

MODUL GURU PEMBELAJAR

**MATA PELAJARAN BIOLOGI
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)**

KELOMPOK KOMPETENSI C

**PEDAGOGI:
METODE DAN PENDEKATAN DALAM
PEMBELAJARAN BIOLOGI**

Penulis:

Arief Husein Maulana, M.Si.

Drs. Moh. Syarif, M.Si.

**PROFESIONAL:
PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN PADA
MAKHLUK HIDUP**

Penulis:

Yanni Puspitaningsih, M.Si., dkk.



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016**

MODUL GURU PEMBELAJAR

**MATA PELAJARAN BIOLOGI
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)**

KELOMPOK KOMPETENSI C

METODE DAN PENDEKATAN DALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI

Penulis:

Arief Husein Maulani, M.Si.

Drs. Moh. Syarif, M.Si.



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN BIOLOGI SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)

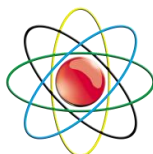
KELOMPOK KOMPETENSI C

METODE DAN PENDEKATAN DALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI

Penulis:

Arief Husein Maulani, M.Si.

Drs. Moh. Syarif, M.Si.



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN BIOLOGI SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)

KELOMPOK KOMPETENSI C

METODE DAN PENDEKATAN DALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI

Penanggung Jawab

Dr. Sediono Abdullah

Penulis

Arief Husein Maulani, M.Si.

022-4231191 maula02@yahoo.com

Drs. Moh. Syarif, M.Si.

022-4231191 syarifp4tkipa@gmail.com

Penyunting

Dr. Dedi Herawadi

Penelaah

Dr. Riandi

Dr. Sri Anggraeni, M.Si.

Dr. Soni Suhandono

Dra. Tati Hermawati, M.Si.

Drs. Triastono Imam P., M.Pd.

Penata Letak

Zuhe Safitra, M.Pd.

Copyright ©2016

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan

Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)

Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

Dilarang menggandakan sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk kepentingan komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

KATA SAMBUTAN

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar siswa. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi fokus perhatian pemerintah pusat maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

Pengembangan profesionalitas guru melalui program Guru Pembelajar (GP) merupakan upaya peningkatan kompetensi untuk semua guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui uji kompetensi guru (UKG) untuk kompetensi pedagogi dan profesional pada akhir tahun 2015. Hasil UKG menunjukkan peta kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG melalui program Guru Pembelajar. Tujuannya untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Guru Pembelajar dilaksanakan melalui pola tatap muka, dalam jaringan atau daring (*online*), dan campuran (*blended*) tatap muka dengan online.

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan dan Perikanan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LP3TK KPTK), dan Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Kepala Sekolah (LP2KS) merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan perangkat dan melaksanakan peningkatan kompetensi guru sesuai bidangnya. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut



adalah modul untuk program GP tatap muka dan GP online untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program GP memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan program GP ini untuk mewujudkan "Guru Mulia Karena Karya."

Jakarta, Februari 2016
Direktur Jenderal
Guru dan Tenaga Kependidikan

Sumarna Surapranata, Ph.D.
NIP. 195908011985032001

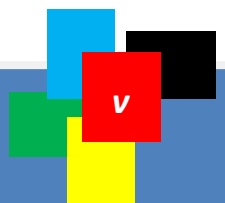
KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas selesainya Modul Guru Pembelajar Mata Pelajaran IPA SMP, Fisika SMA, Kimia SMA dan Biologi SMA. Modul ini merupakan model bahan belajar (*learning material*) yang dapat digunakan guru untuk belajar lebih mandiri dan aktif.

Modul Guru Pembelajar disusun dalam rangka fasilitasi program peningkatan kompetensi guru paska UKG yang telah diselenggarakan oleh Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan. Materi modul dikembangkan berdasarkan Standar Kompetensi Guru sesuai Peraturan Menteri Pendidikan Nasional nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru yang dijabarkan menjadi Indikator Pencapaian Kompetensi Guru.

Modul Guru Pembelajar untuk masing-masing mata pelajaran dijabarkan ke dalam 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Materi pada masing-masing modul kelompok kompetensi berisi materi kompetensi pedagogi dan kompetensi profesional guru mata pelajaran, uraian materi, tugas, dan kegiatan pembelajaran, serta diakhiri dengan evaluasi dan uji diri untuk mengetahui ketuntasan belajar. Bahan pengayaan dan pendalaman materi dimasukkan pada beberapa modul untuk mengakomodasi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta kegunaan dan aplikasinya dalam pembelajaran maupun kehidupan sehari-hari.

