksida merupakan gas yang tidak berbau dan tidak berwarna. Gas ini bersifat racun dan dihasilkan antara lain dari pembakaran yang tidak sempurna pada kendaraan bermotor.
  - a) Tuliskan rumus molekul karbon monoksida!  
Jawab: CO
  - b) Berdasarkan jenis atom yang membentuknya, tergolong dalam molekul jenis apakah karbon monoksida?  
Jawab: Molekul unsur
  - c) Diskusikan dengan teman kalian mengapa gas karbon monoksida berbahaya!  
Jawab: Hemoglobin dalam darah manusia lebih cepat melakukan pengikatan terhadap gas CO daripada gas Oksigen. Dapat dikatakan keberadaan gas CO menghambat penyerapan gas oksigen. kekurangan oksigen dapat menyebabkan tubuh mengalami gangguan.

2. Suatu jenis minuman suplemen mengandung ion-ion sebagai pengganti ion tubuh yang hilang setelah beraktivitas. Berikut ini adalah beberapa pernyataan mengenai minuman tersebut, berikan nilai Benar/Salah untuk masing-masing pernyataan dan berikan alasannya!

- a) Minuman tersebut termasuk ke dalam larutan

Jawab: Benar. Larutan isotonik merupakan air yang diberi tambahan elektrolit dan gula.

- b) Ion merupakan molekul yang bermuatan

Jawab: Benar.

- c) Ion merupakan atom yang bermuatan

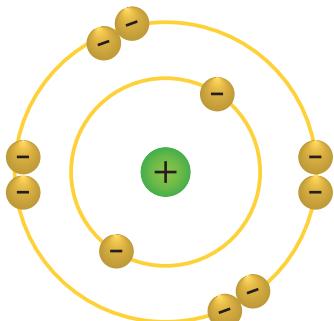
Jawab: Benar.

- d) Minuman tersebut termasuk senyawa

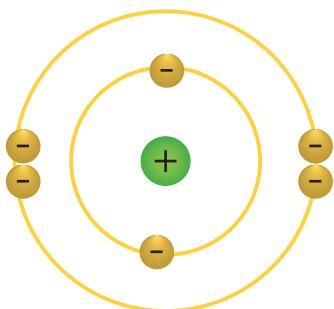
Jawab: Benar. karena terdiri dari dua jenis atom atau lebih.

3. Konfigurasi elektron:

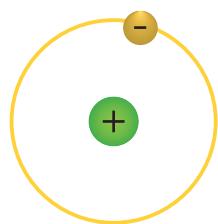
- a)  ${}_{10}^{Ne}$  : 2, 8



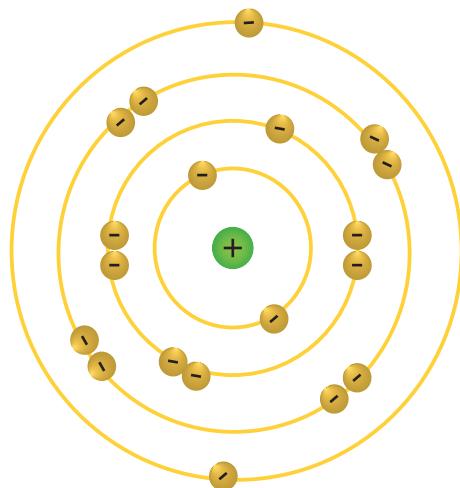
- b)  ${}_{6}^{C}$  : 2, 4



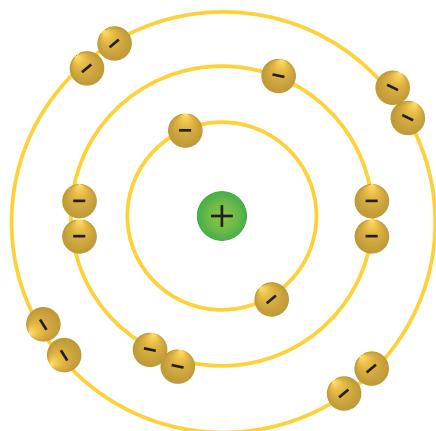
c)  ${}_1\text{H} : 1$



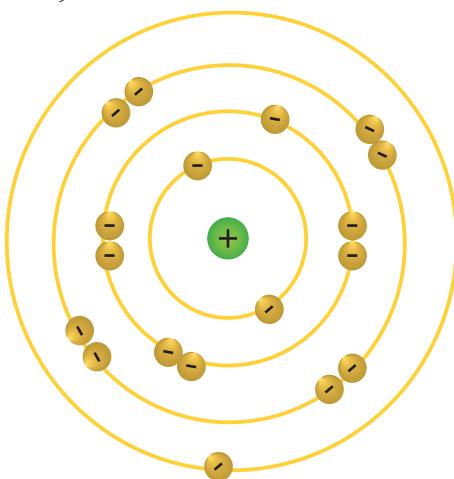
d)  $_{20}\text{Ca} : 2, 8, 8, 2$



e)  $_{18}\text{Ar} : 2, 8, 8$



f)  ${}_{19}K : 2, 8, 8, 1$



4. Gula adalah **senyawa** tersusun atas **molekul gula**. Molekul gula tersusun atas pertikel-partikel kecil yang disebut **atom**.
5. Lengkapi tabel berikut yang menunjukkan jumlah atom dari masing-masing elemen dari asam sulfat

Unsur	Jumlah atom
Hidrogen	2
Sulfur	1
Oksigen	4

## G. KEGIATAN PROYEK

- a. Jelaskan proyek ini diawal pembelajaran bab ini!
- b. Guru memulai pemberian proyek dengan bertanya kepada peserta didik.
- c. Berikan penjelasan prosedur pelaksanaan proyek dan apa manfaat dari melakukan proyek ini.
- d. Proyek ini diperkirakan membutuhkan waktu 2 minggu.
- e. Setelah peserta didik menyelesaikan proyek ini, peserta didik dapat diminta untuk mempresentasikan hasilnya di kelas saat materi plastik.
- f. Guru dapat membimbing peserta didik untuk mengkampanyekan upaya menanggulangi sampah plastik di sekolah.
- g. Penilaian poster dapat dilihat pada bagian umum bab penilaian.

# Bab 5

# Kelistrikan dan Teknologi Listrik di Lingkungan

## A. PENGANTAR

Bab 5 pada buku ini memuat materi tentang kelistrikan dan teknologi listrik di lingkungan. Pada bagian pertama bab ini peserta didik akan mempelajari tentang listrik statis. Pokok bahasan listrik statis mencakup materi muatan listrik, hukum Coulomb, Beda potensial dan energi listrik, medan listrik, kelistrikan pada sistem saraf, hantaran listrik, dan hewan-hewan penghasil listrik. Selanjutnya, pada bagian kedua bab ini peserta didik akan memperlajari tentang listrik dinamis yang mencakup materi arus listrik, rangkaian listrik, hukum Kirchoff, sumber arus listrik, dan sumber-sumber energi listrik. Terakhir, pada bagian ketiga pada bab ini peserta didik akan mempelajari tentang teknologi dalam lingkungan. Pokok bahasan teknologi dalam lingkungan peserta didik akan mempelajari upaya penghematan listrik, penggunaan teknologi listrik di lingkungan sekitar dan pencegahan bahaya penggunaan listrik dalam kehidupan.

### 1. Kompetensi Dasar

- 3.5 Memahami konsep listrik statis, muatan listrik, potensial listrik, hantaran listrik, kelistrikan pada sistem syaraf dan contohnya pada hewan-hewan yang mengandung listrik
- 3.6 Mendeskripsikan karakteristik rangkaian listrik, transmisi energi listrik, sumber-sumber energi listrik alternatif (termasuk bioenergi), berbagai upaya dalam menghemat energi listrik, serta penggunaan teknologi listrik di lingkungan sekitar
- 4.4 Melakukan percobaan untuk menyelidiki muatan listrik statis dan interaksinya, serta sifat hantaran listrik bahan
- 4.5 Melakukan penyelidikan untuk menemukan karakteristik rangkaian listrik, serta hubungan energi listrik dengan tegangan, kuat arus dan waktu pemakaian

### 2. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator Pencapaian Kompetensi Bab 5 tentang Kelistrikan dan Teknologi Listrik di Lingkungan dikembangkan oleh guru dengan mengacu pada KI dan KD pada lampiran Permendikbud No.58 tahun 2014. Peserta didik perlu diberi indikator pencapaian kompetensi yang sesuai untuk mencapai kompetensi dasar. Indikator pencapaian kompetensi yang tercantum pada Buku Guru ini dapat dikembangkan lagi oleh guru. Berikut beberapa indikator pen-

capaian kompetensi yang dikembangkan untuk mencapai KD 3.5, KD 3.6, KD 4.4 dan KD 4.5.

- Menyebutkan contoh gejala kelistrikan yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari.
- Menyebutkan jenis-jenis muatan listrik.
- Menjelaskan interaksi dua muatan listrik.
- Menjelaskan fungsi dan prinsip kerja elektroskop.
- Menyebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi besar gaya Coulomb dua muatan listrik.
- Menghitung besarnya gaya Coulomb dua muatan listrik.
- Menghitung besar medan listrik.
- Menjelaskan prinsip kerja baterai alternatif dari buah.
- Mengidentifikasi jenis rangkaian listrik terbuka dan rangkaian listrik tertutup.
- Mengidentifikasi bagian sel saraf.
- Menghitung beda potensial listrik.
- Membedakan bahan konduktor, semikonduktor, dan isolator listrik.
- Menghitung besar hambatan pada beberapa jenis bahan.
- Menjelaskan tentang prinsip kelistrikan pada saraf manusia.
- Menyebutkan hewan-hewan yang menghasilkan listrik.
- Membedakan karakteristik rangkaian listrik seri dan paralel.
- Menghitung besar arus listrik dalam suatu kawat penghantar.
- Menghitung besar energi listrik.
- Menghitung besar daya listrik.
- Menghitung biaya listrik bulanan rumah tangga.
- Menyebutkan contoh sumber-sumber energi listrik alternatif.
- Menjelaskan prinsip kerja sumber-sumber energi listrik alternatif.
- Menyebutkan zat kimia yang terkandung dalam tanaman sebagai sumber bioenergi.
- Menyebutkan upaya-upaya penghematan listrik.
- Menyebutkan penggunaan teknologi listrik di lingkungan sekitar.
- Menyebutkan upaya pencegahan bahaya penggunaan listrik dalam kehidupan.

### 3. ALOKASI WAKTU

Kegiatan untuk membelajarkan Bab 5 dapat dilakukan kurang lebih selama 5 kali tatap muka dengan berbagai aktivitas yang membantu peserta didik untuk lebih mudah memahami materi kelistrikan (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP).

## 4. MATERI ESENSIAL

- a. Listrik statis terjadi akibat adanya perbedaan muatan listrik. Muatan listrik sejenis (positif dengan positif atau negatif dengan negatif) bersifat tolak menolak. Muatan listrik yang berbeda (positif dengan negatif) bersifat tarik menarik. Besarnya gaya tolak atau gaya tarik kedua muatan listrik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan hukum Coulomb, yaitu  $F_c = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$ .
- b. Medan listrik adalah daerah yang masih dipengaruhi oleh gaya listrik suatu muatan listrik, atau secara matematis  $E = k \cdot \frac{Q}{r^2}$ .
- c. Potensial listrik merupakan usaha yang diperlukan untuk memindahkan elektron dari satu titik ke titik lainnya yang jauhnya tak terhingga (jarak tidak berpengaruh), atau secara matematis  $\Delta V = \frac{W}{Q}$ .
- d. Arus listrik mengalir karena adanya perbedaan potensial listrik, atau secara matematis  $I = \frac{Q}{t}$ .
- e. Rangkaian listrik terdiri 2 jenis, yaitu rangkaian seri dan rangkaian paralel.
- f. Muatan listrik negatif terdapat di dalam sel saraf dan muatan listrik positif terdapat pada bagian luar sel saraf. Sel saraf dapat menghantarkan rangsang karena adanya muatan yang tarik menarik. Tarik-menarik muatan listrik pada saraf terjadi bila terdapat rangsangan dari neurotransmitter.
- g. Berdasarkan kemampuan bahan untuk menghantarkan arus listrik, bahan digolongkan menjadi konduktor, semikonduktor, dan isolator.
- h. Besar hambatan listrik suatu kawat dipengaruhi oleh hambat jenis kawat, panjang kawat, dan luas penampang kawat. Atau secara matematis  $R = \rho \cdot \frac{l}{A}$
- i. Hewan tertentu dapat menghasilkan listrik, misalnya ikan belalai gajah, ikan pari elektrik, hiu kepala martil, echidnas, belut listrik, lele elektrik.
- j. Energi listrik dapat diubah menjadi energi lain, misalnya kipas angin yang mampu mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Sebaliknya, energi lain dapat dirubah menjadi energi gerak, misalnya energi kimia pada akumulator (ACCU) dapat diubah menjadi energi listrik
- k. Sumber energi listrik alternatif diperoleh dari sumber energi yang melimpah di alam, misalnya berasal dari energi matahari, energi angin, energi air, bioenergi, dan nuklir

1. Contoh penggunaan teknologi listrik misalnya pada Electrocardiograph (ECG), Electroencephalogram (EEG), pengendap elektrostatis pada cerobong asap, sistem pengecatan mobil, dan mesin fotokopi.
- m. Penghematan energi listrik dapat dilakukan dengan mengganti lampu bohlam dengan LED, menerapkan *earth hour*, dan sebagainya

## B. KEGIATAN PEMBELAJARAN DAN PENELITIAN

Guru dapat menerapkan pembelajaran *Inquiry*, *Discovery Learning*, ataupun *Problem Based Learning (PBL)* yang prosesnya berbasis *scientific approach* pada pembelajaran bab 5 tentang kelistrikan dan teknologi listrik di lingkungan.

### Materi Bagian A. Konsep Listrik Statis

Sebelum membelajarkan tentang listrik statis, seyogyanya guru mengajak peserta didik untuk mensyukuri karunia Tuhan khususnya rahmat dan hidayah yang berupa pikiran. Berkat kemampuan untuk berpikir, manusia mampu melakukan berbagai upaya inovasi untuk menunjang kesejahteraan manusia khususnya dalam bidang kelistrikan. Pada saat ini, manusia sangat tergantung dengan listrik. Tanpa listrik, manusia tidak dapat menyalaikan lampu, melakukan komunikasi via telepon genggam, tidak dapat mendapatkan informasi dan hiburan dari media televisi, dan lain sebagainya.

Guru mengawali pembelajaran dengan menggali pengetahuan awal peserta didik tentang gejala kelistrikan yang biasa terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya, mengapa rambut akan ditarik oleh permukaan televisi tabung yang baru dimatikan? Mengapa kertas dapat ditarik oleh penggaris yang sebelumnya telah digosokkan pada rambut yang kering? Atau misalnya dengan mengamati listrik yang digunakan di sekolah, kemudian ajak peserta didik untuk memikirkan “Apa itu listrik? Dari manakah asal listrik? Apakah makhluk hidup juga dapat menghasilkan listrik?”.

#### 1. Muatan Listrik

- a. Agar memahami konsep muatan listrik, peserta didik diminta mengingat kembali materi Bab 4 tentang unsur-unsur dan penyusun bahan. Hal ini dikarenakan muatan listrik sangat erat kaitannya dengan elektron-elektron yang terkandung dalam suatu bahan. Sebelum fokus pada materi yang akan dipelajari, guru mengajak peserta didiknya untuk mengagumi kompleksitas ciptaan Tuhan, khususnya tentang partikel sub atomik tak kasat mata yang berperan besar dalam kehidupan manusia. Tanpa adanya elektron dan keteraturan interaksi antar muatan-muatan, maka tidak akan ada gejala kelistrikan yang dapat

dimanfaatkan untuk menunjang kebutuhan-kebutuhan manusia.

- b. Selanjutnya, setelah menyentuh sensitivitas spiritual peserta didik, guru dapat membelajarkan konsep listrik statis dengan cara mengajak peserta didik untuk mendalami peristiwa kelistrikan statis dengan melakukan Aktivitas 5.1 Gejala Listrik Statis. Agar kegiatan ini lebih efektif, guru meminta peserta didik untuk bekerja secara berpasangan dengan teman sebangku.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

#### Aktivitas 5.1 Gejala Listrik Statis

##### Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Bandingkan hasil pengamatan terhadap kegiatan 1, 2 dan 3. Mengapa hal tersebut terjadi?  
Jawaban: Kedua benda saling tolak menolak. Hal tersebut disebabkan kedua jenis muatan listrik sama.
2. Bandingkan hasil pengamatan kegiatan 4 dengan hasil diskusi no 1. Jelaskan  
Jawaban: Kedua benda saling tarik menarik. Hal tersebut disebabkan kedua jenis muatan berbeda.
3. Buatlah kesimpulan tentang muatan yang ada pada sisir plastik dan kaca setelah digosok!  
Jawaban: Dua benda akan saling tolak menolak bila didekatkan karena kedua benda tersebut memiliki jenis muatan listrik yang sama, sedangkan dua benda akan saling tarik menarik bila didekatkan karena kedua benda tersebut memiliki jenis muatan listrik yang berbeda.

##### Penjelasan lebih lanjut:

Sisir plastik yang digosokkan pada rambut kering akan bermuatan negatif karena sisir mengalami kelebihan elektron (elektron dari rambut berpindah ke sisir plastik) dan kaca yang digosokkan pada rambut kering akan bermuatan positif karena kaca mengalami kekurangan elektron (elektron dari kaca berpindah ke rambut yang kering). Oleh sebab itu, kedua sisir plastik atau kedua batang kaca akan saling tolak-menolak bila didekatkan, namun sisir plastik dan batang kaca akan saling tarik-menarik bila didekatkan.

- c. Agar lebih memahami konsep muatan listrik, peserta didik diminta untuk membaca penjelasan tentang muatan listrik yang ada di Buku Siswa.
- d. Setelah membaca informasi pada fitur ‘Ayo, Kita Cari Tahu’, apabila peserta didik menginginkan untuk membuktikan bahwa benda yang telah digosok benar-benar bermuatan listrik, guru dapat membimbing peserta didik untuk membuat elektroskop, yaitu alat yang berfungsi untuk mendeteksi ada tidaknya muatan listrik pada benda. Berikut tahapan pembuatan elektroskop sederhana yang dapat digunakan oleh guru untuk membimbing peserta didik.

## Membuat Elektroskop Sederhana

Bagaimana cara mengetahui jenis muatan listrik? Apakah ada alat yang dapat digunakan untuk mendeteksi jenis muatan listrik? Agar dapat memahaminya, lakukan kegiatan berikut.

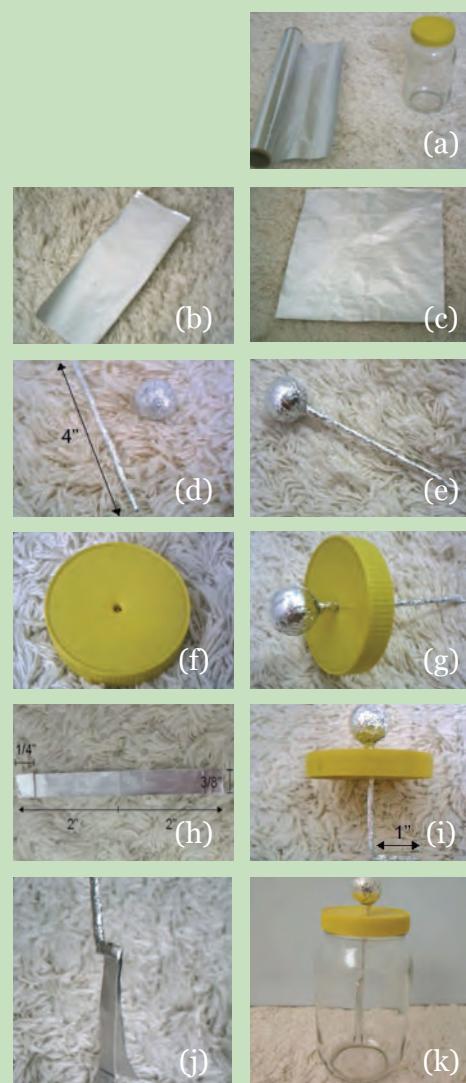
(1) Siapkan kertas alumunium (alumunium foil), paku besar, dan toples plastik atau kaca (dapat diganti dengan botol plastik bekas) beserta tutupnya.

(2) Potonglah kertas alumunium membentuk persegi panjang 5 cm x 15 cm dan persegi empat 15 cm x 15 cm.

(3) Bentuk kertas alumunium persegi panjang menjadi jarum dan kertas alumunium persegi empat menjadi bola alumunium. Kemudian sambung rangkaian menjadi satu, seperti pada gambar.

(4) Lubangi tutup toples dengan menggunakan paku, masukkan rangkaian bola dan jarum alumunium seperti pada gambar.

(5) Gunting kertas alumunium dengan ukuran 2 cm x 10 cm, kemudian bengkokkan hingga



menyerupai daun elektroskop.

- (6) Bengkokkan ujung jarum seperti pada gambar
- (7) Letakkan daun elektroskop pada ujung jarum yang telah dibengkokkan, seperti pada gambar.
- (8) Tutup toples. Elektroskop siap digunakan.

## Menguji Elektroskop

- (1) Dekatkan elektroskop pada generator Van de Graff yang telah bermuatan listrik.
- (2) Amati gerak membuka atau menutupnya daun elektroskop.
- (3) Rangkaianmu akan menjadi sebuah elektroskop yang baik apabila daun elektroskopnya mudah menutup dan membuka bila didekatkan dengan benda-benda yang bermuatan, misalnya penggaris atau balon yang telah digosokkan pada rambut kering.



- e. Agar dapat mengetahui pemahaman peserta didik tentang elektroskop sederhana yang telah dibuatnya, guru dapat mengajukan pertanyaan seperti berikut,
  - (1) Bagaimana gerak daun elektroskop bila bola elektroskop didekatkan dengan benda-benda yang bermuatan negatif? Akan membuka atau menutup? Mengapa?
  - (2) Bagaimana gerak daun elektroskop bila bola elektroskop didekatkan dengan benda-benda yang bermuatan positif? Akan membuka atau menutup? Mengapa?
  - (3) Jelaskan bagian-bagian elektroskop serta uraikan cara kerja elektroskop.

## 2. Hukun Coulomb

- a. Berdasarkan hasil percobaan Aktivitas 5.1 Gejala Listrik Statis, guru mengajak peserta didik untuk melanjutkan mengerjakan Aktivitas 5.2 tentang Hukum Coulomb serta mendiskusikan konsep interaksi dua muatan listrik.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

#### Aktivitas 5.2 Bagaimana interaksi dua benda bermuatan terhadap jaraknya?

#### Data Pengamatan

No	Lamanya Waktu Menggosok Balon dengan Kain Wol atau Rambut yang Kering	Jarak Kedua Statif	Besar Interaksi Kedua Balon
1	30 detik	30 cm	Sangat lemah
		20 cm	Lemah
2	60 detik	30 cm	Lemah
		20 cm	Kuat

#### Diskusi

1. Bagaimana pengaruh interaksi kedua balon terhadap variasi jarak kedua statif? Apakah jarak mempengaruhi besarnya gaya tolak-menolak atau gaya tarik-menarik kedua balon? (bandingkan hasil pengamatan nomor 1a dengan 1b atau nomor 2a dengan 2b)

Jawab: Semakin besar jarak kedua balon maka gaya tolaknya semakin kecil, hal ini dibuktikan dengan simpangan kedua balon kecil. Sebaliknya, semakin kecil jarak kedua balon maka gaya tolaknya semakin besar, hal ini dibuktikan dengan simpangan kedua balon besar.

2. Bagaimana pengaruh interaksi kedua balon terhadap lamanya waktu menggosok? Apakah besar muatan mempengaruhi besarnya gaya tolak-menolak atau gaya tarik-menarik kedua balon? (bandingkan hasil pengamatan nomor 1a dengan 2a atau nomor 1b dengan 2b)

Jawab: Semakin lama waktu yang digunakan untuk menggosok balon, maka muatan listrik menjadi semakin besar, hal ini yang mempengaruhi besarnya gaya tolak kedua balon yang ditunjukkan dengan besarnya simpangan kedua balon tersebut saat didekatkan.

#### Kesimpulan

Bagaimanakah pengaruh interaksi kedua balon terhadap variasi jarak dan besar kedua muatan yang didekatkan?

Jarak kedua balon mempengaruhi besar gaya listriknya, semakin dekat jarak kedua balon maka gaya listrik yang dialami akan semakin besar, tetapi semakin jauh jarak kedua balon maka gaya listrik yang dialami akan semakin kecil.

Besar muatan listrik juga mempengaruhi gaya listrik, semakin besar muatan listrik maka gaya listriknya juga akan semakin besar, begitu pula jika muatan listrik kecil maka gaya listriknya juga semakin kecil.

- b. Guru dapat membimbing peserta didik mempelajari contoh soal yang terdapat pada ‘Ayo, Kita Pahami’ untuk lebih memahami penerapan Gaya Coulomb. Selanjutnya, guru dapat memberi latihan soal tentang Hukum Coulomb untuk mengukur tingkat penguasaan konsep peserta didik tentang gaya Coulomb. Agar peserta didik tidak terjebak dengan perhitungan kuadrat yang sulit, sebaiknya guru mempertimbangkan penggunaan angka-angka yang mudah.

### 3. Medan Listrik

- a. Guru dapat mengingatkan peserta didik pada Aktivitas 5.2 dan bertanya penyebab tolakan yang terjadi pada balon yang didekatkan, atau bertanya tentang gaya tarik bumi untuk mengaitkan konsep medan magnet bumi dengan medan listrik. Selanjutnya guru membimbing peserta didik untuk mengenal konsep medan listrik. Hal yang perlu ditekankan pada peserta didik adalah kuat medan listrik dapat diketahui besarnya dengan meletakkan sebuah muatan uji di dekat muatan listrik yang ingin diketahui besar medan listriknya, serta besar muatan uji harus jauh lebih kecil daripada muatan listrik tersebut.
- b. Guru meminta peserta didik mempelajari penerapan medan listrik melalui kegiatan ‘Ayo, Kita Pahami’. Setelah memahami bagian ini, peserta didik akan dapat memahami penerapan rumus medan listrik dalam menentukan berbagai besaran-besaran yang terkait.
- c. Setelah memahami konsep medan listrik, peserta didik diharapkan dapat menyelesaikan latihan soal Medan Listrik seperti yang terdapat pada ‘Ayo, Kita Selesaikan’. Jika soal yang disajikan pada kegiatan ‘Ayo, Selesaikan’ dirasa kurang, guru dapat mengembangkan soal dengan variasi besaran-besaran yang dihitung. Agar peserta didik tidak merasa kesulitan menghitung, sebaiknya guru memilihkan angka yang mudah namun tetap logis, baik secara konsep maupun data yang dianggap akurat.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

#### Soal Latihan Medan Listrik

Gaya Coulomb yang dialami kedua muatan A dan B adalah sebesar  $3 \times 10^{-4}$  N. Jika besar muatan A dan B masing-masing sebesar  $2 \times 10^{-6}$  C dan  $1,5 \times 10^{-6}$  C, berapakah besar medan listrik yang ditimbulkan oleh muatan A?

$$E = \frac{F}{q_A} = \frac{3 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-6}} = 150 \text{ N/C}$$

#### 4. Beda Potensial dan Energi Listrik

- Guru mengawali materi ini dengan mengaitkan fakta tentang petir, misalnya “Kalian tentu pernah melihat petir, tahukah kalian apa itu sebenarnya petir?”

Perbedaan jumlah elektron pada benda mengakibatkan timbulnya beda potensial. Beda potensial inilah yang memicu timbulnya lompatan elektron-elektron. Hal ini dikarenakan semua benda cenderung mempertahankan kondisi normalnya, yaitu kondisi benda tidak kelebihan atau kekurangan elektron, dalam bidang kimia biasa disebut dengan kondisi stabil atau seimbang. Petir yang biasa terjadi saat hujan juga merupakan visualisasi dari lompatan elektron dari awan yang bermuatan menuju bumi. Sejumlah energi tertentu dibutuhkan awan untuk memindahkan elektron-elektron tersebut hingga sampai ke bumi, sehingga secara matematis dapat disimpulkan bahwa  $\Delta V = W/Q$ . Agar peserta didik lebih memahami konsep potensial listrik, guru membimbing peserta didik untuk memahami konsep matematis potensial listrik melalui kegiatan ‘Ayo, Kita Diskusikan’ dan ‘Ayo, Kita Pahami’, kemudian mengajak peserta didik untuk mengerjakan soal potensial listrik melalui kegiatan ‘Ayo, Kita Selesaikan’.

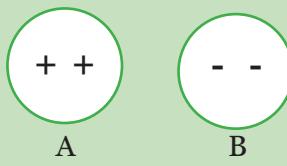
Berikut alternatif jawaban untuk kegiatan ‘Ayo, Kita Diskusikan’.



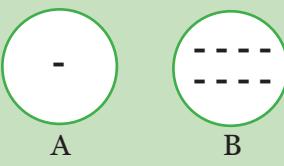
### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

- Jika ada dua benda bermuatan listrik seperti 4 gambar berikut, maka benda manakah yang memiliki potensial yang lebih besar?

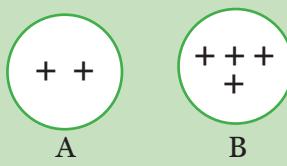
a.



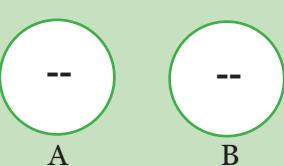
c.



b.



d.



- a.  $+2 : -4$  untuk poin a dan  $-2 : -8$  untuk poin c, skema muatan pada poin a dan c menunjukkan dua muatan yang memiliki beda potensial yang paling besar karena masing-masing memiliki selisih besar muatan yang paling besar, yaitu sebesar 6 elektron (muatan negatif).

b.  $+2 : +4$ . Selisih 2 elektron (muatan negatif).

2. Jika selisih potensial antara benda A dan B cukup besar, maka akan terjadi loncatan muatan listrik (elektron). Dari benda mana ke benda manakah loncatan elektron tersebut mengalir?

Jawab: Dari benda yang memiliki muatan elektron lebih banyak ke muatan elektron lebih sedikit.

3. Apa yang terjadi apabila benda A dan B memiliki elektron yang sama? Apakah ada perpindahan elektron?

Jawab: Tidak ada perpindahan elektron.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

#### Soal Latihan Potensial Listrik

1. Beda potensial antara dua titik pada kawat pengantar adalah 9 V. Berapakah energi listrik yang digunakan untuk memindahkan muatan sebesar 30 C diantara dua titik tersebut?