Modul ini telah ditelaah dan direvisi oleh tim, baik internal maupun eksternal (praktisi, pakar, dan para pengguna). Namun demikian, kami masih berharap kepada para penelaah dan pengguna untuk selalu memberikan masukan dan penyempurnaan sesuai kebutuhan dan perkembangan ilmu pengetahuan teknologi terkini.





Besar harapan kami kiranya kritik, saran, dan masukan untuk lebih menyempurnakan isi materi serta sistematika modul dapat disampaikan ke PPPPTK IPA untuk perbaikan edisi yang akan datang. Masukan-masukan dapat dikirimkan melalui email para penyusun modul atau ke: p4tkipa@yahoo.com.

Akhirnya kami menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada para pengarah dari jajaran Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Manajemen, Widyaiswara, Staf PPPPTK IPA, Dosen, Guru, dan Kepala Sekolah serta Pengawas Sekolah yang telah berpartisipasi dalam penyelesaian modul ini. Semoga peran serta dan kontribusi Bapak dan Ibu semuanya dapat memberikan nilai tambah dan manfaat dalam peningkatan kompetensi guru IPA di Indonesia.

Bandung, April 2016
Kepala PPPPTK IPA,

Dr. Sediono, M.Si.
NIP. 195909021983031002





DAFTAR ISI

	Hal
KATA SAMBUTAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	2
C. Peta Kompetensi	2
D. Ruang Lingkup	3
E. Cara Penggunaan Modul	3
KEGIATAN PEMBELAJARAN:	6
METODE DAN PENDEKATAN DALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI	6
A. Tujuan	7
B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	7
C. Uraian Materi	7
D. Aktivitas Pembelajaran	34
E. Latihan/Kasus/Tugas	36
F. Rangkuman	41
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	42
KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS	43
EVALUASI	45
PENUTUP	49
DAFTAR PUSTAKA	51
GLOSARIUM	53



DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 1.1	Analisis Metode Pembelajaran Sesuai Dengan Karakteristik Topik IPA	15
Tabel 1.2	Identifikasi Judul Kegiatan Eksperimen, Demonstrasi atau Diskusi	16
Tabel 1.3	Keterkaitan Antara Langkah Pembelajaran dengan Kegiatan Belajar dan Maknanya	33

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Metode dan Pendekatan Pembelajaran IPA dan implementasinya merupakan salah satu kompetensi yang harus dimiliki oleh seorang guru IPA. Metode dan pendekatan pembelajaran merupakan sebuah gambaran rencana guru yang sistematis dalam mencapai tujuan pembelajaran yang akan dimiliki oleh peserta didik yang meliputi aspek pengetahuan, sikap dan keterampilan.

Berbagai jenis metode dan pendekatan pembelajaran IPA yang digunakan oleh guru sangat dipengaruhi oleh pemahaman dan keyakinan guru tentang teori belajar. Seorang guru yang meyakini bahwa belajar merupakan sebuah perubahan tingkah laku (behavioristik) akan tampak dari rencana pelajaran yang dikembangkannya dominan dengan kegiatan guru dan miskin dengan aktivitas serta kreativitas siswa. Sementara guru yang meyakini bahwa belajar merupakan sebuah proses pembangunan struktur kognitif yang dimilikinya setelah mengalami serangkaian proses asimilasi, akomodasi dalam menerima informasi baru sehingga terciptanya sebuah keseimbangan tentang pengetahuan yang baru diterimanya akan mengembangkan sebuah proses pembelajaran yang akan mendorong siswa untuk secara aktif membangun pengetahuan baru berdasarkan pengetahuan awal peserta didik.

Keterampilan guru dalam memilih sebuah metode dan pendekatan pembelajaran akan mempengaruhi hasil belajar peserta didik dalam aspek-aspek pengetahuan, sikap serta keterampilan yang akan dimilikinya, sehingga pemilihan metode dan pendekatan dalam sebuah proses pembelajaran sangat menentukan dalam mengembangkan aspek-aspek tersebut.

Pada Modul Guru Pembelajar Kelompok Kompetensi C ini disajikan materi tentang berbagai jenis metode serta pendekatan yang dapat digunakan oleh guru



ketika melakukan perancangan pembelajaran. Guru dikenalkan pada berbagai jenis metode serta pendekatan yang berbeda dan dapat diimplementasikan di dalam kelas sesuai dengan tujuan pembelajaran yang dirancang oleh guru. Selain dikenalkan berbagai jenis metode dan pendekatan, guru pun diajak untuk berlatih mengimplementasikan metode dan pendekatan terhadap sebuah kompetensi dasar yang dipilih serta melakukan kegiatan praktek terhadap rencana yang telah dikembangkan oleh guru.

B. Tujuan

Setelah Anda belajar dengan modul ini diharapkan terampil dalam memilih metode dan pendekatan pembelajaran IPA serta mampu mendemonstrasikan metode serta pendekatan yang dipilihnya dalam sebuah praktek pembelajaran.

C. Peta Kompetensi

Kompetensi Inti dan Kompetensi Guru Mata Pelajaran yang diharapkan setelah guru pembelajar belajar dengan modul ini tercantum pada tabel 1 berikut.

Tabel 1 Kompetensi Inti dan Kompetensi Guru

Kompetensi Inti	Indikator Pencapaian Kompetensi
2. Menguasai teori belajar dan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik	1. menjelaskan metode-metode yang sesuai dengan pembelajaran IPA; 2. menjelaskan kelebihan atau kekurangan penerapan suatu metode dalam pembelajaran IPA; 3. mengidentifikasi jenis metode pembelajaran yang sesuai karakteristik suatu konsep IPA; 4. mengidentifikasi pengertian beberapa pendekatan pembelajaran yang sering digunakan dalam pembelajaran biologi; 5. mengidentifikasi karakteristik pendekatan konsep, induktif, konstruktivisme, saintifik, keterampilan proses, dan sains-teknologi-masyarakat (STM); 6. menganalisis materi pelajaran biologi yang



	disajikan dengan pendekatan konsep, saintifik, keterampilan proses, dan STM; 7. mengidentifikasi kegiatan pembelajaran berdasarkan fokus ketrampilan dengan pendekatan ketrampilan proses IPA.
--	---

D. Ruang Lingkup

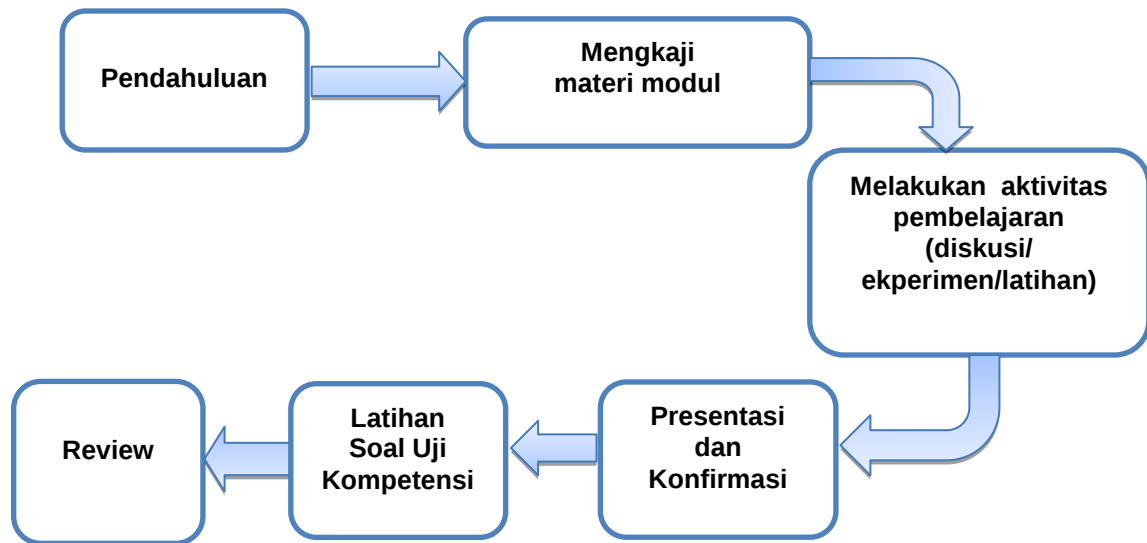
Ruang lingkup materi pada Modul ini disusun dalam empat bagian, yaitu bagian Pendahuluan, Kegiatan Pembelajaran, Evaluasi dan Penutup. Bagian pendahuluan berisi paparan tentang latar belakang modul kelompok kompetensi C, tujuan belajar, kompetensi guru yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, ruang lingkup dan saran penggunaan modul. Bagian kegiatan pembelajaran berisi Tujuan, Indikator Pencapaian Kompetensi, Uraian Materi, Aktivitas Pembelajaran, Latihan/Kasus/Tugas, Rangkuman, Umpan Balik dan Tindak Lanjut. Bagian akhir terdiri dari Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas, Evaluasi dan Penutup.