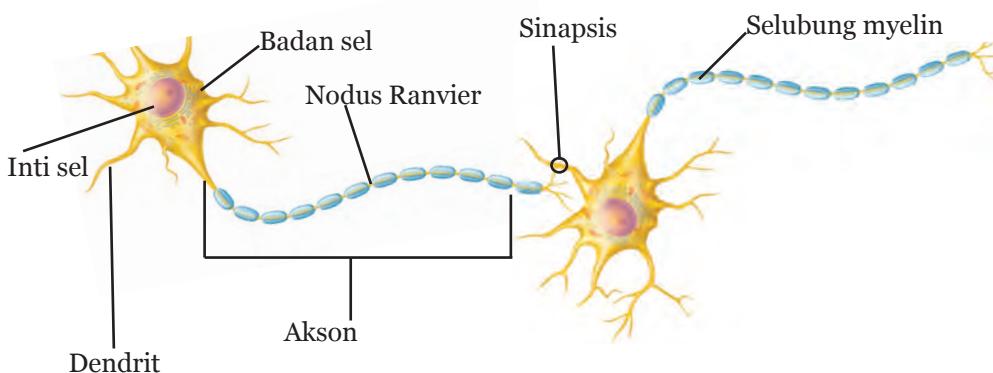
Jawab:  $W = V \times Q = 9 \times 30 = 270 \text{ J}$

2. Jumlah muatan sebuah rangkaian listrik adalah 15 C. Jika energi yang dibutuhkan untuk memindahkan muatan tersebut dari ujung-ujung rangkaian listrik adalah 45 J, berapakan beda potensial yang diperlukan rangkaian tersebut?

Jawab:  $V = \frac{W}{q} = \frac{45}{15} = 3 \text{ volt}$

## 5. Membelajarkan kelistrikan pada sel saraf

- Sebelum melakukan kegiatan pada Aktivitas 5.3, guru mengajak peserta didik untuk mencoba memukulkan sikutnya ke meja dan merasakan sensasi yang menjalar ke telapak tangan. Setelah melakukan percobaan tersebut, guru membimbing peserta didik untuk memunculkan pertanyaan-pertanyaan yang berkaitan dengan peran saraf dalam menanggapi rangsang.
- Setelah itu, guru membimbing peserta didik untuk melakukan Aktivitas 5.3 Identifikasi Bagian Sel Saraf. Sebelum mengisi titik-titik pada Gambar 5.11 ini, peserta didik diminta untuk membaca Tabel 5.3 Bagian Sel Saraf. Kegiatan ini bertujuan agar peserta didik dapat dengan mudah menyelesaikan Aktivitas 5.3.



Sumber: Campbell dkk., 2008  
Gambar Neuron Bermiyelin

- Guru menekankan kembali bahwa tubuh dapat merasakan rangsang dari lingkungan karena adanya sistem saraf yang memanfaatkan prinsip kelistrikan. Penekanan konsep dapat dilakukan dengan cara mempertegas analogi sel saraf dengan kabel, tetapi sel saraf tidak mengalirkan arus listrik seperti kabel.
- Setelah memahami bahwa kelistrikan juga ada pada tubuh manusia, guru meminta peserta didik untuk mengajukan pertanyaan atau guru yang mengajukan pertanyaan yang berkaitan dengan kompleksitas ciptaan Tuhan. Tujuannya adalah agar peserta didik lebih mensyukuri dan mengagumi ciptaan Tuhan tersebut.

## 6. Membelajarkan hantaran listrik

- Jika listrik tidak hanya mengalir pada kabel, tetapi juga pada saraf manusia, lalu apakah yang mempengaruhi hantaran listrik tersebut?

Agar peserta didik memahami perbedaan hantaran listrik pada berbagai bahan, guru meminta peserta didik untuk melakukan kegiatan pada Aktivitas 5.4. Tujuan melakukan Aktivitas 5.4 adalah agar peserta didik dapat mengelompokkan berbagai jenis bahan ke dalam jenis bahan isolator, konduktor, dan semi konduktor.

- b. Saat mengenalkan jenis bahan semi konduktor, guru dapat menyediakan bahan sesuai dengan ketersediaan di lingkungan sekitar sekolah, misalkan karbon, silikon, dan germanium. Jika tidak tersedia, guru dapat meminta peserta didik untuk mengkaji materi semi konduktor yang ada pada buku siswa.



#### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

#### Aktivitas 5.4 Mengidentifikasi Jenis Bahan Isolator dan Konduktor

1. Apakah semua bahan dapat menghantarkan arus listrik?  
Jawab: Tidak
2. Kelompokkan mana bahan yang termasuk konduktor dan isolator listrik!  
Konduktor listrik : alumunium foil, kawat timah, kawat besi, kunci, dan isi pensil (karbon).  
Isolator listrik : karet,kunci,pensil, dan penghapus.

**Kesimpulan:** \*disesuaikan dengan jenis bahan dan temuan peserta didik tentang bahan konduktor, semikonduktor, dan isolator.

- c. Setelah memahami konsep isolator, konduktor, dan semi konduktor, guru mengajak peserta didik untuk memahami persamaan struktur dan fungsi sel saraf dengan kabel melalui kegiatan ‘Ayo, Kita Pahami. Agar dapat menghitung besarnya hambatan listrik pada berbagai jenis bahan konduktor, guru mengajak peserta didik untuk melakukan kegiatan pada Aktivitas 5.5.
- d. Sebenarnya, besar hambatan listrik tidak hanya ada pada bahan konduktor, tetapi juga pada bahan isolator dan semi konduktor. Hambatan listrik dapat didefinisikan sebagai nilai tahanan arus listrik pada suatu rangkaian.
- e. Besarnya muatan atau arus listrik (sebagai energi listrik) yang mengalir

pada kabel, sebagian tidak dapat megalir secara sempurna karena diubah menjadi bentuk energi lain, misalnya kalor.

- f. Pada hakikatnya semua jenis bahan mampu mengalirkan arus listrik, namun tergantung dengan besar muatan listrik yang dipindahkan. Misalnya pohon (kayu) yang merupakan bahan isolator listrik akan tetap mampu mengalirkan muatan listrik dari awan (petir) ke bumi karena besarnya muatan yang dipindahkan dapat mengabaikan besar hambatan pada kayu. Begitu pula dengan udara, banyak orang beranggapan bahwa udara merupakan bahan yang memiliki hambatan listrik sangat besar karena struktur atomiknya yang sangat renggang sehingga sulit menghantarkan muatan-muatan listrik, tetapi fakta menunjukkan bahwa petir tetap dapat melampaui udara untuk sampai ke bumi. Berdasarkan uraian tersebut, guru sebaiknya memberikan pengertian pada peserta didik akan bahaya listrik, karena jika muatan listrik sangat besar, maka tidak ada satupun benda yang dapat berperan sebagai isolator.
- e. Setelah memahami tentang hantaran bahan, guru membimbing peserta didik untuk memahami konsep sel saraf sebagai kabel dalam tubuh manusia pada fitur ‘Ayo, Kita Pahami’.
- Setelah itu, agar peserta didik dapat menghitung besarnya hambatan listrik dalam sel saraf, guru mengajak peserta didik untuk mengibaratkan sel saraf sebagai kabel listrik, kemudian melakukan perhitungan matematis seperti berikut.

$$R = \rho \times \frac{1}{A} = 6,37 \times 10^{-9} \times \frac{20 \times 10^{-6}}{3,14 \times (2,5 \times 10^{-6})^2} = 6,49 \times 10^{-3}$$

\*Jika soal latihan potensial listrik dirasa kurang, guru dapat menggunakan soal-soal pada uji kompetensi atau membuat sendiri sesuai kompetensi yang diukur.

## 7. Membelajarkan Hewan-hewan Penghasil Listrik

- a. Cara membelajarkan materi hewan-hewan penghasil listrik, guru dapat meminta peserta didik untuk membuat karya tulis atau presentasi menggunakan power point, gambar, atau media lainnya.

### Materi Bagian B. Listrik Dinamis

Berbeda dengan listrik statis, pada listrik dinamis bukan hanya menekankan pada konsep perpindahan muatan saja, tetapi juga akibat dari adanya perpindahan muatan listrik tersebut khususnya yang terjadi pada kawat penghantar (kabel). Muatan listrik yang berpindah atau mengalir pada

kabel mampu menimbulkan arus balikan atau arus listrik. Jadi, jika muatan mengalir dari potensial tinggi ke rendah, maka arus listrik mengalir dari potensial rendah ke potensial tinggi. Adanya arus listrik inilah yang sering dimanfaatkan oleh manusia untuk mengoperasikan berbagai teknologi yang memerlukan listrik sebagai sumber energinya.

## 1. Membelajarkan arus listrik

- a. Guru mengajak peserta didik untuk mengamati peralatan listrik yang ada di sekitar kelas. Agar peserta didik lebih tertantang dan termotivasi untuk mempelajari konsep listrik dinamis, guru mengajukan berbagai pertanyaan yang dapat menimbulkan konflik kognitif pada diri peserta didik, seperti “Darimanakah aliran arus listrik tersebut? Apakah makhluk hidup dapat menghasilkan arus listrik dan menyalakan lampu?”.
- b. Agar memahami cara memanfaatkan listrik untuk menyalakan lampu dan sumber energi listrik yang berasal dari buah-buahan, guru membimbing peserta didik untuk melakukan kegiatan Aktivitas 5.6 dan 5.7.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

#### Aktivitas 5.6 Menyalakan Lampu dengan Baterai

- Jawaban untuk aktivitas 5.6 sangat beragam, tergantung pada kreativitas peserta didik saat membuat rangkaian listrik.
- Efek panas pada kabel saat dihubungkan pada baterai tidak lain merupakan efek dari adanya hambatan listrik pada kabel, semakin besar nilai hambatan kabel maka semakin tinggi suhu yang dihasilkan, hal ini dikarenakan semakin besarnya nilai energi listrik yang diubah menjadi kalor (energi panas).

#### Berikut alternatif jawaban untuk Aktivitas 5.7.

1. Bandingkan hasil pengamatan besarnya kuat arus dengan jumlah buah yang digunakan. Bagaimanakah hubungan besarnya kuat arus dengan jumlah buah?  
Jawab: Semakin banyak jumlah buah, maka arus listrik yang terukur pada ampermeter akan semakin besar.
2. Bandingkan hasil pengamatan nyala lampu dengan jumlah buah yang digunakan. Bagaimanakah hubungan nyala lampu dengan jumlah buah?

Jawab: Semakin banyak jumlah buah yang dirangkai, maka nyala lampu juga akan semakin terang, hal ini dikarenakan kuat arusnya yang semakin besar.

3. Mengapa buah dapat digunakan untuk menyalakan lampu?

Jawab: Karena buah merupakan elektrolit yang baik, sehingga dapat mengionkan paku besi dan seng yang ditancapkan pada buah.

4. Apa fungsi pemberian lempeng seng dan paku besi pada percobaan baterai buah ini?

Jawab: Lempeng seng berperan sebagai kutub negatif baterai dan paku besi berperan sebagai kutub positif baterai. Perbedaan potensial kedua muatan pada masing-masing kutub baterai inilah yang memicu timbulnya arus yang mengalir pada rangkaian baterai buah.

- c. Lampu dapat menyala karena rangkaian listrik yang disusun oleh peserta didik pada Aktivitas 5.6 adalah rangkaian listrik tertutup. Hal ini disebabkan arus listrik pada kawat penghantar hanya akan mengalir jika seluruh ujung kabel saling berhubungan, sehingga elektron-elektron pada kabel dapat mengalir dengan mudah. Jika ada salah satu ujung kabel tidak terhubung, sehingga arus listrik tidak mengalir, maka rangkaian listrik disebut sebagai rangkaian terbuka. Agar guru dapat mengukur keberhasilan pencapaian pengetahuan peserta didik tentang rangkaian tertutup dan terbuka, guru meminta peserta didik untuk melakukan kegiatan ‘Ayo, Kita Selesaikan’. Kegiatan ini dapat dilakukan secara individu atau secara berkelompok.



#### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

No.	Gambar	Jenis Rangkaian	Penjelasan/Alasan
1		Tertutup	<i>Seluruh masing-masing ujung kabel saling terhubung dengan sempurna, sehingga lampu dapat menyala.</i>

No.	Gambar	Jenis Rangkaian	Penjelasan/Alasan
2		Tertutup	<i>Seluruh masing-masing ujung kabel saling terhubung dengan sempurna, meskipun ada salah satu baterai yang tidak digunakan (tidak dihubungkan). Lampu tidak menyala dimungkinkan karena terlalu kecil arus yang mengalir dalam rangkaian tersebut.</i>
3		Tertutup	<i>Seluruh masing-masing ujung kabel saling terhubung dengan sempurna. Lampu tidak menyala dimungkinkan karena terlalu kecil arus yang mengalir dalam rangkaian tersebut.</i>
4		Terbuka	<i>Salah satu ujung kabel tidak terhubung, sehingga tidak ada arus yang mengalir dalam rangkaian dan lampu tidak dapat menyala.</i>
5		Terbuka	<i>Salah satu ujung kabel tidak terhubung, sehingga tidak ada arus yang mengalir dalam rangkaian dan lampu tidak dapat menyala.</i>

## Diskusi

Jelaskan apa perbedaan dari rangkaian listrik tertutup dan terbuka?

Jawab: Rangkaian listrik tertutup adalah rangkaian listrik dengan semua ujung kabel tersambung dengan baik pada lampu dan sumber arus (baterai). Pada rangkaian tertutup arus listrik dapat mengalir dengan baik sehingga dapat menyala lampu.

Rangkaian listrik terbuka adalah rangkaian listrik dengan salah satu atau beberapa ujung kabel tidak tersambung dengan baik pada lampu dan sumber arus (baterai). Pada rangkaian terbuka arus listrik tidak dapat mengalir dengan baik sehingga tidak dapat menyala lampu.

- d. Setelah memahami cara menentukan arah arus listrik, guru menjelaskan cara menghitung besar arus listrik yang mengalir pada kawat penghantar dengan menggunakan rumus  $I = \frac{Q}{t}$  melalui fitur “Ayo, Kita Pahami”. Jika guru ingin menguji pemahaman peserta didik tentang konsep ini, guru dapat memberikan soal sejenis pada kegiatan uji kompetensi atau membuatkan soal sendiri. Agar peserta didik tidak terjebak dengan sulitnya angka yang dihitung, sebaiknya guru memperhatikan angka-angka yang mudah bagi peserta didik.

## 2. Membelajarkan rangkaian listrik

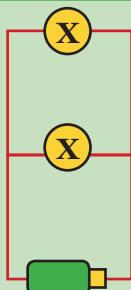
- a. Agar peserta didik lebih memahami aliran listrik pada rangkaian tertutup, khususnya karakteristik rangkaian listrik seri dan paralel, guru membimbing peserta didik untuk melakukan kegiatan percobaan seperti pada Aktivitas 5.8 dan 5.9 rangkaian seri dan paralel.



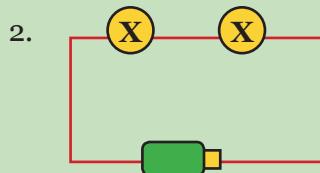
Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

### Aktivitas 5.8 Rangkaian Lampu secara Seri dan Paralel

1.



Jika satu lampu dilepas maka lampu yang lain akan tetap menyala. Rangkaian tersebut disebut rangkaian paralel.



Jika salah satu lampu dilepas maka lampu yang lain akan mati. Rangkaian demikian disebut rangkaian seri

3. Jika rangkaian lampu secara seri dan paralel digabung menjadi satu rangkaian akan terbentuk rangkaian campuran.



#### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

#### Aktivitas 5.9 Rangkaian Baterai secara Seri dan Paralel

- Jawaban pada aktivitas ini bervariasi, tergantung pada kreativitas peserta didik saat membuat rangkaian baterai.
- b. Guru menekankan konsep bahwa meskipun boros dalam penggunaan jumlah kabel, namun rangkaian paralel dapat digunakan sebagai alternatif penghematan biaya listrik karena lampu-lampu yang tidak digunakan dapat dimatikan. Lain halnya pada rangkaian seri, seluruh lampu harus dinyalakan secara bersamaan. Itulah salah satu alasan mengapa di rumah-rumah selalu menggunakan rangkaian listrik jenis paralel.
- c. Sebagai konsep utama, hukum Ohm dapat diajarkan guru dengan mengajak peserta didik melakukan Aktivitas 5.10. Secara berkelompok peserta didik diminta untuk mengolah data hasil percobaan dalam bentuk grafik. Grafik yang dibuat peserta didik tergantung dengan angka yang terukur pada ampermeter. Sebagai gambaran, hubungan antara tegangan dengan kuat arus dan hambatan adalah berbanding lurus. Sehingga, grafik antara kuat arus dan hambatan listrik, serta grafik antara kuat arus dan tegangan listrik dapat digambarkan sebagai berikut.



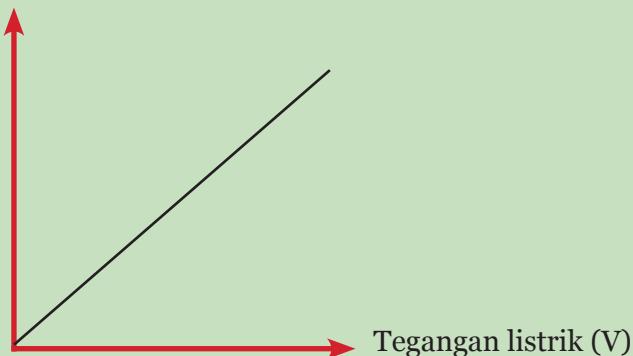
### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

#### Aktivitas 5.10

Mengetahui Hubungan antara Kuat Arus, Hambatan, dan Tegangan Listrik pada Suatu Rangkaian Listrik

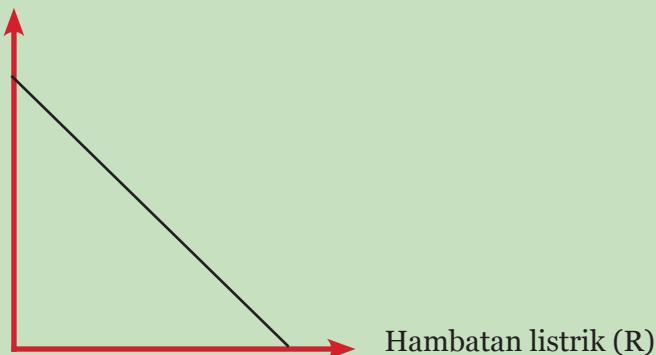
Grafik Hubungan antara  
Kuat Arus listrik ( $I$ ) dan Tegangan Liatrik ( $V$ )

Kuat arus listrik ( $I$ )



Grafik Hubungan antara  
Kuat Arus Listrik ( $I$ ) dan Hambatan Listrik ( $R$ )

Kuat arus listrik ( $I$ )



1. Hubungan antara besar hambatan dengan kuat arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian adalah berbanding terbalik. Jika hambatan yang dipasang pada rangkaian bernilai besar, maka arus

listrik yang mengalir pada rangkaian akan bernilai kecil. Sebaliknya, jika hambatan yang dipasang pada rangkaian bernilai kecil, maka arus listrik yang mengalir pada rangkaian akan bernilai besar.

2. Hubungan antara besar tegangan dengan kuat arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian adalah berbanding lurus. Jika sumber tegangan yang dipasang pada rangkaian bernilai besar, maka kuat arus yang mengalir pada rangkaian juga akan besar. Sebaliknya, jika sumber tegangan yang dipasang pada rangkaian bernilai kecil, maka kuat arus yang mengalir pada rangkaian juga akan bernilai kecil.
3.  $I = \frac{V}{R}$
4. Sebuah alat listrik memiliki nilai hambatan yang tetap, sehingga jika alat listrik tersebut mula-mula dipasang pada tegangan 220 V kemudian dipindahkan pada tegangan 110 V, maka alat listrik tersebut akan beroperasi secara kurang maksimal karena arus yang mengalir menjadi setengahnya.
5. Lampu dengan tegangan 110 V tidak boleh dipasang pada rangkaian listrik dengan tegangan 220 V, karena arus listrik yang mengalir akan menjadi lebih besar 2 kali lipat, sehingga lampu tersebut tidak akan mampu menahan kuat arus yang berlebih dan dapat terbakar.
6.  $V = I \cdot R$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{1,5}{0,3} = \frac{15}{3} = 5 \text{ A}$$

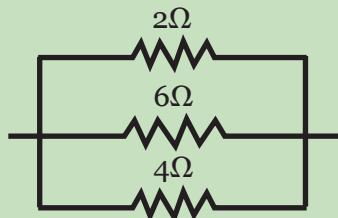
- d. Pada suatu rangkaian listrik, hambatan listrik tidak hanya terdiri dari satu komponen saja, tetapi bisa dua atau bahkan lebih, serta dapat dipasang secara seri maupun parallel seperti komponen listrik lainnya. Maka dari itu, guru perlu mengajarkan bagaimana cara menghitung besar hambatan pengganti dalam suatu rangkaian listrik. Agar peserta didik lebih memahami konsep rangkaian hambatan, guru memberikan latihan soal tentang hambatan pengganti pada suatu rangkaian seperti pada fitur ‘Ayo, Kita Selesaikan’.



## Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

Hitunglah besar hambatan pengganti beberapa rangkaian hambatan berikut!

### a. Rangkaian hambatan 1



$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} + \frac{1}{4} = \frac{6+2+3}{12} = \frac{11}{12}$$

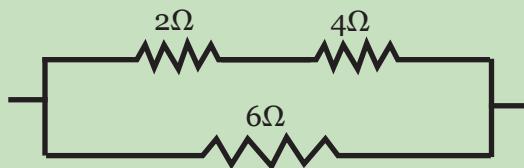
$$R_p = \frac{12}{11} = 1,09 \Omega$$

### b. Rangkaian hambatan 2



$$R_s = 3 + 2 + 4 = 9 \Omega$$

### c. Rangkaian hambatan 3

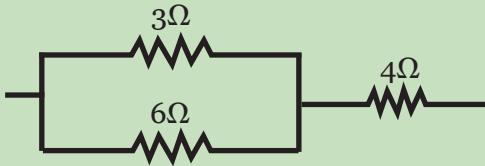


$$R_s = 2 + 4 = 6 \Omega$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{6} + \frac{1}{6} = \frac{2}{6}$$

$$R_{total} = \frac{6}{2} = 3 \Omega$$

d. Rangkaian hambatan 4



$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{2+1}{3} = \frac{3}{6}$$

$$R_p = \frac{6}{3} = 2\Omega$$

$$R_{total} = 2 + 4 = 6\Omega$$

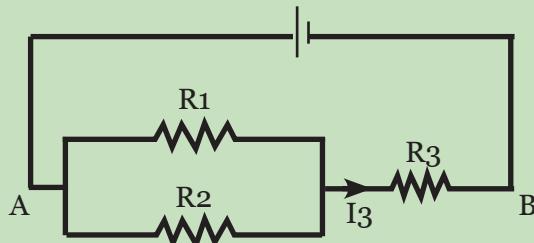


**Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan**

Perhatikan gambar di bawah ini.

Jika  $R_1 = 3\Omega$ ,  $R_2 = 6\Omega$ ,  $R_3 = 2\Omega$ , dan  $I_3 = 3\text{ A}$ , hitung:

- a. Hambatan total rangkaian



$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{2+1}{3} = \frac{3}{6}$$

$$R_p = \frac{6}{3} = 2\Omega$$

$$R_{total} = 2 + 2 = 4\Omega$$

- b. Tegangan total :  $V = I \times R = 3 \times 4 = 12\text{ Volt}$

- c. Arus listrik yang mengalir pada  $R_1$  :  $I_1 = 2\text{ A}$

- d. Arus listrik yang mengalir pada  $R_2$  :  $I_2 = 1\text{ A}$

## **4. Membelajarkan Sumber Arus Listrik**

Pada saat membelajarkan sumber arus listrik guru dapat meminta peserta didik untuk mengamati penggunaan baterai pada senter dan penggunaan listrik dari PLN untuk menyalakan lampu di rumah. Apakah mungkin jika senter tidak lagi dihubungkan ke baterai tetapi dihubungkan pada stop kontak listrik rumah tangga? Apakah lampu senter masih menyala? Apa keuntungan penggunaan baterai pada senter? Apa beda baterai kering ABC atau Alkaline dengan baterai isi ulang Li-ion atau Ni-Cd?

Fokus dari pertanyaan di atas adalah untuk membedakan sumber arus searah (DC) dan bolak-balik (AC), serta sumber arus primer dan sekunder. Sumber arus primer adalah sumber arus yang tidak dapat diisi ulang jika habis energinya, seperti baterai ABC dan Alkaline, sedangkan sumber arus sekunder adalah sumber arus yang dapat diisi ulang kembali bila habis energinya, seperti baterai Li-ion dan Ni-Cd.

## **5. Membelajarkan Sumber-sumber Energi Listrik**

Cara membelajarkan materi sumber-sumber energi listrik, guru dapat meminta peserta didik untuk membuat karya tulis atau presentasi menggunakan power point, gambar, atau media lainnya.

## **6. Membelajarkan Transmisi Energi Listrik**

Meskipun pada buku siswa, materi transmisi energi listrik difokusikan pada penyaluran energi listrik dari PLN ke rumah atau industri, guru juga dapat membelajarkan materi transmisi energi listrik dengan cara mengidentifikasi perubahan energi pada bebagai peralatan listrik yang ada di sekitar peserta didik seperti lampu, televisi, radio, mesin pendingin (kulkas), dan sebagainya. Jika di daerah sekitar peserta didik masih belum ada listrik, guru dapat mengajak peserta didik untuk menganalisis perubahan energi pada accu, senter, lampu kendaraan, dan sebagainya.

## **Materi Bagian C. Teknologi dalam Lingkungan**

### **1. Membelajarkan Upaya Penghematan Listrik**

Cara membelajarkan upaya penghematan listrik di lakukan dengan cara menghitung kebutuhan listrik rumah tangga, suatu daerah, hingga seluruh Indonesia. Setelah itu, guru menjelaskan bahwa persediaan energi listrik Indonesia atau dunia sangat terbatas. Keterbatasan itu disebabkan antara lain karena terbatasnya persediaan batu bara dan berbagai sumber energi lainnya. Selain itu, penggunaan sumber energi yang dapat mencemari lingkungan juga menjadi salah satu penghambat diproduksinya energi listrik. Maka dari itu,

guru diminta untuk mengimbau peserta didik agar menghemat penggunaan energi listrik sehari-hari.

## 2. Penggunaan Teknologi Listrik di Lingkungan Sekitar

Cara membelajarkan materi penggunaan teknologi listrik di lingkungan sekitar, guru dapat meminta peserta didik untuk membuat karya tulis atau presentasi menggunakan power point, gambar, atau media lainnya.

## 3. Membelajarkan Pencegahan Bahaya Penggunaan Listrik dalam Kehidupan

Cara membelajarkan materi pencegahan bahaya penggunaan listrik dalam kehidupan, guru dapat meminta peserta didik untuk membuat karya tulis atau presentasi menggunakan power point, gambar, atau media lainnya.

# C. PENILAIAN DAN KISI-KISI PENCAPAIAN KOMPETENSI

## 1. Penilaian

Penilaian untuk mencapai indikator KI 1, KI 2, dan KI 4 dapat diamati selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian guru dapat merujuk pada Bagian Umum Bab 3. Penilaian Pembelajaran IPA. Penilaian KI 3 dapat dilihat pada kisi-kisi Pencapaian Kompetensi.

## 2. Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi

### a. Kegiatan Peserta didik

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo Kita Lakukan	Gejala listrik statis		✓ (2)		✓ (1)	✓ (3)	
	Hukum Coulomb		✓ (1), (2)		✓		
	Arus listrik		✓ (1)		✓ (2)		
	Baterai buah		✓ (3)		✓ (1), (2)		
	Rangkaian listrik				✓ (3)		✓ (1), (2)
	Rangkaian baterai				✓ (1), (2), (3)		

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	Listrik pada sel saraf		✓				
	Isolator dan konduktor		✓ (1), (2)				
	Hambatan listrik pada kawat konduktor				✓ (2), (4), (6)		✓ (1), (3), (5), (7)
	Hukum Ohm		✓ (5)		✓ (1), (2), (3), (4)		
Ayo Selesaikan	Medan Listrik			✓ (1)			✓ (2)
	Potensial listrik			✓ (1), (2)			
	Rangkaian listrik				✓ (1), (2), (3), (4), (5)	✓	
	Potensial listrik			✓ (1), (2)			
	Rangkaian hambatan				✓ (1), (b), (c), (d)		
	Hukum Kirchoff				✓ (1)		
	Perhitungan biaya listrik					✓	
Ayo Diskusikan	Beda potensial		✓ (1)		✓ (2)		
	Upaya penghematan listrik				✓ (1), (2)	(3)	
Ayo Kita Cari Tahu	Elektrsokop						✓
	Sumber energi listrik alternatif					✓	
Ayo Kita Pikirkan	Energy listrik				✓		
Ayo Kita Kerjakan Proyek	Cara kerja mesin fotokopi					✓	

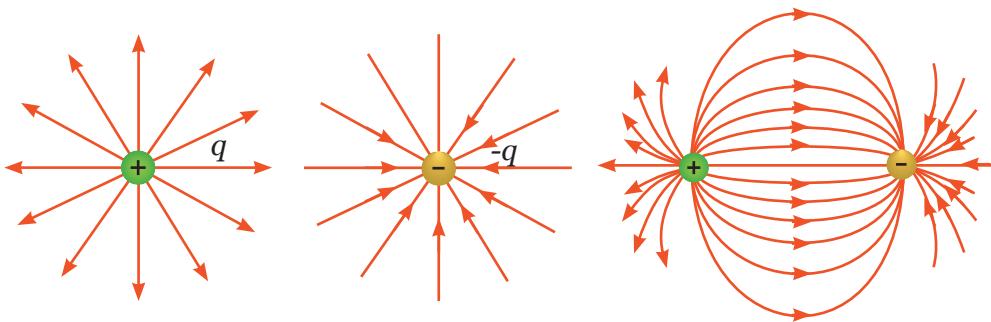
## b. Uji Kompetensi

Tabel Indikator Butir Soal Uji Kompetensi

Indikator butir soal	Ranah kognitif/ jumlah soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Mengidentifikasi perubahan energi pada lampu senter		A1				
Menganalisis kawat konduktor yang dapat digunakan untuk menyambungkan arus dalam suatu rangkaian		A2		B3		
Menunjukkan kawat konduktor yang dapat digunakan untuk menyambungkan arus dalam suatu rangkaian		A3				
Menganalisis perbandingan jumlah energi listrik yang digunakan dengan jumlah energi cahaya yang dihasilkan				A4		
Menghitung biaya listrik yang dipakai selama satu bulan			A5			
Menganalisis pernyataan yang tepat berkaitan dengan arus listrik yang mengalir dalam suatu rangkaian				A6		
Menyebutkan zat kimia yang mampu menghantarkan listrik dalam tubuh		A7				
Menganalisis besar tegangan listrik dalam suatu rangkaian listrik				A 8 , B6		
Menganalisis pernyataan yang berkaitan dengan keuntungan menggunakan energi matahari				A9		
Menentukan jenis bahan bakar fosil	A10					
Menganalisis peristiwa yang terjadi pada elektroskop saat didekati dengan benda yang bermuatan				B1		
Menghitung besar Gaya Coulomb dua muatan yang didekatkan			B2			
Menganalisis keuntungan penggunaan rangkaian listrik paralel dalam kehidupan				B4		
Menganalisis penyebab petir yang menyambar pohon kelapa dibanding pohon mangga				B5		

## D. MATERI PENGAYAAN

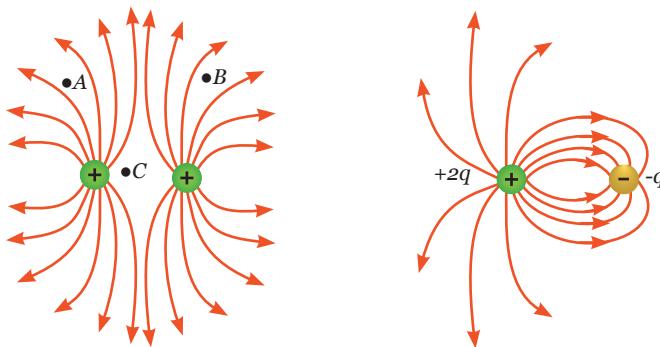
Medan listrik digambarkan oleh serangkaian garis listrik yang arahnya keluar atau masuk ke dalam muatan. Arah garis listrik ke dalam digunakan untuk menunjukkan muatan negatif dan arah garis listrik ke luar digunakan untuk menunjukkan muatan positif.



Sumber: Serway, 2004  
Gambar Garis Gaya Listrik Dua Muatan

### Perhatikan cara menggambarkan garis gaya listrik!

Semakin besar nilai muatan listrik, maka akan semakin banyak garis gaya listrik yang berada disekitar muatan tersebut. Sebaliknya, semakin kecil nilai muatan listrik, maka akan semakin sedikit pula garis gaya listrik yang berada disekitar muatan tersebut. Perhatikan gambar berikut.



Sumber: Serway, 2004  
Gambar Garis Gaya Listrik Dua Muatan

## E. INTERAKSI DENGAN ORANG TUA

- Bertanya kepada orang tua tentang penggunaan listrik di rumah, perhitungan energi listrik bulanan, dan upaya penghematan listrik.
- Meminta bantuan orang tua jika kesulitan mencari informasi tentang penerapan konsep listrik statis pada mesin fotokopi.

## F. KUNCI JAWABAN UJI KOMPETENSI

### 1. Pilihan Ganda

1. C
2. C
3. A
4. C
5. B
6. D
7. B
8. D
9. A
10. C

### 2. Uraian

1. Elektron yang ada di kepala elektroskop akan terinduksi menjauhi benda dan menuju ke dua daun elektroskop. Hal tersebut yang mengakibatkan kedua daun elektroskop menjadi bermuatan negatif dan saling tolak-menolak (mekar)

$$F = k \times \frac{q_1 \times q_2}{r^2} = 9 \times 10^{-9} \times \frac{4 \times 10^{-6} \times 8 \times 10^{-6}}{0,6^2} = 8 \times 10^{-1} = 0,8 \text{ N}$$

- 2.
3. a. 2 dan 3  
b. tidak ada yang menyala  
c. 1, 2, dan 3  
d. tidak ada yang menyala
4. Rangkaian paralel dapat menghemat biaya penggunaan listrik karena alat-alat listrik yang tidak digunakan dapat dimatikan
5. Petir akan menyambar benda-benda yang paling tinggi, hal ini menyebabkan petir akan menyambar pohon kelapa ketimbang pohon mangga.

$$6. a. \frac{1}{R_p} = \frac{1}{9} + \frac{1}{9} = \frac{2+3}{18} = \frac{5}{18}$$

$$R_p = \frac{18}{5} = 3,6 \Omega$$

$$R_{\text{total}} = 3,6 + 0,4 + 1 = 5 \Omega$$

$$b. I_{\text{total}} = \frac{V}{R} = \frac{10}{5} = 2 \text{ A}$$

c.  $I_9 = \frac{V_9}{R_9} = \frac{7,2}{9} = 0,8 \text{ A}$

$$V_9 = 2 \times \frac{18}{5} = \frac{36}{9} = 7,9 \text{ V}$$

d.  $V_9 = V_6 = V_{\text{paralel}} = 7,9 \text{ V}$

$$I_6 = \frac{7,2}{6} = 1,2 \text{ A}$$

e.  $I_1 = I_{\text{total}} = 2 \text{ A}$

f. 7, 9 V

g. 7, 9 V

h.  $V_1 = I_1 \times R_1 = 2 \times 1 = 2 \text{ V}$

## G. PROYEK

Tugas proyek ini dapat dilaksanakan oleh peserta didik selama ± 1 minggu. Selama pelaksanaan tugas proyek ini, peserta didik diharuskan untuk selalu melakukan konsultasi dengan guru. Berkaitan dengan cara penilaian proyek ini, guru dapat merujuk cara penilaian yang terdapat pada bagian umum dengan disesuaikan tugas peserta didik.

# Bab 6

# Kemagnetan dan Pemanfaatannya dalam Produk Teknologi

## A. Pengantar

Bab 6 pada buku ini memuat materi tentang Kemagnetan dan Pemanfaatannya dalam Produk Teknologi. Pada bagian bab ini peserta didik akan mempelajari pemanfaatan medan magnet pada migrasi hewan, teori dasar kemagnetan, dan pemanfaatan magnet dalam produk teknologi. Pada bab ini guru diminta untuk membimbing peserta didik menyelidiki sifat magnet bahan dengan melakukan Aktivitas 6.1, membuat magnet dengan melakukan Aktivitas 6.2, menyelidiki pola medan magnet dengan melakukan Aktivitas 6.3, menyelidiki besar gaya Lorentz dengan melakukan Aktivitas 6.4, dan menyelidiki faktor-faktor yang mempengaruhi elektromagnetik dengan melakukan Aktivitas 6.4.

### 1. Kompetensi Dasar

- 3.7 Mendeskripsikan konsep medan magnet, induksi elektro magnetik, dan penggunaannya dalam produk teknologi, serta pemanfaatan medan magnet dalam pergerakan/navigasi hewan untuk mencari makanan dan migrasi.
- 3.6 Mendeskripsikan karakteristik rangkaian listrik, transmisi energi listrik, sumber-sumber energi listrik alternatif (termasuk bioenergi), berbagai upaya dalam menghemat energi listrik, serta penggunaan teknologi listrik di lingkungan sekitar.
- 4.6 Membuat karya sederhana yang memanfaatkan prinsip elektromagnetik dan induksi elektromagnetik.

### 2. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator Pencapaian Kompetensi Bab 6 tentang Kemagnetan dan Pemanfaatannya dalam Produk Teknologi dikembangkan oleh guru dengan mengacu pada KI dan KD pada lampiran Permendikbud No. 58 tahun 2014. Peserta didik perlu diberi indikator pencapaian kompetensi yang sesuai untuk mencapai kompetensi dasar. Indikator pencapaian kompetensi yang tercantum pada buku guru ini dapat dikembangkan lagi oleh guru. Berikut beberapa indikator pencapaian kompetensi yang dikembangkan untuk mencapai KD 3.7, 3.6, dan 4.6.

- Menjelaskan prinsip kemagnetan dalam tubuh hewan.

- Menjelaskan pengertian magnet.
- Membedakan feromagnetik, paramagnetik, dan diamagnetik.
- Menyebutkan contoh feromagnetik, paramagnetik, dan diamagnetik.
- Menjelaskan 3 cara membuat magnet.
- Menjelaskan 3 cara menghilangkan sifat magnet.
- Mengidentifikasi medan magnet dari berbagai bentuk magnet.
- Menjelaskan teori kemagnetan bumi.
- Menghitung besar Gaya Lorentz.
- Menentukan arah Gaya Lorentz dengan menggunakan kaidah tangan kanan.
- Menyebutkan contoh-contoh penerapan Gaya Lorentz dalam kehidupan sehari-hari.
- Menjelaskan prinsip kerja contoh-contoh penerapan Gaya Lorentz dalam kehidupan sehari-hari.
- Menjelaskan prinsip induksi elektromagnetik.
- Menyebutkan contoh-contoh penerapan induksi elektromagnetik dalam kehidupan sehari-hari.
- Menjelaskan prinsip kerja contoh-contoh penerapan induksi elektromagnetik dalam kehidupan sehari-hari.
- Menjelaskan prinsip kerja transformator.
- Menghitung efisiensi transformator.
- Menjelaskan prinsip kemagnetan dalam berbagai produk teknologi.
- Membuat generator sederhana.

### 3. Alokasi Waktu

Kegiatan untuk membelajarkan Bab 6 dapat dilakukan kurang lebih selama 5 kali tatap muka dengan berbagai aktivitas yang membantu peserta didik untuk lebih mudah memahami materi kemagnetan (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP).

### 4. Materi Esensial

- a. Magnet adalah benda yang memiliki kemampuan dapat menarik benda lain. Magnet memiliki dua kutub, yaitu kutub utara dan kutub selatan. Kutub-kutub yang senama bila didekatkan akan saling tolak menolak, sedangkan kutub-kutub yang berbeda nama bila didekatkan akan saling tarik-menarik.
- b. Lobster duri, bakteri, merpati, elang, salmon, dan penyu laut memanfaatkan prinsip medan magnet bumi untuk navigasi, menghindari predator, dan mencari mangsa.
- c. Gaya magnet ditimbulkan oleh gerakan muatan listrik seperti elektron dan proton (partikel elementer penyusun magnet).

- d. Berdasarkan kekuatan magnet untuk menarik benda, bahan magnet dibagi menjadi tiga, yaitu feromagnetik, diamagnetik, dan paramagnetik. Feromagnetik adalah sebutan bagi benda-benda yang dapat ditarik kuat oleh magnet. Contoh bahan feromagnetik adalah besi, baja, kobalt, dan nikel. Diamagnetik adalah sebutan bagi benda-benda yang ditarik lemah oleh magnet. Contoh bahan diamagnetik adalah tembaga, platina, dan garam. Paramagnetik adalah sebutan bagi benda-benda yang tidak ditarik atau bahkan cenderung ditolak oleh magnet. Contoh bahan paramagnetik adalah alumunium, emas, timah, dan bismut.
- e. Magnet dapat dibuat dengan cara menggosok, induksi (mendekatkan), dan induksi elektromagnetik.
- f. Sifat kemagnetan bahan dapat dihilangkan dengan cara memukul-mukul, memanaskan, dan meliliti magnet dengan arus searah atau AC. Pada prinsipnya, sifat kemagnetan dapat dihilangkan dengan cara mengacak arah magnet elementer.
- g. Bumi adalah magnet raksasa. Sama seperti magnet lainnya, bumi memiliki kutub utara dan selatan. Kutub utara magnet bumi berada di kutub selatan bumi, dan kutub selatan magnet bumi berada di kutub utara bumi.
- h. Interaksi kawat berarus dalam sebuah medan magnet akan menghasilkan gaya, yang disebut sebagai Gaya Lorentz. Besarnya Gaya Lorentz tersebut dipengaruhi oleh besarnya kuat medan magnet, arus listrik, dan panjang kawat. Contoh penerapan Gaya Lorentz dalam kehidupan sehari-hari adalah motor listrik, bel listrik, relai, dan telepon kawat.
- i. tegangan listrik, sedangkan transformator step up berfungsi untuk menaikkan tegangan listrik. Perhitungan efisiensi transformator ( $\eta$ ) yang tidak ideal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan rumus
- $$\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \times 100\%$$
- j. Induksi elektromagnetik membahas tentang konsep arus listrik yang dapat menghasilkan medan magnet atau medan magnet yang mampu menghasilkan listrik. Contoh penerapan induksi elektromagnetik dalam kehidupan sehari-hari adalah generator, dinamo AC/DC, dan transformator.
- k. Transformator adalah alat yang digunakan untuk merubah besar tegangan listrik. Berdasarkan penggunaanya, transformator dibagi

menjadi dua jenis, yaitu trasformator *step down* dan transformator *step up*. Transformator *step down* berfungsi untuk menurunkan tegangan listrik, sedangkan transformator *step up* berfungsi untuk menaikkan tegangan listrik. Prinsip elektromagnetik diterapkan dalam teknologi sebagai pendekripsi penyakit dalam tubuh manusia tanpa melalui prosedur pembedahan atau MRI (*Magnetic Resonance Imaging*), kereta Maglev, dan pembangkit listrik tenaga nuklir.

## B. KEGIATAN PEMBELAJARAN DAN PENILAIAN

Guru dapat menerapkan pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL), *Inquiry*, *Discovery Learning*, ataupun *Problem Based Learning* (PBL) yang prosesnya berbasis *scientific approach* pada pembelajaran Bab 6 tentang Kemagnetan dan Pemanfaatanya dalam Produk Teknologi.

### Materi Bagian A. Pemanfaatan Medan Magnet Bumi

#### 1. Pemanfaatan Medan Magnet pada Migrasi Hewan

- a. Sebelum mengawali pembelajaran, guru menunjukkan kekuasaan Tuhan yang telah menganugerahkan kemampuan pada hewan untuk memanfaatkan medan magnet bumi untuk melakukan migrasi. Meskipun tanpa menggunakan kompasa atau GPS, hewan dapat mengetahui arah yang tepat untuk bermigrasi. Berdasarkan kegiatan ini, peserta didik diharapkan lebih mengagumi kekuasaan Tuhan dalam menciptakan detil kehidupan dan keteraturannya.
- b. Pada awal pembelajaran kemagnetan dalam produk teknologi, peserta didik diminta untuk menjelaskan konsep magnet berdasarkan pengalaman sehari-hari dan berdasarkan teknologi atau benda-benda yang mengandung magnet.
- c. Setelah peserta didik menjabarkan konsep magnet yang telah diketahui, guru membimbing peserta didik untuk mempertanyakan keberadaan magnet atau sifat magnet dalam tubuh makhluk hidup.
- d. Guru menjelaskan konsep magnet yang digunakan untuk migrasi burung, salmon, penyu laut, lobster duri, dan bakteri. Agar peserta didik lebih memahami konsep migrasi hewan yang memanfaatkan medan magnet bumi, guru meminta peserta didik untuk mendiskusikan kegagalan migrasi ikan paus yang akhir-akhir ini marak dibahas di media massa sesuai dengan kegiatan ‘Ayo, Kita Diskusikan’.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Salah satu hal yang mengganggu sensitifitas ikan paus untuk mencari arah saat bermigrasi adalah gelombang radar dan sinyal komunikasi antarkapal laut yang mendekati atau bahkan melalui lintasan ikan paus.

## Materi Bagian B. Teori Dasar Kemagnetan

### 1. Konsep Gaya Magnet

- a. Teori dasar kemagnetan dapat dijelaskan dengan cara mengapungkan magnet batang pada gabus diatas permukaan air untuk mengetahui bahwa magnet selalu menunjuk pada arah selatan dan utara bumi, seperti pada Gambar 6.7 pada buku siswa. Peristiwa ini sekaligus membuktikan bahwa magnet selalu memiliki dua kutub, yaitu kutub utara dan selatan. Kutub selatan magnet akan selalu menghadap ke arah kutub utara magnet bumi, sebaliknya kutub utara magnet akan selalu menghadap ke arah kutub selatan magnet bumi.
- b. Agar lebih memahami interaksi kutub-kutub magnet, guru dapat mendemostrasikan dua magnet yang digantung dan diamati interaksi antarkutub-kutubnya, seperti pada Gambar 6.8 pada buku siswa.
- c. Guru menjelaskan bahwa gaya magnet ditimbulkan tidak lain merupakan akumulasi gaya yang ditimbulkan oleh magnet elementer yang ada di setiap magnet (Perhatikan Gambar 6.9 pada buku siswa). Magnet elementer adalah atom-atom penyusun benda yang memiliki kecenderungan membentuk sifat kemagnetan pada benda. Jika magnet elementer pada benda tersusun secara rapi sehingga menunjuk pada arah yang sama, yaitu utara dan selatan, maka benda tersebut akan memiliki sifat kemagnetan yang kuat (menjadi benda magnet). Sebaliknya, jika magnet elementer pada benda tersusun secara acak dan tidak menunjuk pada arah yang sama, maka benda tersebut tidak memiliki sifat kemagnetan (tidak menjadi benda magnet). Keteraturan dan tidaknya magnet elementer tersebut sangat bergantung pada spin elektron penyusun bahan. Lebih lanjut materi ini akan dibahas di SMA.
- d. Setelah itu, guru meminta agar peserta didik melakukan penyelidikan sesuai dengan aktivitas 6.1 pada Buku Siswa. Jawaban hasil penyelidikan dapat bervariasi tergantung pada bahan yang diuji sifat kemagnetannya oleh peserta didik.



## Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

### Aktivitas 6.1 Sifat Magnet Bahan

No	Nama Benda	Ditarik/ditolak	Kuat/lemah
1	Pensil	Tidak ada reaksi	
2	Pulpen	Tidak ada reaksi	
3	Mistar Besi	Ditarik	Kuat
4	Klip Kertas	Ditarik	Kuat
5	Dst		

#### Alternatif Jawaban Diskusi

1. Benda yang dapat ditarik magnet: mistar besi, klip kertas, dst.
2. Benda yang tidak bereaksi dengan magnet: Pensil, pulpen, dst.
3. Penentuan kutub benda yang dapat ditarik magnet adalah dengan mendekatkannya pada kutub selatan atau kutub utaranya. Jika suatu bagian benda dapat ditarik oleh kutub selatan magnet, maka bagian benda tersebut adalah kutub utara benda.

#### Alternatif Kesimpulan

1. Magnet adalah benda yang dapat menarik benda lain.
2. Kekuatan tarikan magnet terhadap benda dapat dibedakan menjadi kuat, lemah, dan tidak ditarik. Benda yang dapat ditarik magnet secara kuat dikelompokkan pada benda-benda dengan sifat feromagnetik. Benda yang dapat ditarik magnet secara lemah dikelompokkan pada benda-benda dengan sifat diamagnetik. Benda yang cenderung ditolak magnet dikelompokkan pada benda-benda dengan sifat paramagnetik.
- e. Setelah mengetahui kelompok benda feromagnetik, paramagnetik, dan diamagnetik, guru meminta peserta didik untuk mencoba membuat magnet dengan memanfaatkan benda-benda dengan sifat feromagnetik melalui Aktivitas 6.2. Uraian prinsip dasar pembuatan magnet dapat dilihat pada Buku Siswa.



## Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

### Aktivitas 6.2 Membuat Magnet

#### Langkah Kerja 1

Paku pertama dapat menarik paku kedua.

#### Langkah Kerja 2

Paku yang dililiti kawat beratus DC akan menarik paku lainnya (berperan sebagai magnet)

#### Langkah Kerja 3

Paku yang telah digosokkan pada magnet akan dapat menarik paku lainnya.

#### Alternatif Kesimpulan

Benda, seperti paku, dapat dijadikan magnet dengan cara didekatkan (induksi), digosok, dan dialiri arus listrik DC (induksi elektromagnet).

- f. Setelah melakukan percobaan, guru dapat menekankan pada peserta didik tentang prinsip suatu benda dapat dijadikan magnet, yaitu dengan mengubah arah magnet elementernya menjadi searah. Berdasarkan kegiatan percobaan yang telah dilakukan guru memperkenalkan ketiga cara pembuatan magnet, yaitu 1) menginduksikan benda terhadap magnet seperti langkah kerja 1; 2) meliliti benda dengan kawat penghantar yang dialiri arus DC (elektromagnet) seperti langkah kerja 2; 3) menggosokkan benda secara searah pada magnet, seperti langkah kerja 3.
- g. Agar peserta didik mengetahui penerapan elektromagnet dalam kehidupan sehari-hari, guru dapat meminta peserta didik untuk menyebutkan contoh benda yang menerapkan elektromagnet dan meminta peserta didik berdiskusi tentang prinsip elektromagnet yang terdapat pada benda-benda yang telah dicontohkan.
- h. Mempelajari cara menghilangkan kemagnetan bahan, peserta didik dapat diingatkan tentang prinsip cara pembuatan magnet. Jika magnet elementer yang terdapat pada suatu benda dibuat tidak searah maka sifat kemagnetanya akan berkurang bahkan hilang. Cara yang dapat dilakukan adalah dengan memukul-mukul, memanaskan, dan meliliti benda bersifat magnet dengan kawat penghantar yang dialiri arus AC.
- i. Selanjutnya guru dapat membimbing peserta didik untuk mempelajari tentang medan magnet. Guru dapat mengingatkan peserta didik tentang

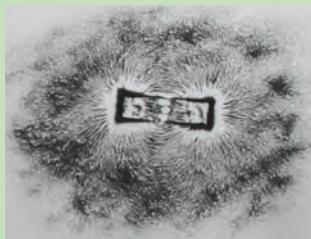
materi magnet bumi yang telah dipelajari di awal bab lalu mengajak peserta didik untuk melakukan kegiatan mengetahui medan magnet seperti pada ‘Aktivitas 6.3’.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

#### Aktivitas 6.3 Mengetahui Medan Magnet

1.



2.



#### Alternatif Jawaban Diskusi

Bagian yang banyak ditempeli magnet adalah ujung kutub utara dan kutub selatan, baik dari magnet batang maupun magnet U. Hal ini dikarenakan pada bagian tersebut pengaruh medan magnet paling besar.

#### Alternatif Kesimpulan yang Dapat Disusun

Terdapat daerah di sekitas magnet yang terkena pengaruh gaya magnet atau disebut medan magnet.

- j. Memasuki materi induksi magnet guru menjelaskan bahwa induksi magnet berawal dari tidak terkendalinya putaran jarum kompas yang ada di kapal laut saat petir menyambar kapal. Agar lebih memahami konsep induksi magnet, guru dapat membimbing peserta didik melakukan kegiatan seperti yang terdapat pada Aktivitas 6.4.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

#### Aktivitas 6.4 Menyelidiki Medan Magnet di dekat Kawat Berarus listrik

Saat kabel mulai dialiri arus listrik jarum kompas mengalami penyimpangan. Hal tersebut dapat terjadi karena jarum kompas terkena induksi elektromagnetik yang ditimbulkan oleh kawat berarus.

#### Alternatif Kesimpulan yang Dapat Disusun

Kawat berarus listrik dapat merubah arah medan magnet di sekitar kompas. Arah medan magnet dapat dipengaruhi oleh arah arus listrik.

## 2. Teori Kemagnetan Bumi

- Guru dapat meminta peserta didik mengingat materi kelas VIII tentang bumi yang merupakan magnet raksasa yang memiliki kutub. Setelah itu, guru menjelaskan pada peserta didik tentang medan magnet bumi dan fungsinya.

## 3. Gaya Lorentz

- Mengawali pembelajaran tentang konsep gaya Lorentz, guru dapat menjelaskan terdapatnya keterkaitan antara arus listrik, magnet, dan gaya yang ditimbulkan, seperti pada kasus berputarnya jarum kompas saat didekatkan pada kawat berarus karena mendapatkan gaya magnet. Agar peserta didik lebih memahami konsep gaya Lorentz, guru dapat membimbing peserta didik melakukan Aktivitas 6.5.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

#### Aktivitas 6.5 Menentukan Besar dan Arah Gaya Lorentz

Jika magnet yang digunakan tetap dan baterai yang digunakan semakin banyak, maka simpangan yang dihasilkan akan semakin jauh.

- b. Agar peserta didik lebih memahami konsep gaya Lorentz, guru membimbing peserta didik untuk memahami konsep matematis gaya Lorentz melalui kegiatan ‘Ayo, Kita Pahami’, kemudian mengajak peserta didik untuk mengerjakan soal Gaya Lorentz melalui kegiatan ‘Ayo, Kita Selesaikan’. Jika soal yang disajikan pada kegiatan ‘Ayo, Kita Selesaikan’ dianggap masih kurang, guru dapat merujuk pada soal-soal yang ada pada fitur uji kompetensi atau membuat soal sendiri dengan angka yang mudah. Pemberian angka-angka yang mudah pada soal-soal yang diberikan untuk peserta didik dimaksudkan agar peserta didik tidak terjebak pada permasalahan yang matematis.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

$$1. F = B \times I \times L = 90 \times (0,02 \times 10^{-3}) \times 12 = 0,00216 \text{ N}$$

$$2. B = \frac{F}{I \times L} = \frac{1}{5 \times (2 \times 10^{-3})} = 10 \text{ T}$$

3. a. Arah x  
b. Arah -z

- c. Cara membelajarakan materi penerapan Gaya Lorentz dalam kehidupan sehari-hari, guru dapat meminta peserta didik untuk membuat karya tulis atau presentasi menggunakan power point, gambar, atau media lainnya.

## 4. Induksi Elektromagnetik

- a. Guru menjelaskan konsep induksi elektromagnetik dengan menunjukkan penerapan induksi elektro magnetik dalam kehidupan sehari-hari. Setelah itu, guru meminta peserta didik untuk menyelidiki faktor-faktor yang mempengaruhi induksi elektromagnetik dengan melakukan Aktivitas 6.6.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

#### Aktivitas 6.6 Menyelidiki Peristiwa Induksi Elektromagnetik

Berdasarkan percobaan, faktor-faktor yang mempengaruhi induksi elektro magnetik adalah kecepatan perubahan medan magnet dan banyaknya lilitan. Semakin banyak lilitannya maka semakin besar kekuatan magnet.

- b. Cara membelajarkan materi penerapan induksi elektromagnetik dalam kehidupan sehari-hari, guru dapat meminta peserta didik untuk membuat karya tulis atau presentasi menggunakan power point, gambar, atau media lainnya.
- c. Salah satu penerapan induksi elektromagnetik dalam kehidupan yang paling populer adalah transformator, sehingga guru sebaiknya menjelaskan lebih mendalam pada konsep-konsep yang berkaitan dengan transformator, misalnya melalui penjelasan tentang cara menyalurkan listrik dari PLN ke rumah-rumah penduduk (ajak peserta didik untuk memahami kembali konsep transmisi energi listrik pada Bab V Kelistrikan dan Teknologi Listrik di Lingkungan, Gambar 5.36 Transmisi Energi Listrik Jarak Jauh), atau penggunaan alat-alat yang memerlukan tegangan tidak sesuai dengan tegangan listrik rumah tangga.
- d. Setelah memahami fungsi dan prinsip kerja transformator dengan baik, guru membimbing peserta didik untuk memahami konsep matematis transformator melalui kegiatan ‘Ayo, Kita Pahami’, kemudian mengajak peserta didik untuk mengerjakan soal transformator melalui kegiatan ‘Ayo, Kita Selesaikan’. Jika soal latihan transformator dirasakurang, guru dapat menggunakan soal-soal pada uji kompetensi atau membuat sendiri sesuai kompetensi yang diukur dengan angka-angka yang mudah. Pemberian angka-angka yang mudah pada soal-soal yang diberikan untuk peserta didik dimaksudkan agar peserta didik tidak terjebak pada permasalahan yang matematis.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

1. Nomor 1

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s} = \frac{I_s}{I_p}$$

$$\frac{1500}{300} = \frac{V_p}{3} = \frac{I_s}{4}$$

$$V_p = \frac{1500}{300} \times 3 = 15 \text{ V}$$

$$I_s = \frac{1500}{300} \times 4 = 20 \text{ mA}$$

2. Nomor 2

$$\frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s}$$

$$= \frac{330}{V_s}$$

$$V_s = 330 \times \frac{40}{1200} = 11 \text{ V}$$

3.  $\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \times 100\% = \frac{70}{350} \times 100\% = 20\%$

## C. Membelajarkan Kemagnetan dalam Produk Teknologi

- Cara membelajarkan materi kemagnetan dalam produk teknologi, guru dapat meminta peserta didik untuk membuat karya tulis atau presentasi menggunakan *power point*, gambar, atau media lainnya.

## C. PENILAIAN DAN KISI-KISI PENCAPAIAN KOMPETENSI

### 1. Penilaian

Penilaian untuk mencapai indikator KI 1, KI 2, dan KI 4 dapat diamati selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian guru dapat merujuk pada Bagian Umum Bab 3. Penilaian Pembelajaran IPA. Penilaian KI 3 dapat dilihat pada kisi-kisi Pencapaian Kompetensi.

## 2. Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi

### a. Kegiatan Siswa

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo Kita Lakukan	Sifat magnet bahan		√ (1), (2)				
	Membuat magnet				√		
	Medan magnet				√		
	Medan magnet pada kawat berarus				√		
	Gaya Lorentz				√		
	Induksi elektromagnetik		√ (3)		√ (1), (2), (4)		
Ayo Selesaikan	Gaya Lorentz		√ (2)	√ (1), (2)			
	Trnasformator			√ (1), (2), (3)			
Ayo Diskusikan	Kelistrikan pada hewan				√		
	Benda paramagnetik				√		
Ayo Kita Cari Tahu	Jarum kompas		√				
Ayo Kita Pikirkan	MRI		√				
Ayo Kita Kerjakan Proyek	Generator sederhana						√

### b. Uji Kompetensi

Indikator butir soal	Ranah kognitif/ jumlah soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Menentukan jenis magnet yang cara kerjanya memanfaatkan medan magnet bumi		A1				
Menganalisis terbentuknya kutub magnet batang yang dipotong menjadi dua bagian				A2, B1		

Indikator butir soal	Ranah kognitif/ jumlah soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Menganalisis peristiwa yang akan terjadi pada paku yang dililiti dengan kawat berarus listrik				A3 B1		
Menentukan cara yang paling mudah untuk memisahkan serbuk besi dari pasir			A4			
Menentukan hewan yang memanfaatkan kemagnetan bumi sebagai sistem navigasi	A5, A6					
Menganalisis interaksi dua magnet yang didekatkan				A7, B3, B2		
Menganalisis cara menentukan kekuatan magnet				A8, B4		
Menyebutkan alat yang memanfaatkan prinsip induksi elektromagnetik		A9				
Menyebutkan penyebab perbedaan arah gerak jarum galvanometer		A10				
Menjelaskan prinsip kerja kereta Maglev				B5		

## D. MATERI PENGAYAAN

### Gejala Kemagnetan Bumi (Kejanggalan-Kejanggalan pada Kompas)



#### Alat dan Bahan

1. Gelas yang penuh berisi air
2. Magnet jarum
3. Spidol

## Langkah Kerja

1. Beri tanda pada gelas untuk menunjukkan arah kutub utara dan selatan bumi.
2. Isi gelas dengan air hingga penuh. Letakkan magnet jarum di atas permukaan air.
3. Amati apa yang terjadi?
4. Mengapa magnet jarum yang diapungkan tidak tepat menunjukkan ke arah kutub utara dan selatan bumi?
5. Mengapa magnet jarum yang diapungkan tidak hanya menunjuk ke arah utara dan selatan, tetapi juga ke arah bawah?

## E. INTERAKSI DENGAN ORANG TUA

- Bertanya kepada orang tua tentang pembangkit listrik yang ada di lingkungannya.
- Meminta bantuan orang tua jika kesulitan untuk menentukan jenis generator yang akan dibuat

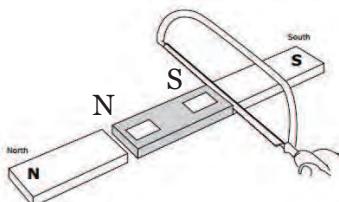
## F. KUNCI JAWABAN UJI KOMPETENSI

### 1. Pilihan Ganda

1. D
2. B
3. C
4. C
5. A
6. C
7. C
8. C
9. A
10. B

### 2. Uraian

1. Gambar kutub magnet yang terbentuk



2. Kutub utara jarum kompas akan menunjuk pada kutub selatan magnet, sebaliknya kutub selatan jarum kompas akan menunjuk pada kutub utara magnet.
3. a. Magnet X dan Y bersentuhan karena kutub yang saling berhadapan berbeda.  
b. Magnet Y dan Z tetap terpisah karena kutub yang saling berhadapan sama.
4. Dayu memiliki dua batang logam. Dia tahu batang logam 1 merupakan magnet.
  - a. Mendekatkan batang 2 ke batang 1. Caranya adalah dengan menguji ujung-ujung batang 2 ke batang 1. Jika salah satu ujung batang 2 menolak ujung batang 1, maka dapat dipastikan batang 2 adalah magnet, karena hanya kutub magnet yang sama jenisnya yang saling tolak-menolak.
  - b. Gaya tolak-menolak kutub magnet yang sejenis
5. Kereta Maglev menerapkan prinsip gaya tolak menolak magnet serta didorong dengan menggunakan motor induksi

## G. PROYEK

Tugas proyek ini dapat dilaksanakan oleh peserta didik selama ± 3 minggu. Pada minggu pertama, peserta didik diminta untuk mencari informasi tentang cara pembuatan generator sederhana. Kemudian pada minggu kedua peserta didik diminta untuk menyusun perencanaan produk. Terakhir, pada minggu ketiga, peserta didik diminta untuk membuat produk dan menyusun laporan. Selama pelaksanaan tugas proyek ini, peserta didik diharuskan untuk selalu melakukan konsultasi dengan guru. Berkaitan dengan cara penilaian proyek ini, guru dapat merujuk cara penilaian yang terdapat pada bagian umum dengan disesuaikan tugas peserta didik.

# Bab 7

# Pewarisan Sifat pada Makhluk Hidup

## A. PENGANTAR

Bab 7 ini memuat materi tentang molekul yang mendasari pewarisan sifat pada makhluk hidup yaitu DNA dan RNA, serta peranannya dalam pewarisan sifat. Selanjutnya dipaparkan struktur DNA. Selain itu juga dijelaskan tentang istilah-istilah yang berhubungan dengan pewarisan sifat seperti gen, alel, fenotip, genotip, homozigot dan heterozigot. Pada bagian selanjutnya dijelaskan tentang pewarisan sifat mendel, yaitu persilangan monohibrid dan dihibrid. Lalu, dipaparkan pewarisan sifat pada manusia dan pewarisan kelainan-kelainan sifat pada manusia seperti albino, buta warna, kanker, dah hemofilia. Pada bagian akhir dipaparkan peranan pewarisan sifat dalam pemuliaan makhluk hidup. Pada bab pewarisan sifat ini terdapat beberapa aktivitas yang dapat dilakukan antara lain: mengidentifikasi sifat-sifat anggota keluarga, mengidentifikasi kromosom laki-laki, melakukan persilangan, dan melacak sejarah kesehatan keluarga.

### 1. Kompetensi Dasar

- 3.8 Mengidentifikasi proses dan hasil pewarisan sifat serta penerapannya dalam pemuliaan mahluk hidup.
- 4.7 Melakukan percobaan sederhana untuk menemukan hukum pewarisan sifat mahluk hidup.

### 2. Indikator Pencapaian Kompetensi

- Menjelaskan molekul yang mendasari pewarisan sifat pada makhluk hidup.
- Mengidentifikasi struktur molekul DNA.
- Menunjukkan hubungan antara kromosom, DNA, gen, RNA, dan karakteristik makhluk hidup.
- Menjelaskan istilah-istilah dalam pewarisan sifat pada makhluk hidup
- Membandingkan kromosom tubuh orang laki-laki, orang perempuan, dan sel kelamin.
- Membuat bagan persilangan sesuai dengan data yang telah disajikan
- Menganalisis mekanisme pewarisan kelainan sifat-sifat pada manusia
- Mengidentifikasi mekanisme pewarisan sifat dalam pemulian makhluk hidup.
- Mengidentifikasi karakteristik anggota keluarga untuk menemukan hukum pewarisan sifat.

- Membuktikan hukum pewarisan sifat Mendel melalui percobaan persilangan sederhana.
- Membuat persilangan pada pewarisan sifat manusia.

### 3. Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab 7 tentang pewarisan sifat pada makhluk hidup diperkirakan memerlukan waktu 6 sampai 7 kali tatap muka (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP).

### 4. Materi Esensial

#### a. Materi Genetik

Setiap sifat dan karakteristik yang ada pada setiap orang adalah warisan dari orang tua yang diwariskan melalui materi genetik yaitu **deoxyribonucleic acid (DNA)** dan **ribonucleic acid (RNA)**. Pada suatu untai DNA terdapat unit instruksi atau perintah yang mempengaruhi sifat atau yang menentukan karakteristik setiap makhluk hidup yang disebut **gen**. Untai DNA yang panjang akan mengalami kondensasi atau pemintalan sehingga menjadi struktur yang lebih padat yang disebut **kromosom**.

#### b. Struktur DNA

DNA memiliki struktur seperti suatu untai ganda yang membentuk heliks. Struktur DNA yang panjang tersusun atas satu unit kecil yang disebut dengan **nukleotida**. Satu unit nukleotida tersusun atas gugus fosfat, gula deoksiribosa, dan basa nitrogen. Nukleotida ini dapat dibagi menjadi struktur yang lebih kecil disebut **nukleosida**. Satu unit nukleosida tersusun atas gula deoksiribosa dan basa nitrogen (tanpa gugus fosfat). Ada empat senyawa basa nitrogen yang menyusun DNA yaitu adenin (A) yang selalu berpasangan dengan timin (T), serta guanin (G) yang selalu berpasangan dengan sitosin (C). Basa nitrogen adenin dan guanin dikelompokkan dalam basa **purin**, sedangkan timin dan sitosin dikelompokkan dalam basa **pirimidin**.

#### c. Peranan Materi Genetik dalam Penentuan Sifat

Materi genetik sangat berperan dalam pewarisan sifat atau karakter-karakter tertentu pada makhluk hidup. Karakter yang mampu mengalahkan atau menutupi karakter yang lain disebut karakter **dominan**. Karakter ini akan tampak atau muncul pada individu makhluk hidup. Karakteristik yang kalah atau tertutupi disebut karakter **resesif**. Gen-gen yang mengkode karakteristik makhluk hidup memiliki variasi. Variasi atau bentuk alternatif dari gen-gen disebut **allel**, misalnya gen U (mengkode warna ungu pada bunga) dan gen u (mengkode warna putih pada bunga). Contoh lain yaitu

karakter cuping yang terpisah dikode oleh gen G sedangkan karakter cuping melekat dikode gen g. Karakter-karakter fisik (mencangkup bentuk luar, fungsi alat tubuh, dan tingkah laku yang dapat diamati langsung) sebagai akibat perwujudan “expresi” dari gen disebut **fenotip**. Sedangkan keseluruhan susunan informasi genetik dari suatu individu yang tidak dapat dilihat secara langsung disebut **genotip**.

Pada sel-sel somatik atau sel tubuh kromosom berada dalam keadaan berpasangan yang disebut dengan keadaan **diploid**. Pada kariotipe sel gamet tiap kromosom dalam keadaan tidak berpasangan dengan jumlah setengah dari jumlah kromosom sel tubuh (sel somatik), keadaan ini disebut dengan keadaan **haploid**. Kromosom juga dapat dibedakan menjadi kromosom kelamin atau **gonosom** yaitu X dan Y, pada kromosom ini terdapat beberapa gen yang berperan dalam mengatur jenis kelamin pada manusia serta kromosom kromosom tubuh atau **autosom** (selain kromosom kelamin).

#### **d. Hukum Pewarisan Sifat**

##### **(1) Hukum Mendel I**

Berdasar persilangan yang dilakukan Mendel terhadap ercis yang memiliki satu sifat beda, Mendel menyatakan suatu hukum yang berbunyi “pada waktu pembentukan gamet terjadi pemisahan alternatif gen atau variasi gen yang disebut juga alel secara bebas”. Hukum ini dikenal dengan Hukum I Mendel atau Hukum Pemisahan Bebas (Segregasi) Mendel.

##### **(2) Hukum Mendel II**

Berdasar persilangan yang dilakukan Mendel terhadap ercis yang memiliki dua sifat beda, Mendel menyatakan bahwa saat pembentukan gamet faktor-faktor yang menentukan karakter-karakter berbeda yaitu gen diwariskan secara bebas satu sama lain. Kesimpulan ini selanjutnya dikenal dengan hukum pilihan bebas Mendel atau hukum II Mendel.

#### **e. Pewarisan Sifat-sifat pada Manusia**

Banyak karakteristik pada tubuh manusia yang dapat dapat diamati secara langsung dan dijelaskan melalui pewarisan sifat, misalnya warna kulit yang diakibatkan oleh gen-gen yang sifatnya kumulatif; bentuk pertumbuhan rambut pada dahi ada yang berbentuk “V” yang dikode oleh gen W (dominan); tipe perlekatan cuping telinga apakah melekat (gg) atau terpisah (GG atau Gg); dan bentuk rambut, dimana rambut keriting dikode oleh gen C (dominan), lurus oleh gen s (resesif terhadap C), dan rambut bergelombang oleh gen Cs.

## f. Pewarisan Kelainan Sifat-Sifat Pada Manusia

Kelainan yang dimiliki seseorang dapat diakibatkan akibat gangguan saat perkembangan dalam rahim atau memang diwariskan dari kedua orang tua. Contoh kelainan-kelainan yang diwariskan dari orang tua misalnya: albino yang merupakan kelainan yang memiliki karakteristik tidak adanya semua atau sebagian pigmen pada kulit, disebabkan oleh adanya gen resesif dalam keadaan homozigot (aa); **buta warna** disebabkan adanya gen buta warna yang terpaut atau terletak pada kromosom X, dinotasikan dengan  $X^{cb}$ , orang perempuan yang buta warna memiliki genotip  $X^{cb}X^{cb}$ , sedangkan orang laki-laki yang buta warna memiliki genotip  $X^{cb}Y$ ; **kanker** terjadi karena adanya mutasi atau kerusakan pada gen pengontrol pembelahan sel sehingga sel membelah diluar kendali, kerusakan ini dapat disebabkan oleh sinar X, sinar UV, sinar gamma, zat kimia berbahaya atau akibat infeksi virus; **Hemofilia** adalah kelainan dimana darah sulit untuk menggumpal saat terjadi luka pada bagian tubuh tertentu yang disebabkan tidak dihasilkannya faktor penggumpalan darah dalam tubuh seseorang. Gen hemofilia terletak pada kromosom X dan sering ditandai dengan lambang  $X^h$ , orang laki-laki yang menderita hemofilia adalah laki-laki yang memiliki kromosom X yang mengandung gen hemofilia ( $X^hY$ ), wanita yang menderita hemofilia memiliki genotip  $X^hX^h$  namun ia akan meninggal saat dilahirkan bahkan dalam kandungan.

## g. Penerapan Pewarisan Sifat dalam Pemuliaan Makhluk Hidup

Konsep pewarisan sifat telah diterapkan dalam pemuliaan makhluk hidup, yaitu suatu usaha untuk mendapatkan bibit yang unggul. Contoh pemuliaan tumbuhan yang telah dikembangkan yaitu usaha untuk mendapatkan bibit padi yang unggul misalnya varietas Arize, Intani, PPH, Bernas Prima, dan varietas IPB 4S. Varietas unggul ini diperoleh dengan cara persilangan beberapa varietas padi yang memiliki sifat menguntungkan. Selain padi juga ada jagung misalnya Hibrida C 1, Hibrida CP 1 dan CPI 2, Hibrida IPB 4, Hibrida Pioneer 2, Malin, Metro, dan Varietas Bima. Pewarisan sifat juga berperan penting dalam pemuliaan hewan, yaitu dalam rangka untuk menghasilkan hewan ternak berkualitas tinggi, misalnya unggas yang mampu menghasilkan banyak telur atau sapi dengan kualitas susu dan daging yang baik. Selain dengan melalui persilangan pemuliaan makhluk hidup dapat dilakukan melalui rekayasa genetika, yaitu dengan mengubah susunan gen pada suatu organisme.

## B. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Pada pembelajaran Bab VIII tentang Pewarisan Sifat pada Makhluk Hidup, guru dapat menerapkan pembelajaran *Problem Based Learning (PBL)*, *Inquiry*, *Learning Cycle*, *Group Investigation (GI)*, *discovery learning*, *Creative Problem Solving (CPS)* atau model pembelajaran lain, yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

### Materi Bagian A. Molekul yang Mendasari Pewarisan Sifat

#### 1. Membelajarkan Materi Genetik

- a. Untuk mengawali pembelajaran materi genetik guru dapat mengawali dengan teknik tes DNA (lihat info pada bagian akhir Bab VII Buku Siswa pada fitur “Tahukah Kamu?”).
- b. Guru bertanya tentang tes DNA kepada peserta didik untuk mengetahui pengetahuan awal peserta didik tentang tes DNA.
- c. Selanjutnya guru menjelaskan sedikit tentang manfaat tes DNA untuk memecahkan siapa pelaku kasus kejahatan misalnya kasus pembunuhan. Guru dapat memberikan permasalahan terkait analisis tes DNA terhadap kasus pembunuhan (contoh permasalahan dapat dilihat pada bagian pengayaan pada fitur “Ayo Kita Diskusikan”). Selanjutnya guru dapat meminta peserta didik untuk menganalisis siapa pelaku kejahatan dari hasil tes DNA.
- d. Cara yang lain guru dapat meminta empat peserta didik (2 laki-laki dan dua perempuan) kemudian maju ke depan kelas. Peserta didik yang lain diminta untuk mengidentifikasi sifat-sifat pada teman yang ditunjuk maju ke depan.
- e. Guru dapat bertanya “Mengapa karakteristik teman-teman kalian berbeda?”

#### Alternatif jawaban peserta didik:

- (1) Karena orang tua mereka berbeda.
  - (2) Karena aktivitas mereka berbeda (suka olahraga yang berakibat tubuh menjadi tinggi, suka makan yang dapat berakibat tubuh menjadi gemuk).
  - (3) Karena DNA nya berbeda.
- 
- f. Setelah mengamati karakteristik setiap orang yang berbeda, guru dapat mengajak siswa untuk bersyukur kepada Tuhan yang Maha Esa karena melalui keanekaragaman gen ini tidak ada satu manusia pun yang diciptakan sama. Melalui gen ini pula karakteristik tubuh kita mirip

dengan orang tua kita, jadi sekali lagi harus bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa dengan adanya gen-gen ini. Kekurangan satu gen saja bisa menyebabkan kelainan pada karakteristik tubuh kita.

- g. Selanjutnya guru dapat bertanya dan menjelaskan seperti contoh berikut: “Sebenarnya apa itu DNA?” Selanjutnya guru memaparkan konsep tentang DNA dan RNA sebagai materi genetik
- h. Guru bertanya “Dimana letak DNA?” Selanjutnya guru dapat meminta peserta didik melihat Gambar 7.2 Letak DNA dalam Sel-sel Tubuh dan 7.3. Kromosom pada Akar Bawang. Lalu guru minta peserta didik untuk menjelaskan di mana letak DNA dan apa hubungannya dengan kromatin dan kromosom.
- i. Jika di sekolah terdapat fasilitas mikroskop dan preparat akar bawang, guru dapat menggunakan fasilitas tersebut dan mendemonstrasikan kepada peserta didik.

## 2. Membelajarkan Struktur DNA

- a. Guru dapat memulai materi ini dengan “Tahukah kamu bagaimana struktur DNA?” selanjutnya guru menjelaskan singkat sejarah penemuan DNA oleh Rosalind Franklin serta Frances Crick dan James Watson.
- b. Selanjutnya guru meminta peserta didik melihat dan mengidentifikasi struktur DNA seperti pada Gambar 7.5. Struktur Molekul DNA (A) Struktur Heliks, (B) Struktur Kimia Parsial.
- c. Guru dapat bertanya dengan menunjuk kepada peserta didik satu persatu mengenai struktur DNA, seperti contoh berikut:
  - (1) “Bagaimana bentuk DNA?” (alternatif jawaban: tersusun atas dua untai yang membentuk helix)
  - (2) Apa saja molekul penyusun DNA?” (alternatif jawaban: gula deoksiribosa, basa nitrogen, gugus fosfat)
  - (3) “Coba kalian perhatikan molekul basa nitrogen, apa saja jenis-jenis basa nitrogen? dan bagaimana karakteristiknya?” (alternatif jawaban: ada empat jenis basa nitrogen yaitu adenin (A), timin (T), guanin (G), dan sitosin (C). Adenin selalu berikatan dengan timin, sedangkan guanin selalu berikatan dengan sitosin.)
- d. Guru dapat memberikan aktivitas pengayaan yaitu membuat model DNA. (**Keterangan:** aktivitas ini merupakan aktivitas tambahan sehingga dapat dilakukan dan dapat juga tidak dilakukan. Pentunjuk aktivitas dapat dilihat pada bagian pengayaan).

### 3. Membelajarkan Peranan Materi Genetik dalam Penentuan Sifat dan Istilah-Istilah dalam Pewarisan Sifat

- a. Sebelum guru menjelaskan peranan materi genetik dalam penentuan sifat (ekspresi gen) dan istilah-istilah dalam pewarisan sifat guru membimbing peserta didik untuk menyiapkan foto keluarga guna melakukan Aktivitas 7.1.
- b. Selanjutnya guru menjelaskan istilah-istilah pada pewarisan sifat berdasarkan karakter-karakter pada Aktivitas 7.1. Guru juga dapat memberikan tugas ini sebagai tugas rumah, sehingga peserta didik dapat berinteraksi dengan orang tua.
- c. Untuk menjelaskan kromosom dan istilah-istilah lain yang berhubungan dengan keadaan kromosom dengan melakukan Aktivitas 7.2.



**Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan**

#### Aktivitas 7.2 Mengidentifikasi Kromosom Laki-Laki dan Perempuan

- (1) Jumlah kromosom penyusun sel tubuh manusia ada 46 buah
- (2) Dalam sel tubuh (baik laki-laki atau perempuan) kromosom dalam kondisi perpasangan.
- (3) Ada perbedaan kromosom penyusun tubuh orang perempuan dan laki-laki, yaitu pada laki-laki ada kromosom XY sedangkan pada perempuan ada kromosom XX.
- (4) Kromosom pada sel sperma ada 23 buah
- (5) Pada sel sperma dan sel ovum kromosom tidak berpasangan.

**Catatan:** Jangan lupa untuk menjelaskan cabang biologi yang mempelajari materi genetik dan pewarisan sifat, yaitu ilmu Genetika (lihat fitur “Tahukah Kamu?”)

- d. Rubrik penilaian untuk menilai sikap dan keterampilan dapat dilihat pada bagian 1 Bab Penilaian.

## Materi Bagian B. Hukum Pewarisan Sifat

### 1. Membelajarkan Hukum Pewarisan Sifat, Persilangan Monohibrid, dan Dihibrid

- a. Untuk menjelaskan pewarisan sifat dan persilangan monohibrid dan dihibrid, guru dapat memberikan sejarah penelitian pewarisan sifat yang dilakukan oleh Mendel dapat dijelaskan juga bagaimana proses penelitiannya serta alasan Mendel memilih ercis sebagai bahan penelitiannya.
- b. Untuk menjelaskan persilangan persilangan monohibrid cukup sulit jika peserta didik menemukan konsep sendiri melalui bagan. Sehingga guru lebih baik memberikan contoh persilangan monohibrid dengan menggunakan persilangan bunga ungu dan bunga putih seperti pada Gambar 7.9 Bagan Persilangan Monohibrid
- c. Guru meminta peserta didik melakukan diskusi pada Aktivitas Ayo, Kita Diskusikan.



#### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

#### Materi: Persilangan Monohibrid

- (1) Mengapa semua keturunan pertama (Filial 1) berwarna ungu semua?
- (2) Karena bunga ungu dikode oleh gen U yang bersifat dominan dan bunga warna putih dikode oleh gen u yang bersifat resesif, sehingga ketika disilangkan Filial 1 memiliki genotip Uu. Karena terdapat gen U (dominan) dalam Filial 1 maka karakter yang dikode gen u (reesif) akan kalah atau tertutupi oleh karakter yang dikode oleh gen U yaitu berwarna ungu.
- (3) Mengapa ketika Filial 1 disilangkan dengan sesamanya menghasilkan Filial 2 bunga berwarna ungu dan bunga berwarna putih? dengan perbandingan ungu : putih yaitu 3 : 1 ?
- (4) Filial memiliki genotip Uu (heterozigot), ketika disilangkan sesamanya maka akan dihasilkan gamet jantan dengan genotip U, u dan dari gamet betina dihasilkan genotip U, u juga. Penggabungan gamet-gamet ini akan menghasilkan Filial 2 dengan genotip UU, 2 Uu, dan uu. Filial dengan genotip UU dan Uu berwarna ungu, sedangkan Filial dengan genotip uu berwarna putih.

- d. Setelah peserta didik memahami cara dan konsep pewarisan sifat, guru dapat meminta peserta didik untuk mendiskusikan persilangan karakter cuping melekat dan cuping telinga terpisah pada kegiatan “Ayo, Kita Diskusikan”.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

#### Materi: Tipe Perlekatan Cuping Telinga

Persilangan dari ayah yang memiliki karakter cuping yang terpisah dengan genotip GG (dominan) dan ibu yang memiliki karakter cuping yang melekat dengan genotip gg (resesif).

Parental : GG (cuping terpisah) >< gg (cuping melekat)

Gamet : G g

F<sub>1</sub> : Gg (Cuping terpisah)

Berdasarkan diagram menunjukkan bahwa anak memiliki cuping terpisah. Bila anak menikah dengan orang yang memiliki cuping melekat dengan genotip gg diagram sebagai berikut.

Parental : Gg (cuping terpisah) >< gg (cuping melekat)

Gamet : G dan g g

F<sub>1</sub> :

Gamet	G	g
g	Gg (cuping terpisah)	gg (cuping melekat)

Berdasarkan diagram menunjukkan bahwa cucu memiliki cuping terpisah

- e. Tunjukkan bagan persilangan monobrid seperti pada Gambar 7.6 lalu guru membimbing peserta didik untuk melakukan diskusi. Berikan kesempatan pada peserta didik untuk menyampaikan pendapatnya. Selanjutnya guru dapat membahas hasil diskusi dan menjelaskan cara membuat gamet, dan menyilangkan gamet menggunakan Tabel Punnet. Dari proses dan hasil persilangan guru beserta peserta didik menyimpulkan makna Hukum Segregasi atau yang dikenal dengan Hukum I Mendel.
- f. Setelah peserta didik memahami cara penyilangan, guru dapat membimbing peserta didik untuk melakukan diskusi selanjutnya dan mencoba melakukan persilangan dengan dua sifat beda (dihibrid).

- g. Rubrik penilaian untuk menilai sikap dan keterampilan peserta didik dapat dilihat pada Bagian 1 Bab Penilaian.

## Materi Bagian C. Pewarisan Sifat pada Manusia

### 1. Membelajarkan Pewarisan Warna Kulit

- Guru meminta peserta didik untuk mengamati warna kulitnya masing-masing dan membandingkannya dengan warna kulit teman-temannya.
- Selanjutnya guru dapat bertanya “ mengapa warna kulit kita berbeda-beda? Ada yang putih, seperti sawo matang, dan ada yang hitam?”
- Lalu, guru dapat menjelaskan konsep pewarisan sifat tentang warna kulit. Bahwa orang yang memiliki gen AABBCC akan memiliki kulit sangat gelap, sedangkan yang memiliki gen aabbcc akan memiliki kulit sangat terang. Orang yang memiliki gen AaBbCc akan memiliki warna kulit sawo matang, dan begitu pula seterusnya.

### 2. Membelajarkan Pewarisan Bentuk Pertumbuhan Rambut pada Dahi

- Guru meminta peserta didik untuk mengamati pertumbuhan rambut pada dahi teman-temannya. “Apakah ada perbedaan pertumbuhan rambut pada dahi teman-teman kalian?” “Coba perhatikan ada yang berbentuk huruf “V” ada yang hanya melingkar.
- Lalu guru dapat menjelaskan gen-gen yang berperan dalam pertumbuhan rambut tersebut.

### c. Membelajarkan Pewarisan Tipe Perlekatan Cuping Telinga

- Guru meminta peserta didik untuk melihat kembali Aktivitas 7.1 dan memperhatikan dengan seksama tipe perlekatan cuping telinga milik seorang peserta didik dan tipe perlekatan cuping telinga orang tuanya.
- Lalu guru dapat menjelaskan gen-gen yang berperan dalam menentukan tipe-tipe perlekatan cuping telinga. Guru dapat memberikan contoh kasus tipe perlekatan cuping telinga seorang peserta didik dan tipe perlekatan cuping telinga kedua orang tua.

### d. Membelajarkan Pewarisan Bentuk Rambut

- Guru meminta peserta didik untuk melihat kembali Aktivitas 7.1 dan memperhatikan dengan seksama bentuk rambut milik seorang peserta didik dan bentuk rambut orang tuanya.
- Lalu guru dapat meminta peserta didik untuk mendiskusikan dengan teman kelompok bagaimana mekanisme pewarisan bentuk rambut

- c. Guru dapat membuat permainan dengan cara menebak bentuk rambut orang tua peserta didik dengan melihat bentuk rambut peserta didik. Guru kemudian mengarahkan peserta didik untuk mengerjakan “Ayo, Kita Selesaikan”.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

#### Materi: Bentuk Rambut

Ketika ada seorang laki-laki memiliki bergelombang (Cs) menikah dengan seorang perempuan yang memiliki rambut bergelombang (Cs) juga, bagaimanakah kemungkinan bentuk rambut anaknya?

Parental : Cs (rambut bergelombang) >< Cs (rambut bergelombang)

Gamet	:	C, s	:	C, s
F <sub>1</sub>	:			

Gamet	C	s
C	CC (rambut keriting)	Cs (rambut bergelombang)
s	Cs (rambut bergelombang)	ss (rambut lurus)

Jadi, anaknya memiliki kemungkinan berambut keriting, bergelombang, dan lurus.

## Materi Bagian D. Pewarisan Kelainan Sifat-Sifat pada Manusia

### 1. Albino

- a. Guru dapat mengawali dengan menampilkan gambar seseorang yang menderita albino
- b. Guru meminta peserta didik mengamati bagaimana karakteristik orang yang menderita albino melalui gambar dan meminta peserta didik memikirkan apa penyebab kelainan albino
- c. Guru melengkapi bagaimana karakteristik orang yang menderita albino dan menjelaskan gen penyebab kelainan albino dan proses

pewarisananya. Untuk memperjelas pemahaman peserta didik tentang proses pewarisan Albino, guru mengarahkan peserta didik untuk mengerjakan “Ayo, Kita Selesaikan”.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

#### Materi: Albino

Ketika ada seorang laki-laki pembawa (memiliki genotip Aa) menikah dengan seorang perempuan yang juga pembawa (memiliki genotip Aa). Bagaimanakah kemungkinan anaknya?

Parental : Aa (Carier albino) >< Aa (Carier albino)

Gamet : A, a : A, a

F<sub>1</sub> :

Gamet	A	a
A	AA (normal)	Aa (carier)
a	Aa (carier)	aa (albino)

Jadi, jika pasangan tersebut memiliki 3 orang anak, maka kemungkinannya 1 anak normal, 2 anak carier atau pembawa sifat albino, dan 1 anak menderita albino.

## 2. Buta Warna

- Untuk menjelaskan buta warna, guru dapat meminta terlebih dahulu peserta didik untuk mengamati gambar tes buta warna untuk mengecek apakah ada peserta didik yang menderita buta warna.
- Selanjutnya jelaskan bagaimana orang yang menderita buta warna melihat gambar tersebut (gambar tes buta warna)
- Lalu, guru dapat menjelaskan bagaimana buta warna bisa terjadi, hubungkan dengan gen buta warna. Jangan lupa untuk menjelaskan keterpautan gen buta warna pada kromosom X. Guru juga dapat menegaskan pemahaman pada peserta didik bahwa ada beberapa penyakit keturunan yang terpaut kromosom kelamin seperti penyakit buta warna. Hal ini berbeda dengan penyakit albino yang diturunkan melalui kromosom tubuh (somatis).

### **3. Hemofilia**

- a. Pada pembelajaran materi ini guru dapat menampilkan gambar orang yang menderita hemofilia, dan meminta peserta didik mengamati bagaimana kondisi orang yang menderita hemofilia.
- b. Selanjutnya guru dapat menjelaskan apa itu hemofilia dan apa penyebabnya. Jangan lupa untuk menjelaskan keterpautan gen hemofilia pada kromosom X.
- c. Saran: masukkan nilai-nilai untuk bersyukur karena kita diberi kesehatan dan tidak menderita kelainan hemofilia.

### **4. Kanker**

- a. Guru menggali pengetahuan peserta didik tentang penyakit kanker, guru dapat bertanya “pernahkah kamu mendengar penyakit kanker?”, atau “apa yang kamu ketahui tentang kanker?”.
- b. Guru menjelaskan bagaimana proses dan penyebab terbentuknya kanker (dapat melihat fitur “Tahukah Kamu?”)
- c. Saran: masukkan nilai-nilai pendidikan pada bagian ini seperti: anjuran agar tidak merokok, menjaga pola hidup sehat, menjaga lingkungan agar ozon yang berfungsi penangkal sinar UV tidak rusak.

## **Materi Bagian E. Penerapan Pewarisan Sifat dalam Pemuliaan Makhluk Hidup**

### **1. Pewarisan Sifat dalam Pemuliaan Tumbuhan**

- a. Guru dapat memulai pembelajaran dengan bertanya pada peserta didik “Siapa yang rumahnya dekat dengan sawah petani padi atau jagung?” atau “Siapa yang pernah tahu berapa lama waktu penanaman padi atau jagung?”.
- b. Guru dapat menjelaskan bahwa dulu padi hanya bisa di panen satu tahun sekali atau setahun dua kali, tetapi saat ini waktu tanam padi bisa lebih singkat. Guru dapat bertanya kepada peserta didik, “Mengapa saat ini padi bisa dipanen dalam waktu yang lebih singkat?”, dari pertanyaan tersebut guru dapat mengarahkan peserta didik untuk memahami bahwa varietas padi yang saat ini merupakan bahan unggul dari hasil persilangan.
- c. Guru menjelaskan jenis-jenis atau varietas padi atau jagung berserta keunggulannya dan mengaitkannya dengan persilangan antar varietas padi atau jagung, sehingga dapat diperoleh varietas yang unggul.
- d. Peserta didik dapat diberikan tugas secara kelompok untuk mencari

- informasi lain terkait varietas-varietas tanaman lain yang telah dikembangkan melalui persilangan.
- Selanjutnya guru dapat meminta peserta didik untuk mempresentasikan hasil temuannya di depan kelas.

## 2. Pewarisan Sifat dalam Pemuliaan Hewan

- Guru dapat mengawali dengan bertanya kepada peserta didik tentang ayam potong “Apakah kalian pernah makan ayam potong?”.
- Lalu guru dapat menjelaskan keunikan ayam potong seperti dapat dipanen dalam umur 5-7 minggu. Kemudian guru dapat bertanya “Bagaimana ayam potong dapat dalam waktu sangat cepat?” atau “Darimana ayam potong berasal?”. Guru dapat menambahkan pula masalah yang lain.
- Guru dapat memberikan tugas bagi peserta didik untuk mencari penerapan pewarisan sifat dalam pemuliaan hewan lain.

# C. PENILAIAN DAN KISI-KISI PENCAPAIAN KOMPETENSI

## 1. Penilaian

Penilaian untuk mencapai indikator KI 1, KI 2, dan KI 4 dapat diamati selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian guru dapat merujuk pada Bagian Umum Bab 3 Penilaian Pembelajaran IPA. Penilaian KI 3 dapat dilihat pada kisi-kisi Pencapaian Kompetensi.

## 2. Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi

### a. Kegiatan Peserta Didik

Fitur	Materi	Ranah Kognitif/Jumlah Soal					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Mengidentifikasi sifat anggota keluarga		√		√		
	Mengidentifikasi kromosom X dan Y		√				

Ayo, Kita Selesaikan	Persilangan monohibrid bentuk rambut			✓			
	Persilangan monohibrid tentang kelainan pada manusia						
Ayo, Kita Diskusikan	Persilangan monohibrid bunga		✓	✓			
	Persilangan monohibrid pada manusia		✓	✓			
Ayo, Kita Cari Tahu							
Ayo, Kita Pikirkan							
Ayo, Kita Kerjakan Proyek	Melacak sejarah kesehatan keluarga			✓			✓
	Membuat model struktur DNA		✓	✓			

## b. Uji Kompetensi

Indikator butir soal	Ranah Kognitif/Jumlah Soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Mendeskripsikan struktur materi genetik yang bertanggungjawab dalam pewarisan sifat (DNA, Gen, Kromosom)		A2	A1			
Menentukan hasil persilangan monohibrid dan dihibrid melalui diagram sesuai dengan hukum pewarisan sifat		A3		B1 B3		
Mengidentifikasi pewarisan sifat yang ada pada manusia	A6	A7	A5	A8 A9 B5		
Menentukan gamet dari genotip tetua atau induk				A4		
Menerapkan pewarisan sifat Mendel pada pewarisan sifat makhluk hidup		A10 B4				

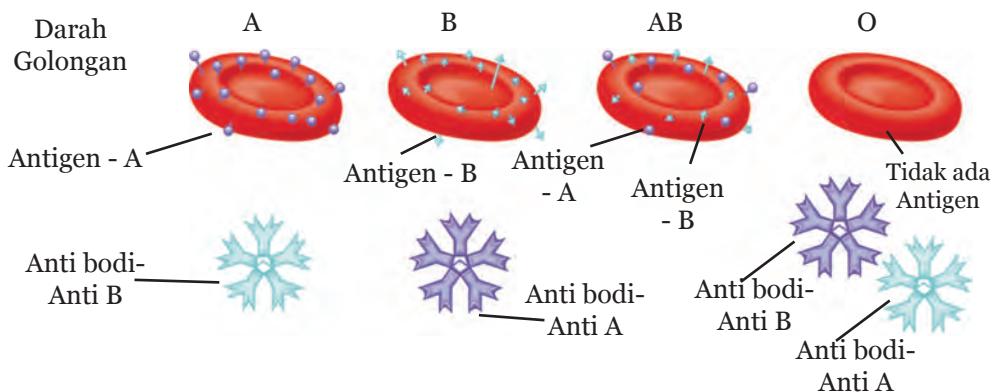
## D. MATERI PENGAYAAN

### 1. Penentuan Golongan Darah

Kamu tentu sudah mengetahui golongan darah bukan? Saat ini sebenarnya ada beberapa sistem penggolongan darah, namun yang banyak digunakan yaitu sistem A, B dan O. Berdasarkan sistem ini ada empat golongan darah pada manusia, yaitu golongan darah A, B, AB, dan O. Golongan darah tersebut ditentukan oleh tiga gen yaitu IA yang mengkode golongan darah A, IB mengkode B dan IO mengkode O. Sifat gen IA dan IB adalah dominan terhadap O, namun jika gen IA dan IB muncul bersamaan maka keduanya akan memiliki kekuatan yang sama, peristiwa ini dikenal dengan istilah intermediet. Berikut ini adalah tabel yang menunjukkan genotip dari setiap fenotip golongan darah pada manusia.

Fenotip	Genotip	
	Homozigot	Heterozigot
A	I <sup>A</sup> I <sup>A</sup>	I <sup>A</sup> I <sup>O</sup>
B	I <sup>B</sup> I <sup>B</sup>	I <sup>B</sup> I <sup>O</sup>
AB	-	I <sup>A</sup> I <sup>B</sup>
O	I <sup>O</sup> I <sup>O</sup>	-

Tahukah kamu bahwa setiap gen pengkode golongan darah mengkode pembentukan protein tertentu pada permukaan sel darah merah? Protein ini dikenal sebagai antigen (aglutinogen). Tubuh seseorang juga mengandung gen yang mengkode pembentukan berbagai macam antibodi. Orang yang memiliki golongan darah A memiliki antigen A dan antibodi anti-B. Orang yang memiliki golongan darah B memiliki antigen B dan antibodi anti-A. Orang yang memiliki golongan darah AB memiliki antigen A dan antigen B namun tidak memiliki antibodi anti-A atau anti-B. Orang yang bergolongan darah O tidak memiliki antigen A atau antigen B, namun memiliki antibodi anti-A dan anti-B. Jika antibodi bertemu dengan antigennya misalnya antibodi anti-B bertemu dengan antigen B maka akan terjadi penggumpalan.



### Ayo, Kita Selesaikan

- (1) Jika seorang wanita bergolongan darah A menikah dengan laki-laki bergolongan darah O maka kemungkinan golongan darah yang dimiliki keturunanya adalah ....
- (2) Jika seorang laki-laki dengan golongan darah AB dengan seluruh anaknya bergolongan darah A dan B. Maka golongan darah yang dimiliki istrinya adalah ....
- (3) Mengapa golongan darah AB dapat menerima darah dari semua golongan darah?



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Selesaikan

1. Jika seorang wanita bergolongan darah A menikah dengan laki-laki bergolongan darah O maka kemungkinan golongan darah yang dimiliki keturunanya adalah ....

P : IA IA      ><      IB IB

G : IA                  IB

F1 :                  IA IB (bergolongan darah AB)

Atau

P : IA Io >< IB IB

G : IA dan Io IB

F<sub>1</sub> :

Gamet	I <sup>A</sup>	I <sup>O</sup>
I <sup>B</sup>	I <sup>A</sup> I <sup>B</sup> (golongan darah AB)	I <sup>B</sup> I <sup>O</sup> (golongan darah B)

2. Jika seorang laki-laki dengan golongan darah AB dengan seluruh anaknya bergolongan darah A dan B. Maka golongan darah yang dimiliki istrinya adalah ....

P : IA IB >< Io Io (istri bergolongan darah O)

G : IA dan IB Io

F<sub>1</sub> :

Gamet	I <sup>A</sup>	I <sup>B</sup>
I <sup>O</sup>	I <sup>A</sup> I <sup>O</sup> (golongan darah A)	I <sup>B</sup> I <sup>O</sup> (golongan darah B)

3. Mengapa golongan darah AB dapat menerima darah dari semua golongan darah?

Golongan darah AB, merupakan resipien universal karena darah AB tidak memiliki antigen terhadap semua gen darah (A, B)

## 2. Kanker

Sebanyak 80 hingga 90% penyebab kanker adalah dari lingkungan. Faktor penyebab yang paling banyak yaitu merokok, radiasi sinar-X, sinar UV, akibar terinfeksi virus atau bakteri. Sinar UV yang mengenai sel-sel kulit akan memicul sel kulit untuk melakukan "bunuh diri" atau apoptosis untuk melindungi jaringan di bawahnya. Namun, jika sel-sel tersebut tidak mati atau gagal bunuh diri maka akan terjadi kerusakan atau mutasi pada gen-gen sel tersebut. Lama-kelamaan, mutasi akan terkumulasi dan menimbulkan kanker kulit. Mengurangi intensitas terhadap radiasi sinar UV dan memakai pelindung sinar UV pada kulit merupakan suatu hal yang penting untuk mengurangi resiko ini. Sayangnya, semakin berkurangnya ozon (O<sub>3</sub>) pada atmosfer yang berperan menyerap sinar UV, menyebabkan radiasi sinar UV semakin besar.

## E. INTERAKSI DENGAN ORANG TUA

Sesuai dengan yang ada di buku siswa, ada beberapa hal yang perlu ada interaksi dengan orang tua, yaitu.

- a. Membantu siswa pada saat siswa melakukan pengidentifikasi sifat-sifat anggota keluarga
- b. Membantu peserta didik mencari informasi terkait hasil panen pertanian

## F. KUNCI JAWABAN UJI KOMPETENSI

### 1. Pilihan Ganda

1. A	6. C
2. B	7. C
3. A	8. C
4. C	9. C
5. B	10. C

### 2. Uraian

1. a.

Buah Bulat	B	B
Buah lonjong		
b	Bb	Bb
b	Bb	Bb

b. Semua anak atau filial 1 berbentuk bulat

2. Genotip Parental

: ♀  $X^hX$

x ♂  $X^hY$

Fenotip

wanita pembawa

pria hemofilia

Gamet

:  $X^h$  dan X

$X^h$  dan Y

Filial:

Pria Hemofilia	$X^h$	Y
Wanita Pembawa		
$X^h$	$X^h X^h$ (wanita hemofilia- meninggal)	$X^h Y$ (pria hemofilia-hidup)
X	$X^h X$ (wanita pembawa- hidup)	XY (pria normal-hidup)

### 3. a. Diagram Persilangan F1

Genotip Parental	:	BBKK	X	bbkk
Fenotip parental	:	biji bulat warna kuning	biji lonjong warna hijau	
Gamet 1	:	BK		bk
Filial 1	:	BbKk		
Fenotif F1	:	Bulat Kuning (heterozigot)		

### b. Diagram Persilangan F2

Persilangan F1	:	BbKk	X	BbKk
Gamet 2	:	BK, Bk, bK, bk		BK, Bk, bK, bk
Filial	:			

	<b>BK</b>	<b>Bk</b>	<b>bK</b>	<b>bk</b>
<b>BK</b>	BBKK bulat kuning	BBKk bulat kuning	BbKK bulat kuning	BbKk bulat kuning
<b>Bk</b>	BBKk bulat kuning	BBkk bulat hijau	BbKk bulat kuning	Bbkk bulat hijau
<b>bK</b>	BbKK bulat kuning	BbKk bulat kuning	bbKK keriput kuning	bbKk keriput kuning
<b>bk</b>	BbKk bulat kuning	Bbkk bulat hijau	bbKk keriput kuning	bbkk keriput hijau

bulat kuning = 9 : bulat hijau = 3 : keriput kuning = 3 : keriput hijau = 1

### 3. Penyiapan bibit tanaman unggul bertujuan antara lain :

- Agar tanaman lebih tahan terhadap lahan yang kering atau kondisi lain
- Lebih tahan terhadap hama
- Kualitas hasil panen lebih bagus
- Jumlah hasil panen meningkat
- Waktu panen menjadi lebih cepat

### 4. a. Anak dari orang tua tersebut tetap memiliki dua ginjal.

- b. Karena, meskipun ginjal seseorang diambil dari tubuhnya maka

susunan genetik dalam tubunya tetap, termasuk gen-gen pengkode pembentukan ginjal pada sel-sel sperma maupun sel ovum. Saat kedua orang tersebut menikah maka gen-gen pengkode ginjal juga akan dimiliki oleh embrio, selama embrio berkembang gen-gen tersebut diekspresikan atau diwujudkan sehingga terbentuklah ginjal dalam jumlah yang normal yaitu 2.

## G. KEGIATAN PROYEK

### Topik: Melacak Sejarah Kesehatan Keluarga

- a. Jelaskan proyek ini diawal pembelajaran pewarisan sifat-sifat pada manusia.
- b. Guru memulai pemberian proyek dengan bertanya kepada peserta didik dengan pertanyaan-pertanyaan berikut:
  - Penyakit-penyakit apa saja yang kalian ketahui?
  - Tahukah kamu penyakit jantung, stroke, diabetes, asma, kolesterol tinggi?
  - Apakah penyakit tersebut dapat diwariskan dari orangtua kepada anak?
- c. Berikan penjelasan prosedur pelaksanaan proyek dan apa manfaat dari melakukan proyek ini.
- d. Proyek ini diperkirakan membutuhkan waktu 2 minggu.
- e. Setelah peserta didik menyelesaikan proyek ini jangan lupa untuk memberikan nilai-nilai pada peserta didik untuk semakin menjaga pola hidup sehat, makan makanan yang bergizi dan sehat, dan selalu berdoa kepada Tuhan Yang Maha Esa agar selalu diberikan kesehatan dan umur yang berkah.

## Alternatif Topik Proyek

Jika masih ada waktu untuk pertemuan Bab 7 guru dapat memberikan proyek tambahan yaitu membuat model struktur DNA.



### Ayo, Kita Kerjakan Proyek

#### Membuat Model Struktur Heliks DNA

**Tujuan:** Membuat model struktur heliks DNA

#### Apa yang kamu butuhkan?

- kardus/ karton
- Kertas warna (merah, biru, hijau, kuning)
- kawat
- Gunting/ cutter
- Lem

#### Apa yang harus kamu lakukan?

- (1) Bentuk kelompok yang terdiri atas 4-5 orang
- (2) Pelajari dan amati model struktur DNA double heliks. Tentukan unsur-unsur kimia penyusunnya.
- (3) Siapkan bahan-bahan yang kamu butuhkan, jika dilingkunganmu tidak tersedia bahan-bahan tersebut kamu bisa menggantinya dengan bahan lain.
- (4) Ayo, tunjukkan kreativitas kalian dalam membuat model DNA double heliks ini.

# Bab 8

# BIOTEKNOLOGI PANGAN

## A. PENGANTAR

Materi yang disajikan pada bab 8 ini adalah bioteknologi pangan. Materi tersebut disajikan dalam dua sub bab, yaitu Bioteknologi dan Kemanfaatan serta dampak negatif bioteknologi. Subbab bioteknologi membahas tentang bioteknologi konvensional, bioteknologi modern, dan contoh produk bahan pangan bioteknologi. Subbab kemanfaatan dan dampak negatif dibahas dalam satu bab bahasan mengenai manfaat dan dampak negatif penerapan bioteknologi. Materi ini diajarkan melalui kegiatan pengamatan; diskusi; menganalisis data; mencari informasi melalui media massa, buku, lingkungan sekitar dan internet. Setelah mempelajari seluruh bagian pada bab 8, peserta didik akan menyelesaikan proyek. Proyek yang dikerjakan oleh peserta didik adalah peserta didik melakukan observasi mengenai proses pembuatan pangan yang menerapkan prinsip bioteknologi, kemudian peserta didik akan membuat poster yang menggambarkan proses dalam pembuatan pangan yang menerapkan prinsip bioteknologi.

### 1. Kompetensi Dasar

- 3.9 Mendeskripsikan penerapan bioteknologi dalam mendukung kelangsungan hidup manusia melalui produksi pangan
- 4.8 Menyajikan data ide-ide, atau penelusuran informasi tentang penerapan bioteknologi dalam mendukung keberlangsungan hidup manusia melalui produksi pangan

### 2. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator Pencapaian Kompetensi Bab 8 tentang Bioteknologi Pangan dikembangkan oleh guru dengan mengacu pada KI dan KD pada Lampiran 26 Permendikbud No.58 tahun 2014. Pada kegiatan pembelajaran di lapangan, guru dapat mengembangkan sendiri Indikator Pencapaian Kompetensi dengan disesuaikan pada kondisi peserta didik masing-masing. Berikut ini dipaparkan contoh Indikator Pencapaian Kompetensi yang dijabarkan dari KD 3.9 dan 4.8.

- Menjelaskan prinsip dasar bioteknologi.
- Menjelaskan perbedaan prinsip dasar pengembangan bioteknologi konvensional dan modern.
- Mengidentifikasi penerapan bioteknologi konvesional dalam

memenuhi kebutuhan pangan di kehidupan sehari-hari.

- Mengidentifikasi sumber-sumber agen bioteknologi dan produk yang dihasilkan.
- Mengidentifikasi penerapan bioteknologi modern dalam memenuhi kebutuhan pangan di kehidupan sehari-hari.
- Menjelaskan prinsip rekayasa genetik dan hasilnya produk.
- Menjelaskan keuntungan dan kerugian dari penerapan bioteknologi dalam bidang pangan.

### 3. Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab 8 tentang Bioteknologi Pangan diperkirakan memerlukan waktu 10 jam atau 4 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 2 JP dan 3 JP).

### 4. Materi Esensial

- a. Kata bioteknologi berasal dari kata bio dan teknologi. Bioteknologi merupakan pemanfaatan makhluk hidup untuk membantu pekerjaan atau menghasilkan suatu produk yang bermanfaat bagi manusia.
- b. Bioteknologi dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern.
- c. Bioteknologi konvensional adalah bioteknologi yang menggunakan mikroorganisme sebagai alat untuk menghasilkan produk dan jasa, misalnya jamur dan bakteri yang menghasilkan enzim-enzim tertentu untuk melakukan metabolisme tubuh sehingga diperoleh produk yang diinginkan.
- d. Bioteknologi modern dalam produksi pangan dilakukan dengan menerapkan teknik rekayasa genetik. Rekayasa genetik adalah kegiatan manipulasi gen untuk mendapatkan produk baru dengan cara membuat DNA baru. Manipulasi materi genetik dilakukan dengan cara menambah atau menghilangkan gen tertentu.
- e. Contoh produk bioteknologi konvensional adalah tape, tempe, yogurt, *nata de coco*, keju dan kecap.
- f. Contoh produk bioteknologi modern adalah organisme transgenik dan Protein Sel Tunggal (PST).
- g. Produk bioteknologi memberikan banyak manfaat bagi manusia. Makanan dan minuman yang dibuat melalui proses fermentasi ternyata akan menghasilkan bahan makanan yang lebih mudah dicerna oleh tubuh, melalui rekayasa genetika mampu menciptakan bibit unggul yang akan memberikan produk bermutu tinggi, misalnya tahan terhadap

hama, mengendalikan serangga perusak tanaman, dan lain-lain.

- h. Selain membawa manfaat ternyata bioteknologi dapat merugikan manusia, antara lain tidak dapat mengatasi kendala alam dalam sistem budidaya tanaman misalnya hama, produk bioteknologi hasil rekayasa genetika suatu organisme dapat menyingkirkan plasma nutfah, yaitu suatu jenis makhluk hidup yang masih memiliki sifat asli, dan produk makanan beralkohol menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan bila dikonsumsi.

## B. KEGIATAN PEMBELAJARAN DAN PENILAIAN

Pada pembelajaran Bab 8 tentang Bioteknologi pangan, guru dapat menerapkan pembelajaran *Problem Based Learning (PBL)*, *Inquiry, Learning Cycle*, atau model pembelajaran lain, yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

### Materi Bagian A. Prinsip Bioteknologi Pangan

- a. Guru mengawali kegiatan pembelajaran dengan mengajak peserta didik untuk merenungi kekuasaan Tuhan yang telah menciptakan berbagai makhluk hidup di dunia. Setiap makhluk hidup memiliki peran dan manfaat untuk kehidupan manusia. Banyak teknologi yang dikembangkan oleh manusia untuk menciptakan produk bahan pangan baru dengan memanfaatkan makhluk hidup, misalnya bakteri atau jamur. Selanjutnya, guru mengajak peserta didik untuk senantiasa bersyukur dengan berbagai organisme yang diciptakan oleh Tuhan sebagai salah satu bentuk ungkap rasa syukur
- b. Selanjutnya, guru melakukan apersepsi dan motivasi dengan menunjukkan fenomena atau menunjukkan produk makanan hasil bioteknologi misalnya kedelai dengan tempe, singkong dengan tape. Guru menanyakan mengapa terjadi perubahan bentuk dan rasa dari kedua bahan makanan itu? Padahal dari bahan awal yang sama? Bagaimana proses yang terjadi sampai terbentuk makanan berupa tape dan tempe.
- c. Guru telah menugaskan peserta didik untuk membuat tape dengan bantuan orang tua atau orang-orang di sekitar mereka, sehingga peserta didik sudah mengetahui tahap-tahap dalam pembuatan tape. Setelah peserta didik membuat, tape dibawa ke sekolah untuk dilakukan pengamatan dan dilakukan analisis dengan petunjuk pada aktivitas 8.1. Apabila di daerah peserta didik kesulitan dalam menemukan bahan pembuat tape, bisa dilakukan alternatif kegiatan “pembuatan asinan sayuran”.



## Alternatif Kegiatan: Ayo, Kita Lakukan

### Membuat Asinan Sayuran

#### Alat dan Bahan:

1. Kubis segar (Dapat diganti oleh buah atau sayur lain)
2. Pisau
3. Stoples atau wadah bersih
4. Garam dan air

#### Cara Kerja :

1. Sediakan kubis segar sekitar 1-2 kg, rajang/iris-iris menjadi kecil dan tempatkan ke dalam tempat bersih yang ditutup misalnya stoples
2. Tambahkan air bersih secukupnya ke dalam stoples, sampai menggenangi permukaan kubis
3. Tambahkan garam dapur 2,5% aduk hingga rata
4. Bagian atas tempat ditutup dengan lembaran plastik yg diikat hingga tidak ada lubang untuk udara luar memasukinya
5. Setelah 3 – 5 hari, ukurlah pH, jika asam berarti proses tersebut sudah selesai dan siap digunakan. Dapat juga ditambah dengan bumbu sesuai dengan selera.

- d. Guru membimbing peserta didik untuk melakukan Aktivitas 8.1 Mengamati dan menganalisis tape pada kegiatan “Ayo, Kita lakukan” untuk mengidentifikasi prinsip bioteknologi. Peserta didik akan mengamati dan menganalisis tape yang telah dibuat dan menanyakan tahap-tahap dalam pembuatan tape. Selanjutnya siswa akan mampu menjelaskan produk pangan yang menerapkan prinsip bioteknologi atau tidak. Sebelum melakukan Aktivitas 8.1, guru meminta peserta didik untuk membaca materi mengenai bioteknologi. Untuk menunjang tercapainya KI-2, jangan lupa mengingatkan peserta didik agar bekerjasama dengan kelompoknya serta teliti dalam melakukan pengamatan serta kritis dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan pada lembar Aktivitas 8.1.



## Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

### Aktivitas 8.1 Membuat Tape

**Tabel Data Pengamatan**

Bahan	Sebelum Diberi Ragi		Setelah Menjadi Tape	
	Tekstur	Rasa	Tekstur	Rasa
Singkong	keras	tawar	lebih lunak berair	manis agak asam
Ketan	keras	tawar	lebih lunak berair	manis agak asam

### Apa yang perlu kamu diskusikan?

1. Mengapa dalam pembuatan tape harus ditaburi dengan ragi? Apa yang terdapat pada ragi tape?  
Jawab: Ragi merupakan jamur yang berperan dalam melakukan fermentasi. Selama pembuatan tape terjadi fermentasi amilum menjadi glukosa, glukosa menjadi alkohol, bila terlalu lama alkohol akan berubah menjadi cuka yang terjadi karena kerja enzim-enzim pada sel-sel ragi
2. Mengapa ragi harus ditaburkan pada saat bahan dalam keadaan dingin ?  
Jawab: Karena bila ditaburkan pada saat panas, sel-sel ragi akan mati atau rusak, sehingga tidak dapat melakukan fermentasi pada singkong. Jika tidak tersebar merata fermentasi tape tidak terjadi secara merata pada singkong
3. Mengapa pembuatan tape, disebut memanfaatkan produk bioteknologi?  
Jawab: Karena dalam pembuatan tape melibatkan peran organisme hidup (ragi) untuk menghasilkan produk berupa tape dari singkong, dan penggunaan organisme ini untuk mengubah zat organik menjadi zat organik lain.
- e. Setelah menyelesaikan Aktivitas 8.1, guru membimbing untuk mempelajaran prinsip dasar bioteknologi, yaitu sebuah proses yang memanfaatkan makhluk hidup untuk menghasilkan suatu produk yang bermanfaat bagi manusia, misalnya saja pada pembuatan tape

yang telah dilakukan, dalam prosesnya memanfaatkan peran jamur dalam ragi. Guru menunjukkan bahwa sangat mudah untuk membuat makanan dengan menerapkan prinsip bioteknologi, bahkan sering kali peserta didik mengonsumsi bahan pangan itu, tanpa tahu itu temasuk produk bioteknologi atau bukan.

## Materi Bagian B. Bioteknologi Konvensional

- a. Sebelum Awali pembelajaran dengan menggali pengetahuan awal peserta didik dengan mengaitkan materi yang telah dipelajari ada pertemuan sebelumnya. Selanjutnya guru menanyakan kepada peserta didik bahan makanan apa saja yang bisa kalian temukan di sekitarmu yang merupakan produk bioteknologi? Guru menunjukkan beberapa bahan pangan (tape, tempe, tahu, kecap) dan menanyakan dari bahan pangan itu manakah yang menerapkan prinsip bioteknologi dalam proses pembuatannya? Peserta didik diminta untuk melakukan identifikasi makanan yang merupakan produk bioteknologi dan mana yang bukan produk bioteknologi. Peserta akan saling berpendapat melalui kegiatan diskusi kelas.
- b. Guru memberikan tugas peserta didik untuk melakukan kegiatan pada Aktivitas 8.2. Sebelum melakukan aktivitas ini, guru meminta peserta didik untuk membaca buku mengenai bioteknologi modern dan bioteknologi konvensional
- c. Guru membimbing peserta didik untuk melakukan Observasi Bahan Pangan Bioteknologi pada kegiatan “Ayo, Kita Cari Tahu”. Guru membimbing peserta didik dalam menemukan bahan pangan yang ada di sekitar peserta didik yang menerapkan prinsip bioteknologi konvensional. Siswa bisa bertanya pada guru dan orang-orang di sekitar mereka, serta bisa dilakukan dengan mencari dari buku, koran, dan internet. Untuk menunjang KI 2, peserta didik diingatkan untuk melakukan observasi dengan teliti dan mendata hasil observasi dengan rinci dan guru memastikan bahwa produk pangan yang dituliskan merupakan produk hasil bioteknologi pangan.



## Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Cari Tahu

### Hasil Observasi Bioteknologi Konvensional

Jenis/ Bahan Pangan	Bahan	Mikroorganisme
Nata de Coco	Air kelapa	<i>Acetobacter xylium</i>
Kecap	Kacang kedelai	<i>Aspergillus oryzae</i>
Tauco	Kacang kedelai	<i>Aspergillus wentii</i>
Roti	Tepung	<i>Saccharomyces cereviceae</i>
Mentega	Susu	Bakteri asam laktat
Oncom	Kacang tanah	<i>Monilia sitophila</i>
Kecap	Kedelai	<i>Aspergillus wentii</i>
Yogurt	Susu	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>
Keju	Susu	<i>Lactobacillus casei</i>
Tape	Umbi ketela pohoh atau beras ketan	<i>Saccharomyces cereviceae</i>

\* Peserta didik bisa mengembangkan sendiri, sesuai dengan yang telah mereka temukan di sekitar mereka

- d. Setelah memahami bahwa sangat mudah menemukan bahan pangan yang merupakan produk bioteknologi yang ada di sekitar peserta didik. Guru membimbing peserta didik untuk melakukan diskusi, apa itu sebenarnya bioteknologi konvensional? Setelah itu guru meminta peserta didik melakukan identifikasi bahan pangan produk bioteknologi konvensional. Sehingga peserta didik mampu memahami bahwa bioteknologi konvensional adalah bioteknologi yang menggunakan mikroorganisme sebagai alat untuk menghasilkan produk dan jasa, misalnya jamur dan bakteri menghasilkan enzim-enzim tertentu untuk melakukan metabolisme tubuh sehingga diperoleh produk yang diinginkan.
- e. Guru menjelaskan bahwa makhluk hidup sekecil itu (bakteri dan jamur) yang kadang menyebabkan penyakit pada manusia, ternyata beberapa makhluk hidup itu bermanfaat bagi kita. Menghasilkan bahan pangan

baru bagi manusia, peserta didik diajak agar lebih mensyukuri dengan segala kenikmatan yang diberikan Tuhan Yang Maha Esa.

- f. Selanjutnya guru menanyakan apa manfaat produk hasil bioteknologi misalnya tempe bagi tubuh? Apa memiliki kelebihan dibandingkan kedelai yang belum diolah dengan prinsip bioteknologi? Untuk menjawab permasalahan itu guru meminta siswa melakukan diskusi untuk Membandingkan Nilai Gizi Produk Bioteknologi, pada kolom “Ayo kita diskusikan”. Diskusi dilakukan secara berkelompok, setiap kelompok berisi 3-4 orang. Peserta didik dibimbing untuk menganalisis data kandungan gizi dan membandingkan bahan pangan hasil bioteknologi dengan bahan pangan sebelum difermentasikan. Sehingga mengetahui manfaat dari proses fermentasi pangan bagi manusia. Ingatkan peserta didik untuk berdiskusi dengan kelompoknya dengan tertib dan siswa boleh bertanya bila mengalami kesulitan.



#### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

1. Berdasarkan Tabel 8.2, sebagian besar zat gizi pada tempe lebih rendah dari pada zat gizi pada kedelai, tetapi mengapa banyak orang menganggap mengkonsumsi tempe lebih baik dari pada mengkonsumsi kedelai? Apakah keuntungan dari mengkonsumsi tempe?  
Jawab: Kedua makanan itu sama-sama baik untuk dikonsumsi oleh tubuh, kedelai masih memiliki nilai gizi yang tinggi sehingga sangat baik untuk tubuh, akan tetapi tempe juga sangat baik dikonsumsi karena tempe akan mudah dicerna oleh tubuh.
2. Mikroorganisme apakah yang membantu proses fermentasi dalam pembuatan tempe?  
Jawab: Jamur Rhizopus orizae
3. Menurut kalian, mengapa terdapat perbedaan kandungan gizi pada kedelai dan tempe?  
Jawab: Proses pembuatan tempe dilakukan dengan menfermentasikan kacang kedelai dengan ditambahkan dengan ragi tempe, ragi tempe berisi jamur Rhizopus oryzae. Jamur akan menghidrolisis senyawa kompleks yang menjadi senyawa sederhana yang mudah dicerna oleh tubuh. Dan apabila sudah melewati proses fermentasi, biji kedelai tersebut akan menjadi padat dan menempel satu sama lainnya.

- g. Setelah memahamibahwa melalui proses fermentasi yang memanfaatkan mikroorganisme, dapat menciptakan bahan pangan yang memiliki manfaat bagi tubuh. Guru mengingatkan siswa untuk senantiasa bersyukur dengan segala penciptaan-Nya, yang dapat bermanfaat bagi kehidupan.

### **Materi Bagian C. Pembelajaran Bioteknologi Modern**

- a. Guru mengingatkan kembali pembelajaran yang telah dilakukan pada pertemuan lalu, mengenai berbagai produk bahan pangan yang telah mereka temukan di sekitar peserta didik yang merupakan produk bioteknologi. Selanjutnya guru menampilkan beberapa foto hewan transgenik, kemudian guru menanyakan apakah hewan-hewan itu merupakan produk bioteknologi? Selanjutnya, peserta didik melakukan diskusi bersama teman sebangku untuk menentukan apakah itu termasuk produk bioteknologi atau bukan.
- b. Guru bersama peserta didik melakukan diskusi kelas mengenai bioteknologi modern serta rekayasa genetika, selanjutnya guru memberi tugas pada peserta didik untuk melakukan diskusi mengenai jagung transgenik. Sebelumnya guru membimbing peserta didik untuk membentuk kelompok, setiap kelompok berisi 3-4 orang.
- c. Guru membimbing peserta didik untuk melakukan diskusi Mengidentifikasi teknik pembuatan jagung transgenik pada kegiatan “Ayo kita diskusikan”. Guru membimbing peserta didik dalam melakukan diskusi tentang tanaman transgenik yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi pangan, guru mengingatkan peserta didik untuk melakukan diskusi dengan tertib, kritis dan bila mengalami kesulitan, peserta didik diimbau untuk bertanya kepada guru.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

1. Bagaimana cara menghasilkan jagung yang memiliki sifat tahan hama?

Jawab: Jagung dengan sifat tahan hama, memanfaatkan teknik rekayasa genetika. Rekayasa genetika merupakan suatu kegiatan manipulasi gen untuk mendapatkan produk baru dengan cara membuat DNA rekombinan melalui penyisipan gen. DNA rekombinan adalah DNA yang urutannya telah direkombinasikan agar memiliki sifat-sifat atau fungsi yang kita inginkan sehingga organisme penerimanya mengekspresikan sifat atau melakukan fungsi yang kita inginkan. Penyisipan gen pada suatu tanaman membutuhkan proses yang sulit dan panjang. Untuk menyisipkan sebuah gen pada sel tumbuhan, kita membutuhkan vektor tertentu. Vektor adalah organisme yang berfungsi sebagai kendaraan pembawa materi genetik yang akan disisipkan. Sel tumbuhan tidak memiliki plasmid seperti bakteri sehingga pilihan vektor yang berpotensi untuk memasukkan gen ke dalam sel tanaman juga terbatas. Vektor terbaik untuk menyisipkan gen pada tanaman adalah *Agrobacterium tumefaciens*. Hal ini karena bakteri tersebut memiliki Ti-plasmid (*Tumor Inducing Plasmid*) yang dapat berintegrasi ke dalam DNA tumbuhan. Berikut ini adalah langkah-langkah dalam menyisipkan gen pada suatu sel tanaman:

- a) Ti-Plasmid yang terdapat pada bakteri *Agrobacterium* dikeluarkan dari sel bakteri *Agrobacterium* kemudian dipotong dengan menggunakan enzim endonuklease restriksi.
- b) Isolasi DNA pengkode protein (gen) yang kita inginkan dari organisme tertentu.
- c) Sisipkan gen yang kita inginkan tersebut pada plasmid dan rekatkan dengan enzim DNA ligase.
- d) Masukkan kembali plasmid yang sudah disisipi gen ke dalam bakteri *Agrobacterium*.
- e) Plasmid yang sudah tersisipi gen akan terduplikasi pada bakteri *Agrobacterium*.
- f) Selanjutnya, bakteri akan masuk ke dalam sel tanaman dan mentransfer gen.
- g) Kemudian, sel tanaman akan membelah. Tiap-tiap sel anak akan memperoleh gen baru dalam kromosom dari sel tanaman dan membentuk sifat/karakteristik yang baru (yang sesuai dengan gen yang disisipkan).



Sumber: majalah100oguru.net

Gambar Tahapan Pembuatan Jagung Tahan Hama

2. Mengapa jagung pada gambar, dapat memiliki sifat tahan hama tidak seperti pada jagung biasa?

Jawab: Pada tanaman jagung tahan hama disisipi oleh gen yang mampu menghasilkan racun bagi hama, sehingga ketika ada hama yang menempel pada jagung, hama akan mati.

3. Apa manfaat dikembangkan jagung tahan hama bagi manusia?  
Jawab: Meningkatkan kualitas jagung, karena jagung menjadi tahan hama, selain itu teknik ini juga perlu dikembangkan untuk mengembangkan berbagai produk pangan yang memiliki kualitas unggul.

- d. Setelah memahami penerapan bioteknologi modern, dan mekanisme rekayasa genetika. Peserta didik di ajak untuk senantiasai mengagumi dan bersyukur kepada Tuhan dengan segala macam ciptaanNYA. Dengan berbagai macam teknologi baru, guru mengingatkan pada peserta didik, walaupun banyak kelebihan dari hewan atau tanaman transgenik, peserta didik juga tetap harus menyeleksi bahan pangan transgenik.

## **Materi Bagian D. Keuntungan dan Kerugian Penerapan Bioteknologi**

- a. Pembelajaran diawali dengan menggali pengetahuan awal peserta didik tentang bioteknologi konvensional dan modern yang telah dipelajari pada pertemuan sebelumnya. Kemudian guru mengaitkan dengan materi yang akan dipelajari pada pertemuan kali ini yakni keuntungan dan kerugian penerapan Bioteknologi.
- b. Guru membimbing peserta didik untuk membagi kelompok, setiap kelompok berisi 3-4 orang. Selanjutnya peserta didik di bimbing oleh guru untuk melakukan diskusi dampak penerapan bioteknologi pada kegiatan “Ayo kita pikirkan”. Guru membimbing peserta didik dalam melakukan diskusi dampak penerapan bioteknologi bagi manusia, disamping berbagai manfaat yang ada. Jangan lupa pada kegiatan ini guru mengingatkan siswa untuk melakukan diskusi dengan tertib dan lancar, serta menghimbau pada peserta didik bila mengalami kesulitan dipersilahkan bertanya pada guru.
- c. Guru memberikan pertanyaan-pertanyaan reflektif yang mendorong peserta didik untuk mensyukuri anugerah Tuhan Yang Maha Esa yang telah menciptakan berbagai makhluk hidup beserta segala kemanfaatannya bagi manusia dalam hal pemenuhan pangan yang berkualitas.

## C. PENILAIAN DAN KISI-KISI PENCAPAIAN KOMPETENSI

### 1. Penilaian

Penilaian untuk mencapai indikator KI 1, KI 2, dan KI 4 dapat diamati selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian guru dapat merujuk pada Bagian Umum Bab 3. Penilaian Pembelajaran IPA. Penilaian KI 3 dapat dilihat pada kisi-kisi Pencahian Kompetensi.

### 2. Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi

#### a. Kegiatan Peserta Didik

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Mengamati dan menganalisis tape			✓ (1,2)	✓ (5)	✓ (3,4)	
Ayo, Kita Selesaikan	Mengidentifikasi pembuatan jagung transgenik				✓ (1,3)	✓ (2)	
Ayo, Kita Diskusikan	Perbandingan nilai gizi produk bioteknologi				✓ (2,3)	✓ (1,4)	
Ayo, Kita Cari Tahu	Observasi bahan pangan bioteknologi			✓			
Ayo, Kita Pikirkan	Dampak penerapan bioteknologi				✓ (1,3)	✓ (2)	
Ayo, Kita Kerjakan Proyek	Observasi pembuatan bahan pangan bioteknologi					✓	✓

## b. Uji Kompetensi

Indikator butir soal	Ranah kognitif/jumlah soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Mendeskripsikan prinsip kerja bioteknologi			A1, A2			
Membedakan bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern			A5	A6		
Mendeskripsikan contoh produk bioteknologi konvensional	A4	A10	A3	A3	B1	
Mendeskripsikan contoh produk bioteknologi modern		B2		B5		
Menjelaskan prinsip rekayasa genetik dan hasilnya produk			A9			
Mengidentifikasi keuntungan dan kerugian penerapan bioteknologi			A7	A8. B4		

## D. MATERI PENGAYAAN

### Rekayasa Buah Tanpa Biji

Buah-buahan tanpa biji yang biasa kita temukan adalah anggur, semangka, dan melon. Buah tanpa biji dapat diperoleh melalui persilangan ataupun aplikasi zat pengatur tumbuh (ZPT). Namun, kedua teknik tersebut memiliki kelemahan. Rekayasa buah tanpa biji secara modern dapat menggunakan teknik kultur *in vitro* (kultur jaringan) dan rekayasa genetik.



Gambar Buah Jeruk dan Semangka Tanpa Biji serta Terong dan Tomat Tanpa Biji  
Hasil Rekayasa Genetik

Secara alami, biji sebenarnya diperlukan tanaman untuk berkembangbiak, terutama bagi tanaman yang tidak dapat diperbanyak secara vegetatif. Biji biasanya terlindung di dalam buah. Biji merupakan sumber hormon (auksin) yang diperlukan dalam proses pertumbuhan dan perkembangan buah. Namun, pada beberapa jenis buah-buahan, biji terkadang mengganggu dan tidak diinginkan karena merepotkan pada saat buah dikonsumsi. Di alam, buah tanpa biji sudah ada, tetapi terbatas jenisnya, seperti pisang.

Para petani buah sudah lama memikirkan dan mencari cara untuk menghilangkan biji pada beberapa buah-buahan. Hasilnya, kini tersedia beberapa buah-buahan tanpa biji, seperti anggur, semangka, dan melon. Para petani berhasil menciptakan buah tanpa biji melalui persilangan ataupun aplikasi zat pengatur tumbuh (ZPT). Persilangan antara tanaman diploid ( $2n$ ) dan tetraploid ( $4n$ ) menghasilkan tanaman triploid ( $3n$ ) yang biasanya tanpa biji. Cara lain adalah melalui aplikasi ZPT (auksin atau giberelin) pada kuncup bunga. Fungsi ZPT di sini adalah sebagai pengganti biji dalam memenuhi kebutuhan auksin pada proses pembentukan buah, sehingga bunga dapat berkembang menjadi buah tanpa adanya biji. Namun, cara ini kurang praktis dan tidak permanen sifatnya, karena hanya kuncup bunga yang disemprot auksin saja yang akan menghasilkan buah tanpa biji. Cara ini juga memerlukan tenaga dan biaya yang mahal apabila diterapkan pada areal yang luas.

Teknik persilangan lebih praktis dan permanen jika telah berhasil memperoleh tanaman triploid. Namun kendalanya sulit memperoleh induk tetraploidnya. Rekayasa buah tanpa biji secara modern dapat dilakukan melalui teknik kultur in vitro (kultur jaringan) dan rekayasa genetik. Teknik kultur jaringan kini mulai banyak dicoba para peneliti untuk menghasilkan tanaman triploid melalui kultur endosperm. Rekayasa genetik buah tanpa biji dilakukan dengan cara menyiapkan gen partenokarpi ke dalam kromosom tanaman target.

Salah satu contoh gen partenokarpi adalah gen *DefH9-iaaM* yang dihasilkan oleh Dr. Rotino dari Montanazo Italia. Gen ini akan menghasilkan senyawa yang mampu mengantikan peran biji pada proses pembentukan buah, sehingga tanaman dapat menghasilkan buah tanpa biji. Gen ini sudah pernah berhasil dicoba pada tanaman tembakau, terung, tomat, melon, semangka dan rasberi.

## E. INTERAKSI DENGAN ORANG TUA

Sesuai dengan yang ada di buku siswa, ada beberapa hal yang perlu ada interaksi dengan orang tua, yaitu.

- Pada aktivitas 8.1. orang tua dapat membantu peserta didik pada saat peserta didik mempersiapkan bahan yang dibutuhkan untuk praktek dalam pembuatan produk bioteknologi.

## F. KUNCI JAWABAN UJI KOMPETENSI

### 1. Pilihan Ganda

1. A
2. C
3. B
4. D
5. C
6. A
7. C
8. D
9. A
10. B

### 2. Uraian

1. Selama proses fermentasi, kedelai akan mengalami perubahan baik fisik maupun kimianya. Protein kedelai dengan adanya aktivitas proteolitik kapang akan diuraikan menjadi asam-asam amino, sehingga nitrogen terlarutnya akan mengalami peningkatan. Dengan adanya peningkatan dari nitrogen terlarut maka pH juga akan mengalami peningkatan. Nilai pH untuk tempe yang baik berkisar antara 6,3 sampai 6,5. Kedelai yang telah difermentasi menjadi tempe akan lebih mudah dicerna. Selama proses fermentasi karbohidrat dan protein akan dipecah oleh kapang menjadi bagian-bagian yang lebih mudah dicerna
2. Kloning dilakukan dengan mengambil sel tubuh domba, misalnya sel kulitnya (sebut domba a). Lalu sang ilmuwan mengambil sel telur dari domba lain (kita sebut domba b). Sel kulit domba a diambil inti selnya

saja dan sel telur domba b dihilangkan inti selnya. Inti sel domba a disuntikkan ke dalam sel telur domba b, selanjutnya sel tersebut akan berkembang layaknya embrio dan diimplantasikan atau ditanam di rahim domba lain (domba c). Setelahnya akan lahir domba yang mirip dan identik dengan domba a.

3. Bahan pangan hasil bioteknologi yang sering ditemukan adalah tempe, tape, yogurt, keju, nata de coco dan kecap
4. Dampak negatif dari penggunaan bioteknologi adalah munculnya alergi pada saat mengonsumsi bahan makanan hasil rekayasa genetik, limbah dari proses pembuatan produk bioteknologi, dan produk minuman beralkohol menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan. Dampak tersebut berupa kebiasaan meminum minuman beralkohol sehingga menyebabkan mabuk dan merusak kesehatan.
5. Transgenik perlu dikembangkan untuk Menghasilkan keturunan yang memiliki kualitas yang unggul dan tahan hama

## G. KEGIATAN PROYEK

Tugas proyek ini dapat dilaksanakan oleh peserta didik selama 2 minggu. Tugas dikerjakan mulai pada pertengahan bab, setelah peserta didik memahami konsep prinsip dasar bioteknologi dan sudah mampu mengidentifikasi produk-produk makanan hasil bioteknologi. Guru lebih baik sebelum peserta didik melakukan observasi ke pabrik-pabrik, setiap kelompok melaporkan pada guru produk makanan yang akan diobservasi agar antarkelompok berbeda-beda produk pangan yang diobservasi. Setelah melakukan observasi peserta didik diharuskan untuk selalu melakukan konsultasi dengan guru. Poster yang akan ditempel sebagai laporan hasil observasi. Sebaiknya guru mengarahkan dengan memberikan banyak gambar proses agar lebih menarik dan mudah dipahami. Berkaitan dengan cara penilaian proyek ini, guru dapat merujuk cara penilaian yang terdapat pada bagian umum dengan disesuaikan tugas peserta didik.

# Bab 9

# Teknologi Ramah Lingkungan

## A. PENGANTAR

Bab ini memuat materi tentang pengertian dan prinsip dasar teknologi ramah lingkungan. Kemudian dijelaskan aplikasi teknologi ramah lingkungan dalam beberapa bidang, yaitu: bidang energi, bidang transportasi, bidang lingkungan, dan bidang industri. Pada bagian selanjutnya juga akan dijelaskan tentang energi yang tidak ramah lingkungan atau energi tidak terbaharukan yaitu bahan bakar minyak dan batu bara serta dampak negatif dari penggunaan bahan bakar tersebut. Kegiatan untuk pembelajaran bab ini diantaranya adalah dengan berdiskusi tentang syarat teknologi ramah lingkungan, mengobservasi kawasan industri di daerah sekitar, membuat alat penjernihan air sederhana serta mengidentifikasi berbagai sumber energi di daerah sekitar yang berpotensi menjadi sumber energi alternatif di masa depan serta berdiskusi untuk dapat membedakan prinsip teknologi ramah lingkungan dan tidak ramah lingkungan. Kegiatan proyek pada bab ini adalah dengan melakukan observasi potensi energi alternatif di lingkungan sekitar peserta didik. Peserta didik mengidentifikasi sumber energi alternatif di daerahnya kemudian menganalisis kemungkinan penerapannya dengan memperhatikan kelebihan dan kekurangannya.

### 1. Kompetensi Dasar

- 3.10 Membedakan proses dan produk teknologi yang merusak lingkungan dan ramah lingkungan.
- 4.9 Menyajikan data dan informasi tentang proses dan produk teknologi yang tidak merusak lingkungan.

### 2. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator Pencapaian Kompetensi Bab 9 tentang teknologi ramah lingkungan dikembangkan oleh guru dengan mengacu pada KI dan KD pada lampiran 1b Permendikbud No 58 tahun 2014. Pada kegiatan pembelajaran di lapangan, guru dapat mengembangkan sendiri Indikator Pencapaian Kompetensi dengan disesuaikan pada kondisi peserta didik masing-masing. Berikut ini dipaparkan contoh Indikator Pencapaian Kompetensi yang dapat dijabarkan dari KD 3.10 dan KD 4.9.

- Mengidentifikasi perbedaan teknologi yang ramah lingkungan dan teknologi yang tidak ramah lingkungan.

- Menjelaskan prinsip-prinsip teknologi ramah lingkungan
- Mengidentifikasi penerapan teknologi ramah lingkungan di sekitar tempat tinggal peserta didik.
- Mendeskripsikan dampak positif dan negatif penerapan teknologi di sekitar tempat tinggal peserta didik terhadap lingkungan.
- Merumuskan ide atau saran untuk mengatasi dampak negatif penerapan teknologi di sekitar tempat tinggal peserta didik.
- Menjelaskan contoh-contoh teknologi ramah lingkungan dalam bidang: bidang energi, bidang transportasi, bidang lingkungan, dan bidang industri
- Mengidentifikasi perilaku hemat energi yang mudah dilakukan dalam kehidupan sehari-hari.
- Menjelaskan prinsip-prinsip teknologi tidak ramah lingkungan.
- Memprediksi kerusakan yang timbul di lingkungan sekitar akibat teknologi tidak ramah lingkungan
- Mengidentifikasi sumber energi alternatif yang ada di sekitar tempat tinggal peserta didik.
- Mendaftar kelebihan dan kekurangan penerapan sumber energi alternatif di sekitar tempat tinggal peserta didik.
- Menentukan energi alternatif yang paling sesuai atau yang paling mungkin diterapkan di lingkungan sekitar peserta didik.

### 3. Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab 9 tentang Teknologi Ramah Lingkungan diperkirakan memerlukan waktu 10 sampai 12 jam atau 4 sampai 5 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP).

### 4. Materi Esensial

- a. Berdasarkan dampaknya terhadap lingkungan, teknologi dapat dibagi menjadi teknologi tidak ramah lingkungan dan teknologi ramah lingkungan. Teknologi tidak ramah lingkungan pada umumnya menggunakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui seperti minyak bumi atau batu bara, menghasilkan limbah yang berbahaya bagi lingkungan serta berpotensi merusak keseimbangan alam, dan ekosistem. Teknologi ramah lingkungan merupakan bentuk aplikasi teknologi dengan tujuan memberi kemudahan bagi aktivitas dan pemenuhan kebutuhan manusia dengan memperhatikan prinsip-prinsip pelestarian lingkungan. Beberapa prinsip teknologi ini diantaranya adalah tidak menghasilkan limbah yang berbahaya serta menggunakan energi yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbarui.

- b. Contoh teknologi ramah lingkungan dalam bidang energi antara lain teknologi *biofuel*, biogas, sel surya, dan pembangkit listrik tenaga air, tenaga pasang surut air laut, tenaga angin, geotermal, *fuel cell*, dan *hydrogen power*. Prinsip teknologi ramah lingkungan di bidang energi adalah dengan memanfaatkan sumber energi alam yang melimpah serta dapat diperbarui.
- c. Contoh teknologi ramah lingkungan dalam bidang lingkungan adalah biopori, fitoremediasi, teknologi toilet pengompos, dan teknologi pemurnian air. Prinsip teknologi ramah lingkungan di bidang lingkungan adalah dengan mengolah limbah agar tidak berbahaya bagi lingkungan dan limbah dapat menghasilkan produk atau sumber energi baru yang bermanfaat.
- d. Contoh teknologi ramah lingkungan dalam bidang transportasi, misalnya kendaraan hidrogen, bus surya, mobil listrik. Sedangkan contoh teknologi ramah lingkungan di bidang industri adalah *biopulping*.
- e. Teknologi tidak ramah lingkungan pada umumnya menggunakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui seperti minyak bumi atau batu bara. Selain itu teknologi tidak ramah lingkungan juga kurang memperhatikan kelestarian lingkungan.
- f. Perilaku hemat energi dalam kehidupan sehari-hari diantaranya adalah mengurangi penggunaan alat transportasi dengan bahan bakar minyak. Perilaku yang bisa dilakukan adalah dengan memanfaatkan kendaraan umum dan mengurangi penggunaan kendaraan pribadi. Mulai menggunakan alat transportasi yang ramah lingkungan seperti sepeda dan mobil dengan sumber energi listrik atau cahaya matahari. Memanfaatkan biogas sebagai pengganti elpiji.

## B. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Pada pembelajaran Bab 9 tentang Teknologi Ramah Lingkungan guru dapat menerapkan pembelajaran *Group Investigation (GI)*, *Discovery Learning*, *Creative Problem Solving (CPS)*, yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

### Materi Bagian A. Pengertian dan Prinsip Teknologi Ramah Lingkungan

- a. Guru mengawali kegiatan pembelajaran dengan mengajak peserta didik untuk merenungi kekuasaan Tuhan yang telah menciptakan berbagai sumber energi yang dapat dimanfaatkan manusia untuk memenuhi kebutuhan. Guru mengajak siswa untuk berpikir sumber energi apa saja yang ada di alam. Beberapa sumber energi diantaranya adalah

cahaya matahari, angin, panas bumi serta bahan bakar fosil. Guru juga mengajak peserta didik untuk menggunakan sumber energi yang telah diciptakan Tuhan secara bijak dan menjaga ketersediaanya sebagai suatu bentuk syukur atas segala nikmat Tuhan.

- b. Selanjutnya guru menuntun peserta didik untuk membaca sejarah singkat penemuan bahan bakar fosil dan pengolahan minyak bumi sehingga dapat dimanfaatkan seperti yang ada pada saat ini. Guru dapat bertanya kepada peserta didik alasan mengapa saat ini mulai banyak diciptakan sumber energi alternatif untuk menggantikan bahan bakar minyak. Melalui kegiatan awal ini guru dapat mengajak peserta didik bersyukur karena Tuhan telah memberikan akal dan pikiran pada manusia untuk mengembangkan berbagai teknologi sehingga kita lebih mudah memanfaatkan berbagai sumber energi tersebut.
- c. Guru menggali pengetahuan awal peserta didik tentang pengertian dan contoh sumber energi yang tidak dapat diperbarui dan sumber energi yang dapat diperbarui. Selanjutnya guru mengaitkan pengetahuan siswa tersebut dengan beberapa dampak yang ditimbulkan dari penggunaan bahan bakar minyak (BBM) sehingga saat ini mulai dikembangkan teknologi yang ramah lingkungan.
- d. Selanjutnya guru mengarahkan peserta didik mengerjakan “Ayo, Kita Diskusikan” terlebih dahulu untuk mendorong peserta didik membangun pengetahuannya sendiri tentang apa yang dimaksud dengan teknologi ramah lingkungan.
- e. Peserta didik dapat mengerjakan “Ayo, Kita Diskusikan” dalam buku tugas dan melakukan diskusi dengan teman sebangku.
- f. Selanjutnya guru bersama peserta didik melakukan diskusi secara klasikal.



#### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Aspek yang diamati		Bus	Mobil surya
Bahan bakar	Sumber	Bensin	Matahari
	Keterbaharuan	Tidak dapat diperbarui	Dapat diperbarui
	Keramahan lingkungan	Tidak ramah lingkungan	Ramah lingkungan

Aspek yang diamati		Bus	Mobil surya
<b>Emisi</b>		Karbon monoksida (CO), berbagai senyawa hidrokarbon, berbagai oksida nitrogen (NOx) dan sulfur (SOx), dan partikulat debu termasuk timbal (Pb)	Tidak menghasilkan emisi karbon
<b>Dampak</b>	Jangka pendek	Gangguan pernapasan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lebih cepat panas sehingga membutuhkan alat pendingin ekstra</li> <li>- Waktu isi ulang daya lebih lama</li> </ul>
	Jangka panjang	<p>Manusia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengaruh pada sistem organ lainnya seperti paru-paru, jantung, dan saluran pencernaan. Dapat memicu timbulnya kanker.</li> </ul> <p>Pada lingkungan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gas SO<sub>2</sub> dapat menimbulkan bercak atau noda putih atau coklat merah pada permukaan daun.</li> <li>- Penipisan lapisan ozon</li> <li>- Hujan asam</li> <li>- Meningkatnya suhu bumi.</li> </ul>	Menghemat pengeluaran uang untuk energi

- Kendaraan yang ramah lingkungan adalah mobil bertenaga surya karena lebih ramah lingkungan, tidak menghasilkan emisi yang berbahaya dan menggunakan bahan bakar yang dapat diperbarui.
- Guru juga harus memberikan kesempatan pada peserta didik untuk merumuskan sendiri pengertian teknologi ramah lingkungan.
- Selama kegiatan diskusi diharapkan dapat melakukan penilaian terhadap sikap percaya diri.

- g. Selanjutnya guru dapat membimbing peserta didik untuk melakukan diskusi untuk menemukan prinsip dari teknologi ramah lingkungan. Guru selanjutnya dapat memperkuat dan memperjelas prinsip-prinsip teknologi ramah lingkungan dengan mengarahkan peserta didik untuk mengerjakan “Ayo, Kita Cari Tahu”.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Cari Tahu

Pada teknologi ramah lingkungan diterapkan prinsip-prinsip antara lain:

1. Mengganti penggunaan bahan-bahan atau sumber daya yang tidak dapat diperbarui, misalnya minyak bumi dengan bahan-bahan atau sumber daya yang dapat diperbarui misalnya sinar matahari.
2. Mengganti penggunaan bahan-bahan yang tidak dapat didaur ulang dengan bahan-bahan yang dapat didaur ulang.
3. Tidak menghasilkan emisi atau limbah yang berbahaya bagi lingkungan, seperti mobil surya yang menggunakan energi dari cahaya matahari untuk menggerakkan motor.
4. Memperhatikan keseimbangan antara lingkungan, sosial, kesehatan, dan ekonomi masyarakat. Dengan menggunakan energi matahari untuk menggerakkan motor tidak ada sisa gas buang (asap) seperti SO<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub> sehingga lingkungan lebih bersih dan kesehatan kita pun juga tidak terganggu dengan adanya asap.
5. Memperhatikan kondisi lingkungan saat ini dan keberlangsungannya di masa depan. Gas CO<sub>2</sub> yang dikeluarkan kendaraan yang menggunakan bahan bakar minyak dapat menyebabkan suhu bumi semakin meningkat, akibatnya es di kutub mencair sehingga beberapa pulau akan tenggelam. Mobil surya tidak menghasilkan gas CO<sub>2</sub> sehingga akan menjaga lingkungan di masa depan.

- h. Guru juga dapat memberikan penugasan kelompok untuk memperdalam pemahaman peserta didik tentang perbedaan teknologi ramah lingkungan, dan tidak melalui kegiatan pengamatan lingkungan sekitar (Aktivitas 9.1). Guru dapat memodifikasi atau menyesuaikan aspek pengamatan sesuai dengan lingkungan sekitar peserta didik.



## Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

### Aktivitas 9.1 Mengidentifikasi Proses, Teknologi, dan Permasalahan Lingkungan

#### 1. Deskripsi hasil observasi

- a. Kawasan/nama tempat : persawahan daerah Malang
- b. Teknologi/alat yang digunakan : traktor, mesin penggiling dan mesin pemanen padi
- c. Bahan baku/bahan bakar : bensin dan disel
- d. Produk : padi

#### 2. Cara kerja:

- Traktor merupakan alat yang digunakan untuk membajak sawah, menggunakan bahan bakar bensin untuk traktor roda dua dan menggunakan disel untuk traktor roda empat. Traktor menggunakan prinsip pemutar sehingga dapat membalik tanah.
  - Mesin pemanen padi: mesin akan memotong batang padi dan hasil potongan dilepaskan ke samping mesin berjalan, sehingga masih menggunakan tenaga kerja manusia untuk mengumpulkannya.
  - Mesin penggiling padi: mesin akan merontokkan gabah yang masih dimalai (tangkai padi) dengan cara menyisir malai langsung di pertanaman dan gabah yang terontok dimasukkan ke dalam bak penampung. Apabila bak telah terisi penuh maka dilakukan pergantian bak penampung lain yang sudah disiapkan sebagai cadangan untuk menghindari kehilangan waktu kerja mesin
3. Prinsip ramah lingkungan: alat-alat pertanian tersebut tidak ramah lingkungan karena selain bising juga masih menggunakan bahan bakar minyak sehingga menghasilkan emisi karbon.
  4. Limbah yang dihasilkan berupa emisi karbon akibat sisa pembakaran mesin. Meskipun tidak menghasilkan emisi sebesar kendaraaan bermotor tetapi emisi karbon dari mesin pertanian juga dapat mencemari lingkungan.
  5. **Solusi:** petani dapat meminimalisir penggunaan traktor, membajak sawah dapat dilakukan oleh kerbau atau sapi. Atau menggunakan traktor tenaga uap sehingga tidak menghasilkan emisi karbon.

## Materi B. Aplikasi Teknologi Ramah Lingkungan

- a. Pada topik ini guru dapat menerapkan metode presentasi, artinya materi ini dapat dibagi untuk dipresentasikan oleh masing-masing kelompok. Melalui metode ini peserta didik juga dapat dilatih untuk belajar menggali informasi lebih dalam tentang teknologi ramah lingkungan. Jika di sekolah terdapat fasilitas LCD Proyektor peserta didik dapat menyajikan presentasinya menggunakan slide powerpoint. Jika tidak ada fasilitas LCD Proyektor, peserta didik dapat membuat sajian presentasi dengan menunjukkan foto atau membuat bagan menggunakan kertas manila.
- b. Guru dapat membagi siswa menjadi beberapa kelompok. Setiap kelompok membahas topik yang berbeda yakni aplikasi teknologi ramah lingkungan bidang energi, bidang transportasi, bidang lingkungan, dan bidang industri.
- c. Guru juga dapat mengarahkan peserta didik untuk mendiskusikan teknologi ramah lingkungan yang sesuai dengan kondisi di Indonesia. Peserta didik dapat diberi tugas untuk menganalisis mana teknologi yang sesuai dan sudah diterapkan di Indonesia berdasarkan bahan bacaan di Buku Siswa atau sumber tambahan lainnya. Tugas dapat diberikan secara individu atau kelompok.
- d. Selanjutnya guru mengajak peserta didik untuk mengaplikasikan salah satu bentuk teknologi ramah lingkungan dengan membuat pemurnian air secara sederhana (Aktivitas 9.2). Beberapa hal yang perlu diperhatikan guru dalam kegiatan ini adalah:
  - Setiap kelompok diberikan kebebasan untuk menyusun uruturutan bahan pada tabung penyaringan. Hal ini berguna untuk merangsang kreativitas peserta didik.
  - Guru membimbing peserta didik untuk dapat memberikan argumen tentang alasan mereka memilih penyusunan bahan penyaring air yang berbeda dengan yang ada pada petunjuk di Buku Siswa.
  - Guru juga harus memotivasi peserta didik bahwa peserta didik tidak boleh takut salah dalam menyusun, sehingga peserta didik lebih dapat bebas melakukan eksplorasi sesuai kreativitasnya.
  - Semakin banyak perbedaan susunan bahan dalam alat penjernih pada setiap kelompok akan menimbulkan banyak bahan diskusi yang menarik.
  - Pada saat membandingkan hasil penyaringan pada setiap kelompok, guru dapat mengajak peserta didik untuk melakukan analisis tentang bagaimana urutan bahan yang sesuai dan efektif untuk penjernihan air.

- Guru dapat memberikan penghargaan pada kelompok yang mampu membuat alat penyaring yang menghasilkan air paling jernih. Hal ini dilakukan untuk memotivasi peserta didik.
- Guru dapat melakukan penilaian terhadap sikap gotong rotong dan kreativitas peserta didik. Pedoman penilaian (lihat Bab 3 Bagian umum).



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

#### Aktivitas 9.2 Membuat Alat Pemurnian Air Sederhana

1. Air yang semula kotor apabila dimasukkan alat pemurnian air berubah menjadi jernih karena partikel-partikel yang terlarut dalam air yang kotor tersebut akan tersaring dengan pasir, ijuk dan kapas. Arang akan membantu mengurangi kuman serta menjerap kotoran yang ada dalam air sehingga air menjadi jernih.
2. Kualitas air dapat dilihat dari kejernihannya. Apabila setiap kelompok memiliki kejernihan air yang berbeda maka hal ini disebabkan karena susunan bahan dalam alat penjernihnya. Apabila pada bagian paling atas diisi pasir atau kerikil maka air yang kotor tidak dapat tersaring dengan baik karena bahan tersebut memiliki porositas yang tinggi. Bahan-bahan seperti kerikil, batu, dan pasir yang memiliki porositas yang cukup tinggi akan membantu mengalirkan air ke lapisan di bawahnya, sedangkan bahan seperti ijuk atau kapas akan membantu menahan air yang kotor agar tidak terlalu cepat mengalir sehingga kotoran yang ada didalamnya akan tersaring dengan baik.
3. Alat penjernih yang tersusun dengan komposisi pasir atau kerikil yang lebih banyak maka akan cepat menyaring air namun kurang jernih. Apabila susunan bahannya terdiri atas bahan yang mampu menahan air seperti arang atau ijuk yang cukup banyak maka air hasil penyaringan akan lebih jernih namun kecepatan penyaringannya lebih lambat. Jadi hubungan antara kecepatan pemurnian air dengan air yang dihasilkan adalah semakin cepat air yang mengalir maka air yang dihasilkan kurang jernih begitu pula sebaliknya.
4. Kesimpulan dari kegiatan ini adalah air yang kotor dapat dijernihkan dengan menggunakan penyaring yang tersusun atas beberapa bahan. Bahan-bahan tersebut akan mengendapkan kotoran dalam air sehingga dapat menghasilkan air yang jernih. Komposisi bahan yang tepat akan membantu kecepatan penjernihan air dan kejernihan air yang dihasilkan.

- e. Setelah guru melakukan salah satu contoh aplikasi teknologi ramah lingkungan yakni permurnian air, guru selanjutnya dapat membimbing peserta didik membahas prinsip pemurnian air yang lain yakni teknologi osmosis balik.
- f. Guru mengajak siswa untuk mengingat konsep osmosis yang telah dipelajari pada kelas VIII dengan memperhatikan ilustrasi pada Gambar 9.19.
  - Konsep yang ditekankan tentang osmosis adalah suatu peristiwa perpindahan pelarut dari larutan yang berkonsentrasi rendah (encer) ke larutan yang berkonsentrasi tinggi (pekat) melalui membran semipermeabel.
- g. Selanjutnya untuk mengarahkan peserta didik memahami prinsip osmosis balik guru dapat meminta siswa memahami ilustrasi pada Gambar 9.20 di Buku Siswa. Guru dapat menegaskan bahwa konsep osmosis balik adalah dengan mencegah terjadinya osmosis alami dengan memberikan tekanan yang besar sehingga air yang semula akan bergerak dari larutan encer ke larutan pekat akan bergerak sebaliknya.

### Materi C. Perilaku Hemat energi

- a. Guru memberikan kesempatan bagi setiap peserta didik untuk mengungkapkan beberapa pendapatnya secara tertulis tentang perilaku hemat energi. Guru dapat memberikan pertanyaan reflektif terlebih dulu untuk membimbing peserta didik agar dapat menciptakan ide-ide kreatif tentang perilaku hemat energi. Beberapa pertanyaan reflektif yang diajukan adalah sebagai berikut.
  - Menurut pendapatmu mengapa kita perlu hemat energi?
  - Apa saja perilaku sehari-hari yang dapat menghemat energi, tuliskan dalam tabel berikut kemudian identifikasilah beberapa kendala atau kekurangan dalam pelaksanaannya!

Perilaku hemat energi	Kendala/kekurangan dalam pelaksanaan

- Berdasarkan kekurangan dalam pelaksanaan perilaku hemat energi yang sudah kamu kemukakan tersebut, sebagai seorang peserta didik, apakah upaya unik dan menarik yang dapat kamu lakukan sehingga efektif untuk mengajak orang-orang di sekitarmu lebih bijak dalam menggunakan energi?

- b. Selanjutnya guru dapat meminta peserta didik menukar pekerjaanya dengan teman sebangkunya. Pendapat yang telah dituliskan tersebut selanjunya diberi komentar, kritik, atau saran oleh teman sebangkunya. Hal ini bertujuan untuk melatih peserta didik berpikir reflektif dan evaluatif tentang hasil kerjanya.
- c. Sebagai tindak lanjut untuk melatih peserta didik menerapkan perilaku hemat energi dalam kesehariannya, guru dapat mengarahkan peserta didik mengisi perilaku hemat energi yang telah dilakukan pada aktivitas “Ayo, Kita Selesaikan”.

## Materi D. Teknologi Tidak Ramah Lingkungan

- a. Untuk memulai pembelajaran materi ini guru dapat mengingatkan kembali jenis-jenis sumber daya alam yang dapat diperbaharui (seperti sinar matahari, angin, aliran air, panas bumi, dan kayu) dan yang tidak dapat diperbaharui (seperti minyak bumi dan batu bara). Selanjutnya guru dapat menceritakan sejarah revolusi industri di Eropa, penggunaan kayu yang terlalu besar sehingga merusak lingkungan. Lalu menjelaskan pula sejarah penemuan minyak bumi dan mesin mobil dengan bahan bakar minyak bumi.
- b. Guru dapat menjelaskan jenis-jenis sumber minyak bumi yaitu *light crude oil* dan *heavy crude oil*, teknologi pengolahannya yaitu kilang minyak serta dampak lingkungan yang disebabkan dari penambangan dan pemakaian minyak tersebut. Guru selanjutnya membimbing peserta didik untuk melakukan diskusi kelompok, untuk mengerjakan “Ayo, Kita Diskusikan”.
- c. Guru dapat menjelaskan proses pembentukan batu bara, penggunaan batu bara di beberapa negara, dan dampak pembakaran batu bara terhadap lingkungan. Pada akhir materi ini guru dapat memberikan pertanyaan pada fitur “Ayo, Kita Pikirkan” untuk dipikirkan oleh peserta didik kemudian mendiskusikannya dengan teman sebangku.
- d. Setelah mempelajari semua pokok bahasan guru mengarahkan peserta didik untuk membaca “Ayo, Kita Renungkan”.

## C. PENILAIAN DAN KISI-KISI PENCAPAIAN KOMPETENSI

### 1. Penilaian

Penilaian untuk mencapai indikator KI 1, KI 2, dan KI 4 dapat diamati selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian guru dapat merujuk pada bagian umum bab 3 penilaian pembelajaran IPA. Penilaian KI 3 dapat dilihat pada

kisi-kisi pencapaian kompetensi.

## 2. Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi

### a. Kegiatan Peserta Didik

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Mengidentifikasi proses, teknologi dan permasalahan lingkungan		✓ (3)	✓ (1,2)	✓ (4,5,7)		✓ (6)
	Membuat alat pemurnian air sederhana				✓ (1,2,3)		✓
Ayo, Kita Selesaikan	Menerapkan perilaku hemat energi			✓			
Ayo, Kita Diskusikan	Prinsip teknologi ramah lingkungan pada bus dan mobil surya		✓ (1,2)	✓ (4)	✓ (3)		
	Pengolahan minyak bumi	✓ (1,2)					
Ayo, Kita Cari Tahu	Mengidentifikasi teknologi ramah lingkungan yang digunakan			✓			
	Dampak pestisida bagi lingkungan						✓
Ayo, Kita Pikirkan	Energi matahari sebagai energi alternatif ramah lingkungan				✓		
	Pengolahan batubara				✓		
Ayo, Kita Kerjakan Proyek	Potensi energi alternatif di lingkungan sekitar	✓ (1)	✓ (2.)	✓ (3)	✓ (4)		

## b. Uji Kompetensi

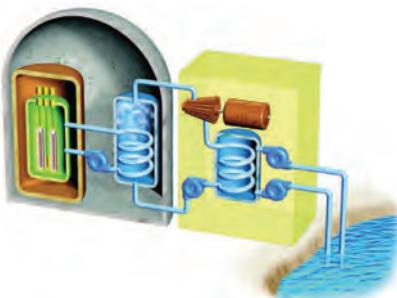
Indikator butir soal	Ranah kognitif/ jumlah soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Membedakan macam sumber energi ramah lingkungan	A1					
Menjelaskan prinsip-prinsip teknologi ramah lingkungan		A5				
Menjelaskan mekanisme kerja alat-alat yang menerapkan teknologi ramah lingkungan	A4	B4				
Menjelaskan mekanisme pengolahan dan perolehan minyak bumi		A2				
Mengidentifikasi bentuk aplikasi teknologi ramah lingkungan pada beberapa bidang	A9, A7	A6				
Menganalisis dampak penerapan teknologi tidak ramah lingkungan				A3		
Menganalisis keuntungan penerapan teknologi ramah lingkungan		B1	A8			
Menggolongan alat transportasi yang menerapkan teknologi ramah lingkungan				A10		
Menentukan penerapan sumber energi yang tepat guna berdasarkan kondisi suatu daerah				B3	B5	
Menjelaskan ide untuk menghemat penggunaan energi						B2

## D. MATERI PENGAYAAN

### Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN)

Tenaga nuklir merupakan sumber energi yang baru dikenal beberapa tahun yang lalu, dan merupakan salah satu sumber utama untuk menghasilkan listrik. Pembangkit listrik tenaga nuklir merupakan sistem yang sangat kompleks dan membutuhkan biaya besar yang didesain untuk melakukan tugas sederhana, yaitu untuk memanaskan air dan menghasilkan uap panas yang akan memutar turbin dan menghasilkan listrik. Kompleks dan mahalnya teknologi ini diakibatkan penggunaan reaksi fisi (pemisahan) nuklir yang terkontrol untuk menghasilkan panas. Reaksi fisi terjadi di reaktor. Reaktor yang paling umum disebut *light-water reactor* (LWR) atau reaktor air ringan, menghasilkan 85% listrik dari nuklir di seluruh dunia.

Bahan bakar untuk reaktor terbuat dari unsur uranium (U) yang ditambang dari lapisan bumi. Setelah ditambang uranium harus diperkaya untuk meningkatkan konsentrasi dari uranium-235 yang dapat melakukan fisi dari 1% menjadi 5%. Uranium yang sudah diperkaya diproses menjadi bentukan-bentukan kecil senyawa uranium dioksida. Setiap butiran kecil dari uranium memiliki ukuran seperti penghapus pensil dan memiliki energi setara dengan sekitar satu ton batu bara. Besarnya jumlah butiran ini dibungkus dalam pipa tertutup yang disebut *fuel rods* atau batang bahan bakar, yang selanjutnya dikelompokkan bersama dalam alat pemasang bahan bakar “*fuel assemblies*”, untuk diletakkan dalam reaktor.



Skema Teknologi pada Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir

Batang pengontrol “*control rods*” dipindahkan masuk dan keluar dari inti reaktor untuk menyerap neutron, sehingga dapat meregulasi laju fusi tenaga yang dihasilkan. Suatu pendingin “*coolant*”, biasanya merupakan air, mengalir melalui inti reaktor untuk memindahkan panas, ini menjaga batang bahan bakar dan komponen reaktor lain meleleh dan melepaskan radioaktivitas yang banyak ke dalam lingkungan. Pada reaktor yang modern terdapat pendingin darurat sebagai cadangan untuk mencegah lelehnya komponen-komponen reaktor. Suatu *containment shell* atau dinding inti reaktor sangatlah tebal yang diperkuat dengan lapisan baja. Ini didesain

untuk menjaga material radioaktif terlepas ke lingkungan. Dinding ini juga menjaga inti reaktor dari ancaman dari luar seperti tornado atau kecelakaan pesawat terbang.

## E. INTERAKSI DENGAN ORANG TUA

Sesuai dengan yang ada di Buku Siswa, ada beberapa hal yang perlu ada interaksi dengan orang tua, yaitu.

- Meminta bantuan kepada orang tua untuk mengantarkan ke kawasan industri apabila kawasan industri terletak cukup jauh dari rumah.

## F. KUNCI JAWABAN UJI KOMPETENSI

### 1. Pilihan Ganda

1. C
2. A
3. B
4. D
5. C
6. B
7. A
8. C
9. C
10. B

### 2. Uraian

1. Biopori dapat menjaga keseimbangan lingkungan, mencegah banjir di musim hujan, menjaga ketersediaan air pada musim kemarau, membantu pencegahan peyebaran penyakit yang disebabkan oleh adanya genangan air, seperti demam berdarah, malaria, dan kaki gajah serta membantu menjaga kesuburan dan kelestaraian organisme tanah.
2. Mematikan lampu yang tidak digunakan, mematikan kendaraaan bermotor jika tidak digunakan,
3. Lebih baik dikembangkan teknologi pengubahan energi angin atau air, karena teknologi ini lebih ramah lingkungan, selain itu cadangan minyak bumi akan semakin habis sehingga di tahun-tahun mendatang kita harus mengembangkan teknologi energi alternatif.
4. Teknik pemurnian air secara sederhana dapat menggunakan saringan yang berlapis-lapis yang terbuat dari beberapa bahan seperti pasir,

- kerikil, batu, arang, ijuk atau sabut kelapa, dan dapat juga ditambah dengan kapas atau kain katun. Air kotor dapat dituangkan ke dalam tabung melalui bagian atas kemudian akan mengalir pada bagian bawah sehingga diperoleh air yang sudah bersih.
5. Potensi energi alternatif yang dapat diterapkan di Indonesia diantaranya adalah dengan memanfaatkan energi matahari, energi listrik tenaga angin, pembangkit listrik tenaga air serta pembangkit listrik tenaga nuklir.

## G. KEGIATAN PROYEK

Rambu-rambu yang perlu diperhatikan guru dalam melakukan proyek.

- Kegiatan proyek dilakukan pada akhir bab, setelah peserta didik memahami konsep teknologi ramah lingkungan dan konsep sumber energi alternatif.
- Peserta didik melakukan kegiatan pengamatan di lingkungan sekitar tempat tinggal peserta didik untuk menemukan berbagai sumber energi alternatif.
- Guru melakukan pembimbingan untuk mengarahkan peserta didik dalam menemukan berbagai sumber alternatif dan menjelaskan berbagai kemanfaatannya.

# Bab 10

# Tanah dan Keberlangsungan Kehidupan

## A. PENGANTAR

Bab 10 buku ini memuat materi tentang tanah dan keberlangsungan kehidupan. Pada bagian pertama bab ini peserta didik akan mempelajari peranan tanah, peran organisme tanah, keterkaitan antara organisme tanah dengan pembentukan tekstur dan struktur tanah. Pada bagian ini juga membahas jenis-jenis tanah berdasarkan teksturnya serta sifat masing-masing jenis tanah. Selanjutnya, pada bagian kedua bab ini peserta didik akan memperlajari tentang proses pembentukan tanah, faktor yang mempengaruhi proses terbentukanya tanah dan komponen penyusun tanah. Kegiatan untuk membelajarkan bab ini diantaranya adalah dengan kegiatan observasi organisme tanah, berdiskusi peran organisme tanah dan proses pembentukan tanah, melakukan praktikum untuk mengidentifikasi jenis tanah dan sifat tanah berdasarkan tekstur tanah, praktikum erosi, praktikum untuk membuktikan keberadaan beberapa komponen tanah serta praktikum mengidentifikasi tingkat kesuburan berdasarkan sifat fisika dan sifat kimia tanah. Kegiatan proyek yang dilakukan adalah dengan menyusun lapisan tanah yang baik untuk tanaman. Kegiatan proyek ini dilakukan sebagai aplikasi pengetahuan peserta didik setelah mengetahui tekstur, jenis, dan sifat tanah.

### 1. Kompetensi Dasar

- 3.11 Memahami pentingnya tanah dan organisme yang hidup dalam tanah untuk keberlanjutan kehidupan melalui pengamatan.
- 4.10 Melakukan penyelidikan tentang fungsi tanah bagi keberlangsungan kehidupan.

### 2. Indikator

Indikator Pencapaian Kompetensi bab 10 tentang tanah dan keberlangsungan kehidupan dikembangkan oleh guru dengan mengacu pada KI dan KD pada Lampiran 1b Permendikbud No 58 tahun 2014. Pada kegiatan pembelajaran di lapangan, guru dapat mengembangkan sendiri Indikator Pencapaian Kompetensi dengan disesuaikan pada kondisi peserta didik masing-masing. Berikut ini dipaparkan contoh Indikator Pencapaian Kompetensi yang dapat dijabarkan dari KD 3.11 dan KD 4.10.

- Mendata organisme yang hidup dipermukaan dan di dalam tanah
- Mengidentifikasi peran tanah bagi kehidupan sehari-hari
- Menjelaskan peran organisme tanah
- Menentukan jenis-jenis tanah berdasarkan tekstur tanah.
- Mengidentifikasi sifat masing-masing jenis tanah
- Menganalisis keterkaitan antara peran organisme tanah dengan struktur dan teksatur tanah.
- Menjelaskan proses pembentukan tanah dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.
- Memprediksi faktor-faktor alam yang menyebabkan hilangnya nutrisi dalam tanah
- Mengidentifikasi komponen-komponen tanah yang berada di daerah sekitar peserta didik.
- Mengidentifikasi tingkat kesuburan tanah berdasarkan sifat fisika dan sifat kimia tanah.
- Merumuskan ide untuk menentukan lapisan tanah yang baik bagi tumbuhan.

### 3. Alokasi Waktu

Pembelajaran dan penilaian Bab 10 tentang Tanah dan Keberlangsungan Kehidupan diperkirakan memerlukan waktu 10 sampai 12 jam atau 4 sampai 5 kali tatap muka (TM) (dengan asumsi 5 JP/minggu diorganisasikan menjadi dua kali TM, yakni 3 JP dan 2 JP).

### 4. Materi Esensial

- a. Tanah berperan penting bagi tumbuhan dan hewan. Tanah menyediakan nutrisi bagi tumbuhan. Tanah merupakan habitat beberapa organisme seperti cacing, serangga, jamur, alga, dan mikroorganisme. Tanah juga merupakan penunjang kesehatan dan penyedia keperluan manusia serta penyedia air di bumi.
- b. Organisme tanah berperan sebagai dekomposer, terlibat dalam reaksi kimia dalam tanah, menguraikan polutan dalam tanah, mencegah tanah berpenyakit, mempengaruhi tekstur, dan struktur tanah.
- c. Berdasarkan teksturnya tanah diklasifikasikan menjadi kelompok utama yaitu tanah liat, tanah lempung, dan tanah pasir.
- d. Tanah merupakan campuran dari batuan yang telah lapuk, penguraian bahan organik, mineral, air, dan udara. Pelapukan tanah dipengaruhi oleh faktor biologis, kimia, dan fisika. Faktor lain yang mempengaruhi pembentukan tanah adalah tipe batuan, topografi atau relief tanah suatu daerah, dan waktu.

- e. Secara horizontal tanah tampak memiliki lapisan-lapisan. Lapisan tanah disebut juga horizon tanah. Lapisan tanah terdiri atas 3 lapisan horizon A (*topsoil*), horizon B (*subsoil*), horizon C. Lapisan yang paling subur adalah horizon A. Proses pembentukan lapisan tanah dipengaruhi oleh iklim, suhu, topografi tanah, relief, dan kontur tanah.
- f. Faktor alam yang dapat mempengaruhi hilangnya nutrisi dalam tanah hujan, banjir, dan erosi tanah.
- g. Komponen tanah terdiri atas batuan, udara, humus, air, mineral, dan komponen organik.
- h. Kesuburan tanah dipengaruhi oleh kandungan mineral tanah, sifat fisika, dan sifat kimia tanah. Sifat fisika tanah yang dapat diamati untuk menentukan kesuburan tanah adalah warna tanah sedangkan sifat kimia tanah salah satunya adalah pH tanah.

## B. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Pada pembelajaran Bab 10 tentang Tanah dan Keberlangsungan Kehidupan guru dapat menerapkan pembelajaran *Group Investigation (GI)*, *Discovery Learning*, *Creative Problem Solving (CPS)*, yang prosesnya berbasis *scientific approach*.

### Materi Bagian A. Peran Tanah Bagi Kehidupan dan Organisme Tanah bagi Keberlangsungan Kehidupan

#### 1. Membelajarkan Peranan Tanah

- a. Guru mengawali pembelajaran dengan menggali pengetahuan peserta siswa tentang apa manfaat tanah berdasarkan pengamatan pada kehidupan sehari-hari peserta didik. Misalnya tanah bermanfaat bagi tumbuhan sebagai tempat hidupnya, kemudian tanah bisa dimanfaatkan manusia untuk membuat batubata, bahan keramik, dan sebagainya. Berdasarkan beberapa manfaat tanah yang disebutkan peserta didik guru mengarahkan betapa pentingnya tanah bagi kehidupan kita. Selanjutnya guru dapat mengarahkan peserta didik untuk bersyukur kepada Tuhan karena telah menciptakan bumi beserta isinya yang terdiri atas 30% daratan. Luas daratan yang lebih kecil dibandingkan luas lautan tersebut sangat bermanfaat bagi makhluk hidup.
- b. Selanjutnya guru mengarahkan siswa untuk berkelompok dan melakukan kegiatan pengamatan di halaman sekolah (Aktivitas 10.1 Tanah dan Kehidupan). Hal yang perlu dipersiapkan guru adalah cetok atau alat lain yang dapat digunakan untuk mencungkil tanah dan alkohol. Alat dan bahan lain bisa dikondisikan dengan peserta didik.

- c. Guru menugaskan pada peserta didik untuk melakukan pengamatan pada keesokan harinya. Selama kegiatan pengamatan guru diharapkan melakukan penilaian terhadap kinerja peserta didik dan sikap gotong royong.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

#### Aktivitas 10.1 Peran Tanah bagi kehidupan

##### Contoh Data Hasil Pengamatan

No	MakhlukHidup yang ditemukan di permukaan Tanah	MakhlukHidup yang ditemukan di dalam Tanah
	Rumput	Lipan
	Semut	Semut
	Kepik	Cacing
	Ulat	Serangga kecil
	Dsb.	Dsb.

##### Jawaban:

1. Hewan yang ditemukan: semut, ulat kepik, cacing, serangga kecil, lipan, kaki seribu, dsb.
  2. Tumbuhan yang ditemukan: rumput, bunga liar, dsb.
  3. Kesimpulan: Tanah merupakan tempat hidup berbagai organisme termasuk tumbuhan dan hewan yang dapat menunjang kehidupan di bumi.
- d. Setelah mendata makhluk hidup yang ada di permukaan dan di dalam tanah, Guru menekankan pada peserta didik kesimpulan bahwa tanah berfungsi sebagai tempat tinggal makhluk hidup.
- e. Guru mengajak peserta didik berpikir apa yang disediakan tanah sehingga tanah berperan sebagai tempat tinggal hewan dan tumbuhan. Guru juga mengarahkan siswa untuk menjawab pertanyaan pada fitur “Ayo, Kita Pikirkan”.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Pikirkan!

**Pertanyaan:** Bagaimanakah nutrisi bagi tanaman dapat berada di tanah?

**Alternatif Jawaban:** Nutrisi berupa mineral dalam tanah diperoleh dari pelapukan batuan, zat hara diperoleh dari pelapukan materi organik oleh organisme tanah.

- f. Guru mengarahkan peserta didik berdiskusi lebih lanjut untuk menyebutkan peran tanah selain sebagai habitat makhluk hidup. Agar memudahkan peserta didik berpikir guru memberikan pertanyaan-pertanyaan reflektif seperti ‘bagaimanakah jika tidak ada tanah kemungkinan apa yang akan terjadi?’, ‘bagaimanakah kita sebagai manusia memenuhi kebutuhan tempat tinggal, air dan sumber makanan apabila tidak ada tanah atau lahan?’
- g. Guru memberikan pertanyaan-pertanyaan reflektif yang mendorong peserta didik untuk mensyukuri anugerah Tuhan YME yang telah menciptakan tanah beserta makhluk hidup di dalamnya yang menunjang keseimbangan kehidupan di bumi. Guru juga dapat mengarahkan peserta didik untuk bersyukur kepada Tuhan YME, karena tanah dapat dimanfaatkan manusia untuk berbagai hal. Guru diharapkan dapat menilai sikap spiritual peserta didik. Guru dapat mengetahui sikap siswa dengan observasi atau meminta peserta didik menuliskan ungkapan rasa syukurnya pada laporan pengamatan.

## 2. Membelajarkan Peran Organisme Tanah

- a. Guru mengingatkan peserta didik tentang hewan yang telah ditemukan peserta didik didalam tanah pada kegiatan sebelumnya (Aktivitas 10.1). Guru mengarahkan peserta didik untuk berpikir apa sebenarnya peran hewan-hewan tersebut?, guru juga dapat memberikan pertanyaan seperti; ‘pernahkah kalian berpikir hilang kemanakah sampah-sampah kita buang ke dalam tanah? Siapakah yang menguraikan sampah-sampah kita di dalam tanah?’. Guru mengarahkan peserta didik berpikir bahwa salah satu peran organisme adalah dekomposer.
- b. Guru membimbing peserta didik untuk diskusi secara klasikal tentang peran organisme tanah yang lainnya. Guru memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk menunjukkan sikap percaya diri ketika peserta

didik bertanya atau mengungkapkan pendapat.

- c. Guru mengarahkan peserta didik untuk belajar tentang tekstur tanah. Guru mengajak peserta didik untuk berpikir keterkaitan antara organisme tanah dalam membantu menentukan tekstur tanah.
- d. Guru mengelompokkan peserta didik untuk mengerjakan Aktivitas 10.2 Menentukan Tekstur Tanah. Selama kegiatan pengamatan guru diharapkan melakukan penilaian terhadap kinerja praktik peserta didik. Bahan tanah dapat disediakan guru atau pada pertemuan sebelumnya sudah menugaskan peserta didik untuk membawa berbagai macam tanah. Pada kegiatan ini, identifikasi jenis tanah didasarkan pada 3 jenis yaitu; Tanah Liat, Tanah Lempung Liat dan Tanah Lempung. Kemudian dapat ditambah dengan keterangan berdebu atau berpasir setelah tanah dirasakan permukaannya.



#### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

#### Aktivitas 10.2 Menentukan Tekstur Tanah

##### Contoh:

1. Tanah dapat dibentuk menjadi pita panjang tetapi mudah patah. Maka disebut tanah liat lempung
2. Setelah dirasakan, sedikit halus maka ditambahkan keterangan berdebu sehingga kesimpulannya jenis tanah tersebut adalah tanah lempung liat berdebu.

##### Catatan yang perlu diperhatikan guru:

- Ukuran yang tertera pada segitiga identifikasi seperti pasir: 0,5 mm – 2,0 mm, debu 0,002 mm – 0,5 mm dan liat kurang dari 0,002 mm, menunjukkan ukuran partikelnya bukan menunjukkan panjang pita atau tebal pita. Ukuran tersebut hanya bersifat informatif agar peserta didik tahu perbedaan ukuran setiap jenis tanah.
- Guru juga harus memahami perbedaan antara tanah liat dan tanah lempung, karena sering kali tanah liat disebut juga tanah lempung. Dalam bahasa Inggris tanah liat disebut *clay* sedangkan tanah lempung disebut *loam*. Tanah liat merupakan tanah yang tidak banyak campuran pasir dan batuan kecil, berwarna lebih terang dibandingkan lempung. Sedangkan tanah lempung adalah tanah yang terdiri atas campuran pasir, tanah liat, dan bebatuan.

### Kesimpulan kegiatan:

1. Peserta didik memahami pengertian tekstur tanah. Tekstur tanah merupakan besar kecilnya ukuran partikel yang menyusun tanah.
  2. Peserta didik dapat membedakan jenis-jenis tanah.
    - Tanah pasir: partikel tanahnya kasar dan berukuran cukup besar, tidak dapat dibentuk menjadi pita, warna abu-abu sampai hitam
    - Tanah lempung: dapat dibentuk menjadi pita, warna coklat- hitam, tekstur terasa halus tetapi agak kasar karena biasanya terdapat pasir atau kerikil.
    - Tanah liat: dapat dibentuk menjadi pita yang tipis dan panjang, warna coklat atau lebih terang dibandingkan tanah lempung, tekstur halus.
  3. Ciri yang dapat membedakan jenis tanah adalah tekstur atau besar kecilnya partikel penyusun dan warna tanah.
- e. Selanjutnya guru mengarahkan peserta didik untuk melakukan Aktivitas 10.3 Mengetahui Sifat Tanah.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

#### Aktivitas 10.3 Mengetahui Sifat Tanah

**Tabel 10.2 Hasil Pengamatan**

Jenis Tanah	Volume air awal	Volume air yang tertampung
Lempung	100 mL	50 mL
Pasir	100 mL	80 mL

#### Pertanyaan:

1. Jenis tanah manakah yang paling sedikit menampung air? Mengapa demikian?  
Jawaban: Tanah pasir. Karena tanah pasir memiliki ukuran partikel lebih bedar dan pori-pori antar partikel yang longar sehingga mudah dilewati oleh air sehingga air tidak tersimpan pada tanah pasir. Oleh karenanya volume cairan yang tertampung dibotol lebih banyak (80 mL)

2. Janis tanah manakah yang paling banyak menampung air? Mengapa demikian?

Jawaban: Tanah lempung. Karena tanah lempung memiliki ukuran partikel kecil dan tampak padat. Sehingga air akan sulit melewati tanah lempung. Namun, jika telah berada diantara partikel tanah lempung air akan tersimpan/tertahan. Oleh karenanya volume air yang tertampung di botol lebih sedikit (50 mL).

3. Berdasarkan percobaanmu tuliskan bagaimakah sifat masing-masing tanah!

- Tanah lempung: ukuran partikelnya kecil, padat, berwarna gelap, sulit ditembus air, mampu menahan air
- Tanah pasir: ukuran partikelnya besar, berpori, mudah ditembus air, tidak bisa menahan air dalam waktu yang lama.

- f. Selanjutnya guru membimbing peserta didik untuk menjawab pertanyaan pada fitur “Ayo, Kita Pikirkan”.
- g. Guru juga meminta peserta didik untuk mendiskusikan pertanyaan pada fitur “Ayo, Kita Diskusikan”. guru dapat memberikan tugas individu untuk menyelesaikan “Ayo, Kita Diskusikan”



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Pikirkan!

**Pertanyaan:** Menurut pendapatmu apakah kemampuan tanah dalam menyimpan air juga menunjukkan kemampuannya dalam menyimpan nutrisi dalam tanah?

**Alternatif Jawaban:** kemampuan tanah menyimpan air juga dapat dijadikan indikator kemampuan tanah menyimpan nutrisi dalam tanah. Tanah yang memiliki partikel besar seperti tanah pasir cenderung tidak dapat menyimpan nutrisi tanahnya karena nutrisi akan mudah terlarut dan tergerus oleh air. Contoh yang dapat dilihat adalah di padang pasir, tumbuhan yang hidup di daerah tersebut tidak banyak variasi, hanya tumbuhan dengan karakteristik tertentu seperti kaktus, atau rumput yang mampu bertahan karena keterbatasan nutrisi dalam tanah.

## **Materi B. Proses Pembentukan Tanah dan Komponen Penyusun Tanah**

### **1. Membelajarkan Proses Pembentukan Tanah**

- a. Guru mengarahkan peserta didik untuk berpikir bahwa lempengan bumi terdiri atas lapisan tanah yang tebal, guru bertanya kepada peserta didik berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk membentuk lapisan tanah yang tebal tersebut? Guru juga mengarahkan peserta didik untuk berpikir bahwa pelapukan batuan atau materi organik membutuhkan waktu yang lama sehingga terbentuknya tanah juga membutuhkan waktu yang lama.
- b. Guru membimbing peserta didik melalui pertanyaan “apa saja yang mempengaruhi proses pelapukan batuan?”. Peserta didik diharapkan memberikan beberapa alternatif jawaban seperti suhu, waktu, curah hujan, iklim, adanya organisme tanah, jenis batuan, topografi tanah, dsb. Berdasarkan jawaban peserta didik tersebut guru bersama siswa menggolongkan manakah yang termasuk faktor fisik, biologi, dan kimia yang mempengaruhi pembentukan tanah.
- c. Guru mengarahkan peserta didik untuk berpikir tentang bahwa tanah terdiri atas lapisan-lapisan atau horizon tanah. Guru membimbing peserta didik untuk berdiskusi secara klasikal bagaimana karakteristik masing-masing lapisan tanah. Guru mengarahkan peserta didik untuk berpikir tentang kandungan nutrisi yang banyak terkandung di lapisan tanah atas. Guru memberikan pertanyaan bagaimanakah cara kita menjaga agar zat hara di lapisan tanah atas tetap terjaga? Guru juga mengarahkan peserta didik untuk berpikir adanya faktor alam yang dapat menyebabkan hilangnya nutrisi di permukaan tanah seperti erosi, banjir atau curah hujan yang tinggi.
- d. Selanjutnya guru mengarahkan siswa untuk melakukan Aktivitas 10.4 Erosi. Selama kegiatan praktikum guru diharapkan melakukan penilaian kerja praktik.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

#### Aktivitas 10.4 Peran Tumbuhan dalam Mencegah Erosi

**Tabel 10.4** Hasil Pengamatan Kondisi air

Keterangan	Volume air yang tertampung	Kondisi air
Botol 1 (terdapat tumbuhan)	Lebih sedikit dibandingkan botol 2	Sedikit keruh
Botol 2 (tidak terdapat tubuhan)	Lebih banyak	Sangat keruh (cenderung hitam)

1. Botol yang terdapat tumbuhannya lebih jernih dibandingkan dengan botol yang tidak ada tumbuhannya. Karena tanah yang terdapat tumbuhannya dapat tertahan oleh akar-akar tumbuhan sehingga tidak dapat dengan mudah tergerus air yang mengalir.
  2. Botol yang menahan air lebih banyak adalah botol 1, karena ada akar tanaman yang membantu menahan air.
  3. Kesimpulan:
    - Erosi terjadi pada lahan gundul (botol 2) karena pada lahan yang gundul tidak ada yang menahan air sehingga air yang tertampung lebih banyak dan berwarna hitam karena tanah ikut terbawa aliran air.
    - Pada botol 1, tumbuhan berperan untuk menjaga agar tanah tidak terbawa aliran air. Akar-akar tumbuhan menahan tanah dan menjaga agar nutrisi dipermukaan tanah tidak hilang.
- e. Selama membahas hasil percobaan erosi, guru juga mengarahkan peserta didik untuk memahami konsep erosi yang terdapat pada fitur “Ayo, Kita Pahami”. Guru juga dapat memberikan pertanyaan tentang bagaimana upaya menjaga agar tanah tidak kehilangan nutrisi karena faktor alam? Peserta didik diberikan kesempatan untuk mengemukakan alternatif jawaban beserta alasannya secara lisan atau tulisan.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Tanah yang ada di permukaan bumi semua terdapat organisme tanah. Sebagai contoh Nematoda, merupakan hewan serupa cacing gilig dapat hidup secara luas bahkan di daerah gurun maupun Antartika. Nematoda yang hidup bebas di dalam tanah dan memakan bakteri atau jamur, atau hewan-hewan yang lebih kecil akan sangat membantu mempercepat pergantian materi organik kemudian melepaskan senyawa-senyawa karbon dan nitrogen ke tanah.

Organisme tanah dapat punah apabila habitatnya terganggu. Tanah yang kandungan nutrisinya terus berkurang dapat menyebabkan organisme tanah punah. Kondisi tanah yang terlalu kering, terlalu basah, dan terlalu padat akan menyebabkan organisme tanah punah. pH tanah yang terlalu tinggi juga menyebabkan kepunahan.

Cara yang dapat dilakukan untuk menjaga kelestarian organisme tanah adalah sebagai berikut.

- Menyediakan nutrisi yang cukup
- Sumber makanan yang utama organisme tanah adalah: kompos, bahan tanaman yang mati, tanaman pupuk hijau, kotoran dan bangkai hewan.
- Menyediakan habitat yang sesuai.
- Organisme tanah membutuhkan habitat yang baik untuk hidup. Sebagian organisme tanah hidup di lapisan bahan organik di permukaan tanah. Sebagian lagi hidup di tempat yang mereka buat sendiri seperti lubang-lubang dan saluran-saluran. Ada juga organisme tanah yang hidup di dalam pori-pori yang terbentuk secara alami oleh struktur tanah. Beberapa jenis jasad renik hidup dekat akar tanah karena mereka dapat memakan cairan eksudasi akar. Jika tanah terbuka dan memadat, habitat untuk tempat hidup organisme tanah menjadi sangat kurang.
- Menyediakan air dan udara yang cukup
- Organisme tanah membutuhkan air dan udara. Tanah dengan struktur yang baik memiliki aerasi yang baik dan menyimpan air yang cukup untuk memenuhi kebutuhan organisme tanah. Pada tanah yang kering, banyak jasad renik yang menjalani masa hibernasi dan aktif kembali ketika hujan turun.

- f. Guru menugaskan peserta didik untuk mengerjakan “Ayo, Cari Tahu”. Guru dapat memberikan tugas individu untuk menyelesaikan “Ayo, Kita Cari Tahu”.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Diskusikan

Upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga kelestarian tanah adalah:

- Reboisasi
- Pengolahan tanah dengan meminimalkan penggunaan bahan kimia
- Pengolahan tanah sesuai jenis tanah
- Mengurangi penggunaan bahan-bahan yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme (nonbiodegradable).
- Menjaga kualitas dan kuantitas air tanah
- Membuat terasering, yaitu menanam tanaman dengan sistem berteras-teras sehingga mengurangi terjadinya erosi

- g. Guru dapat memberikan penugasan secara individu pada peserta didik untuk menyelesaikan “Ayo Diskusikan” dan “Ayo Cari Tahu”. Guru melakukan penilaian untuk sikap tanggung jawab. Hal yang perlu diperhatikan guru ketika menugaskan peserta didik adalah kejelasan sumber jawaban peserta siswa. Guru meminta peserta didik untuk menuliskan sumber jawabannya, sumber tidak harus berupa halaman *website*, atau buku bacaan. Hasil wawancara dengan orang tua atau diskusi dengan orang lain pun dapat dijadikan sebagai sumber.

## 2. Membelajarkan Komponen-komponen Tanah

- a. Setelah memahami pentingnya tanah bagi kehidupan guru mengarahkan peserta didik untuk mengidentifikasi komponen-komponen tanah melalui Aktivitas 10.5 Mengidentifikasi Komponen penyusun tanah.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

#### Aktivitas 10.5 Mengidentifikasi Komponen Penyusun Tanah

1. Komponen tanah yang ditemukan: batuan, tanah, air, rongga udara, makhluk hidup (organisme tanah), dan rumput/tumbuhan. Apabila beberapa komponen tanah seperti air atau udara sulit teramatinya maka guru mengarahkan peserta didik untuk melakukan kegiatan penyelidikan lebih lanjut. Guru dapat menggali kreativitas peserta didik untuk membuktikan adanya udara dalam tanah. Adanya udara dalam tanah dapat dibuktikan secara sederhana yakni dengan memasukkan bongkahan tanah ke dalam air, adanya udara ditunjukkan dengan munculnya gelembung-gelembung udara dalam air.
  2. Apabila terdapat batuan, daun yang lapuk tanah biasanya diperoleh dari kebun yang cukup banyak terdapat tumbuhannya, atau bisa berasal dari tanah di sekitar sawah.
  3. Tempat pengambilan tanah mempengaruhi komponen yang terdapat di dalamnya karena setiap tempat memiliki karakteristik makhluk hidup yang berada di atas atau di dalamnya yang berbeda. Keberadaan makhluk hidup di dalam tanah sesuai dengan jenis tanah pada kawasan tersebut, karena jenis tanah dapat mendukung keberadaan makhluk hidup di dalamnya.
  4. Kesimpulan: komponen tanah terdiri atas batuan, udara, air, dan makhluk hidup.
- 
- b. Guru mengarahkan peserta didik untuk melakukan kegiatan investigasi untuk membuktikan adanya air di dalam tanah.
  - c. Pemahaman lebih mendalam tentang komponen tanah dapat ditunjang dengan Aktivitas 10.6 Mengidentifikasi keberadaan air dalam tanah.



## Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

### Aktivitas 10.6 Mengetahui Kandungan Air pada Tanah

Plastik yang berisi air akan tampak adanya uap air. Plastik berisi air ini digunakan sebagai alat untuk menunjukkan bahwa adanya air dapat dilihat dari terbentuknya uap air pada plastik. Dengan demikian peserta didik dapat membandingkan dengan plastik yang berisi tanah. Apabila tanah mengandung air maka akan terbentuk uap air.

- Plastik berisi tanah kebun: terdapat uap air.
- Plastik berisi pasir: terdapat uap air.
- Jika dibandingkan antara keduanya maka uap air yang terdapat pada pasir lebih sedikit dibandingkan tanah kebun.

#### Kesimpulan:

Pada tanah terdapat air hal tersebut dibuktikan dengan terbentuknya uap air.

- Guru selanjutnya dapat mengaitkan banyak sedikitnya uap air yang terbentuk dengan sifat masing-masing jenis tanah. Contoh: Tanah pasir lebih sedikit uap airnya dibandingkan tanah kebun. Hal tersebut menunjukkan bahwa sifat tanah pasir yang poros sehingga kemampuan pasir menjerap air kurang.

- d. Guru mengarahkan peserta didik untuk memahami bahwa di dalam tanah juga terdapat mineral-mineral yang dapat menunjang nutrisi untuk tumbuhan atau mikroorganisme di dalam tanah. Guru juga dapat mengingatkan pengetahuan peserta didik tentang pembantuan tanah yang berasal dari pelapukan bantuan dan kerak bumi sehingga di dalam tanah terdapat mineral.
- e. Selanjutnya guru dapat mengarahkan peserta didik untuk mengetahui keterkaitan kandungan mineral tanah dengan tingkat kesuburan tanah.
- f. Guru memberikan pertanyaan untuk mendorong peserta didik melakukan kegiatan investigasi sederhana tentang cara mengetahui kesuburan tanah. "Bagimanakah cara kita mengetahui tingkat kesuburan tanah dengan mudah?", selanjutnya guru mengarahkan peserta

didik melakukan Aktivitas 10.7 Mengidentifikasi Tingkat Kesuburan Tanah. Bahan yang dapat disediakan guru adalah kertas laksus atau pH universal, apabila tidak tersedia guru dapat menggunakan kunyit sebagai indikator alami. Bahan lain dapat disediakan oleh peserta didik.



### Alternatif Jawaban: Ayo, Kita Lakukan

#### Aktivitas 10.7 Mengidentifikasi Tingkat Kesuburan Tanah

##### Contoh:

Jenis tanah	Kertas Laksus	Kunyit	Indikator universal	Kesimpulan pH tanah
Tempat A	Laksus biru → berubah menjadi merah	Warna kuning memudar	Nilai pH 5	Asam
Tempat B	Laksus biru → tidak terjadi perubahan warna	Warna kuning tidak memudar	pH 7	Netral

1. Tanah daerah A: pH 5 → tanah asam, Tanah daerah B: pH 7 → tanah normal
2. Daerah A: coklat              Daerah B: warna hitam
3. pH normal dan warna tanah hitam menunjukkan bahwa tanah tersebut subur.
4. Tanah di daerah A bersifat asam dan kurang subur, tanah B subur.

## C. PENILAIAN DAN KISI-KISI PENCAPAIAN KOMPETENSI

### 1. Penilaian

Penilaian untuk mencapai indikator KI 1, KI 2, dan KI 4 dapat diamati selama pembelajaran berlangsung melalui berbagai aktivitas. Berkaitan dengan instrumen penilaian guru dapat merujuk pada Bagian Umum Bab 3. Penilaian Pembelajaran IPA. Penilaian KI 3 dapat dilihat pada kisi-kisi Pencapaian Kompetensi.

### Materi A

#### 1. Membelajarkan Peran Tanah

Penilaian: Untuk pencapaian indikator KI 1, 2 dan 4

1. Penilaian KI-1 sikap spiritual (Lihat bagian penilaian)
2. Penilaian KI-2 sikap gotong royong (Lihat bagian penilaian)
3. Penilaian KI-4 kinerja peserta didik (Lihat bagian penilaian)

#### 2. Membelajarkan Peran Organisme Tanah

Penilaian: untuk pencapaian KI 1, 2, dan 4

- a. Penilaian sikap percaya diri (Lihat bagian penilaian)
- b. Penilaian kinerja praktik (Lihat pedoman bagian penilaian)

### Materi B

#### 1. Membelajarkan Proses Pembentukan Tanah

Penilaian: Untuk pencapaian indikator KI 1, 2 dan 4

- a. Penilaian kinerja praktik. Lihat pedoman bagian penilaian
- b. Penilaian sikap tanggung jawab. Lihat pedoman bagian penilaian

#### 2. Membelajarkan Komponen Tanah

Penilaian: Untuk pencapaian indikator KI 2 dan 4

- a. Penilaian kinerja praktik
- b. Penilaian proyek dengan penilaian kerja praktik dan sikap tanggung jawab.

## 2. Kisi-Kisi Pencapaian Kompetensi

### a. Kegiatan Siswa

Fitur	Materi	Ranah Kognitif					
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
Ayo, Kita Lakukan	Tanah bagi kehidupan			✓	✓		
	Menentukan tekstur tanah			✓			
	Mengetahui sifat tanah		✓		✓		
	Erosi				✓		
	Mengidentifikasi komponen penyusun tanah				✓		
	Mengidentifikasi keberadaan air pada tanah				✓		
	Mengidentifikasi tingkat kesuburan tanah			✓	✓	✓	
Ayo, Kita Selesaikan	Sifat tanah			✓			
Ayo, Kita Diskusikan	Organisme tanah		✓		✓		
Ayo Kita Cari Tahu	Peranan tanah		✓				
Ayo, Kita Pikirkan	Nutrisi dalam tanah		✓				
Ayo, Kita Kerjakan Proyek	Lapisan tanah					✓	✓

### b. Uji Kompetensi

Indikator Butir soal	Ranah Kognitif/Jumlah Soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Mengidentifikasi peran organisme tanah.	A1					
Menyebutkan sifat masing-masing jenis tanah.	A9		A2			

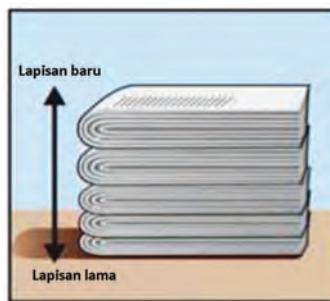
Indikator Butir soal	Ranah Kognitif/Jumlah Soal					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Mengidentifikasi keterkaitan antara jenis tanah dengan organisme tanah yang tinggal di dalamnya.		B5				
Menjelaskan faktor-faktor yang menyebabkan hilangnya nutrisi tanah.		A7	A10		A5	
Menganalisis manfaat terasiring sebagai salah satu cara mengurangi hilangnya nutrisi dalam tanah.	A6		B3			
Mengidentifikasi lapisan-lapisan tanah dan karakteristiknya.	A4	B1				
Menganalisis keterkaitan antara karakteristik tanah dengan pembentukan lapisan tanah.				A3		
Menganalisis faktor biologi, kimia, dan fisika yang mempengaruhi pelapukan.				A7		
Menyebutkan kandungan ion dalam tanah yang dibutuhkan tumbuhan.		A8		B4		

## D. MATERI PENGAYAAN

Proses pembentukan lapisan tanah dipengaruhi oleh iklim, suhu, topografi tanah, relief, dan kontur tanah. Aliran air, curah hujan, dan pergerakan lempeng bumi akan mempengaruhi kontur tanah dan lapisan-lapisan tanah. Selama berjuta tahun siklus global seperti siklus hidrologi, siklus materi akan terkait satu sama lain dalam menentukan lapisan-lapisan tanah.

Ada beberapa kemungkinan teori tentang terbentuknya lapisan tanah yaitu secara superposisi, horizontal, dan lateral.

- Superposisi, merupakan pembentukan lapisan tanah dimana lapisan bawah merupakan batuan yang terbentuk lebih tua dibandingkan dengan lapisan atasnya karena lapisan bawah terbentuk terlebih dahulu.



Sumber: Hughes, 2007

Gambar Ilustrasi terjadinya superposisi. Tampak seperti tumpukan koran, semakin ke atas merupakan lapisan baru

- Horizontal, merupakan pembentukan lapisan tanah akibat partikel sedimen mengendap di dasar perairan karena gaya gravitasi. Seiring dengan waktu lapisan horizontal ini kemudian dapat menjadi lapisan batuan. Terkadang lapisan batuan juga ditemukan dalam posisi vertikal. Hal tersebut terjadi karena pergerakan bumi sehingga secara perlahan merubah posisi horizontal menjadi vertikal.



Sumber: Hughes, 2007

Gambar Ilustrasi terjadinya lapisan tanah secara horizontal

- Lateral, merupakan teori yang menyatakan bahwa lapisan tanah terjadi ketika lapisan sedimen terbentuk semuanya meluas ke segala arah secara horizontal. Kemudian, terjadi pemisahan yang bisa disebabkan oleh erosi atau gempa bumi sehingga terbentuk lapisan tanah secara lateral.



*Sumber: Hughes, 2007*

Gambar Ilustrasi terjadinya lapisan tanah secara lateral

## E. INTERAKSI DENGAN ORANG TUA

- ✓ Bertanya kepada orang tua tentang beberapa jenis tanah di sekitar lingkungan rumah
- ✓ Meminta bantuan orang tua jika kesulitan mendapatkan tanah dari berbagai tempat.

## F. KUNCI JAWABAN UJI KOMPETENSI

### 1. Pilihan Ganda

1. B
2. D
3. C
4. A
5. D
6. D
7. B
8. B
9. A
10. C

## 2. Uraian

11. Botol A karena susunannya tepat, lapisan teratas merupakan lapisan lempung yang terdiri dari campuran tanah liat, pasir, dan bebatuan sehingga aerasi cukup baik untuk akar tumbuhan. Tanah lempung juga merupakan tanah yang mampu menahan air dan nutrisi yang cukup untuk tumbuhan. Lapisan kedua merupakan tanah pasir, yang memiliki ukuran partikel besar sehingga dapat menyediakan udara yang cukup untuk akar tanaman dan menjaga agar akar tidak membusuk. Lapisan terakhir adalah tanah liat yang memiliki sifat padat, sulit ditembus air sehingga keberadaan air dalam botol bisa terjaga dalam waktu yang cukup lama.

Pada botol B, lapisan teratas adalah tanah liat dengan karakteristik tanah liat yang sulit ditembus air maka aerasi untuk akar tanaman kurang baik sehingga memungkinkan akar tanaman busuk.

12. Tanah yang paling cepat mengendap adalah tanah pada Tabung A. Tanah pasir memiliki ukuran partikel yang besar sehingga lebih cepat mengendap.
13. Keuntungan terasiring: mengurangi laju aliran air sehingga air dapat tertahan dan meresap di dalam tanah, dapat mengurangi hilangnya tanah dari permukaan, mengurangi hilangnya nutrisi tanah akibat hujan atau erosi.
14. Nitrat merupakan salah satu unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Daerah yang banyak terdapat tumbuhannya lebih sedikit mengandung nitrat karena dengan banyak tumbuhan maka nitrat dalam tanah bertambah sedikit karena nitrat diserap tumbuhan sebagai nutrisi untuk menunjang kehidupanya.
15. Semakin dalam tanah maka semakin sedikit ditemukan organisme karena lapisan tanah terdalam terdiri dari batuan.

## F. PROYEK

Rambu-rambu yang perlu diperhatikan guru dalam melakukan proyek.

- Waktu untuk mulai pada pertengahan bab, setelah siswa memahami konsep struktur dan tekstur tanah.
- Waktu yang dibutuhkan untuk pengamatan adalah 2 minggu
- Guru lebih baik menentukan jenis tumbuhan yang sama untuk satu kelas. Agar hasil proyek satu kelas lebih valid karena tidak ada faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman selain lapisan tanah yang disusun siswa.

# Daftar Rujukan

- Ausubel, D. 2000. *Meaningful Verbal Learning & Subsumption Theory: Theory of Learning in Educational Psychology.* (Online)(<http://www.lifecicles-inc.com/Learningtheoryconstructivism.html>), diakses 9 Agustus 2015
- Bybee, R.W. 2006. *Science and Technology Education for the Elementary Years: Framework for Curriculum and Instruction.* Washington, D.C.: The Nationan Center for Improving Instruction.
- Budiningsih, C.A. 2005. *Belajar dan Pembelajaran.* Jakarta: Rhineka Cipta
- Cassalia, Anna. 2010. *Creative Problem Solving Embedded into Curriculum.* (Online), (<http://www.nagc.org>), diakses 21 Oktober 2012.
- Cherry, K. 2011. *What is Problem Solving.* (Online)(<http://www.psycholgy.about.com>), diakses 9 Agustus 2015
- Dahar, R, W,& Liliyansari. 1986, *Buku Materi Pokok: Interaksi Belajar Mengajar.* Jakarta: Depdikbud.
- Depdiknas. 2006. *Pembelajaran Aktif Kreatif dan Menyenangkan.* Jakarta: Depdiknas
- Fink, I.D. 1999. *Active Learning.* Tokyo: The University of Oklahoma Instructional Development Program
- Fogarty, R. 1991. *The Mindfull School: How ti Integrate the Curricula.* Palatine III, Skylight Publishing, Inc.
- Harrison, C. and Harlen, W. 2006. 'Children's self- and peer-assessment.' In: Harlen, W. (Ed) *ASE Guide to Primary Science Education.* Hatfield: Association for Science Education.
- Hwang, W. Y., Chen, N.S, Dung, J.J& Yang, Y.L. 2007. Multiple Representation Skills and Creativity Effect on Problem Solving using a Multimedia Whiteboard System. *International Forum of Educational Technology & Society JoUrnal.* ISSN 1435-4522
- Joyce, W., & Weil, M. (with Calhoun, E). 2000. *Models of Teaching. Sixth Edition.* Boston: Allyn Bacon, A Pearson Education Company Slavin (2010
- Kemendikbud, 2013. *Pergeseran Paradigma Belajar Abad 21.* Jakarta : Kemendikbud Forgaty (1991

- Lindsay, C. and Clarke, S. 2001. 'Enhancing primary science through self-and paired-assessment', *Primary Science Review*, 68, 15–18.
- McGregor, D. 2001. *Developing Thinking Developing Learning*. Poland: Open University Press Mann, 2005
- McIntosh, R., Jarret, D. & Peixono, K.. 2000. *Teaching Mathematical problem Solving:Implementing The Visions*. (Online)(<http://www.nwrel.org.>), diakses 9 Agustus 2015
- Nakin, J.B.N. 2003. *Creativity and Divergent Thinking in Education*. Disertasi University of South Africa. (Online)(<http://www.etd.unisa.ac.za>), diakses 15 Agustus 2015
- Nurhadi. 2004. *Pembelajaran Kontekstual dan Penerapannya dalam KBK*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Pencapaian Kompetensi Peserta Didik Sekolah Menengah Pertama*. Peraturan Menteri Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia
- Poedjiadi, A. 2005. *Pembelajaran Kontekstual*. Bandung: Rosdakarya
- Prince, M 2004, Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*. 93 (3) 223-231.
- Reif, F, 1995. Millikan Lecture 1994: Understanding and Teaching Important Scientific Thought Processes, *American Journal of Physics*, 63 (1), p, 17-32,
- Santrock, John W. 2005. *Educational Phsyiology 5th ed*.New York: Mc Graw Hill.
- Slavin, R. E. 1995. *Cooperative Learning Theory, Research, and Practice*. 2nd Ed. Boston: Allyn and Bacon.
- Slavin, R.E. 2005. *Show Me the Evidence: Effective Programs for Elementary and Secondary Schools*. US: Johns Hopkins University.
- Sund, R, B, & Trowbridge, L, W 1973, *Teaching Science by Inquiry in the Secondary School, Second Edition*, Columbus, Ohio: A Bell & Howell Company.
- Treffinger, D.J. & Isaksen, S.G. 2005. Creative Problem Solving: The History, Development, and Implications for Gifted Education and Talent Development. *Gifted Child Quarterly*, 49 (4): 342-353.
- Trianto.2010. *Model-model Pembelajaran Terpadu*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Trowbridge, L, W,, Bybee, R, W, & Sund, R, B, 1981, *Becoming a Secondary School Science Teacher, Third Edition*, Columbus, Ohio: A Bell & Howell Company,

# Catatan

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