Rincian materi pada modul adalah sebagai berikut:

1. Metode-metode Pembelajaran IPA.
2. Pendekatan-pendekatan Pembelajaran dalam IPA
3. Pengembangan Rencana Pembelajaran dengan menggunakan metode dan pendekatan yang dipilih
4. Tindak lanjut pembelajaran berdasarkan hasil penilaian.

E. Cara Penggunaan Modul

Cara penggunaan modul pada setiap Kegiatan Pembelajaran secara umum sesuai dengan skenario pembelajaran. Langkah-langkah belajar secara umum adalah sebagai berikut.



Deskripsi Kegiatan

1. Pendahuluan

Pada kegiatan pendahuluan fasilitator memberi kesempatan kepada guru pembelajar untuk mempelajari:

- latar belakang yang memuat gambaran materi;
- tujuan penyusunan modul mencakup tujuan semua kegiatan pembelajaran setiap materi;
- kompetensi atau indikator yang akan dicapai atau ditingkatkan melalui modul;
- ruang lingkup materi kegiatan pembelajaran;
- langkah-langkah penggunaan modul.

2. Mengkaji Materi

Pada kegiatan ini fasilitator memberi kesempatan kepada guru pembelajar untuk mempelajari materi yang diuraikan secara singkat sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar. Peserta dapat mempelajari materi secara individual atau kelompok.

3. Melakukan Aktivitas Pembelajaran

Pada kegiatan ini guru pembelajar melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu/intruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, melakukan eksperimen, dan latihan.



Pada kegiatan ini guru pembelajar secara aktif menggali informasi, mengumpulkan data dan mengolah data sampai membuat kesimpulan kegiatan.

4. Presentasi dan Konfirmasi

Pada kegiatan ini guru pembelajar melakukan presentasi hasil kegiatan sedangkan fasilitator melakukan konfirmasi terhadap materi dibahas bersama.

5. Latihan Soal Uji Kompetensi

Pada kegiatan ini guru pembelajar berlatih menganalisis dan menjawab soal-soal yang kualitas dan tingkat kesukarannya setara dengan soal UKG.

6. Review Kegiatan

Pada kegiatan ini guru pembelajar dan penyaji mereview materi

KEGIATAN PEMBELAJARAN: METODE DAN PENDEKATAN DALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI

Mempelajari berbagai metode pembelajaran merupakan salah satu materi yang harus Anda kuasai untuk mencapai kompetensi pedagogik guru mata pelajaran nomor 2.2 yang telah ditetapkan dalam Permendiknas nomor 16 tahun 2007 tentang standar kualifikasi dan kompetensi guru. Bunyi kompetensi nomor 2.2 tersebut adalah: "Menerapkan berbagai **pendekatan**, strategi, **metode**, dan teknik pembelajaran yang mendidik secara kreatif dalam mata pelajaran yang diampu." Dalam kegiatan pembelajaran ini, Anda akan mempelajari berbagai metode dan pendekatan pembelajaran, selanjutnya pada modul berikutnya Anda akan mempelajari tentang strategi atau model pembelajaran.

Metode merupakan bagian dari strategi pembelajaran secara umum. Setiap guru pasti menggunakan salah satu atau beberapa metode dalam melaksanakan pembelajaran di kelas. Pemilihan metode pembelajaran oleh guru mempertimbangkan beberapa hal seperti tuntutan kompetensi, karakteristik materi, dan tujuan penggunaan metode bersangkutan. Namun seringkali didapati guru menggunakan suatu metode hanya berdasarkan kebiasaan tanpa mempertimbangkan aspek apapun dalam perencanaannya. Metode yang digunakan monoton dan diterapkan dalam berbagai topik tanpa melihat kompetensi dan tujuan pembelajaran. Kondisi ini berlawanan dengan kompetensi pedagogik yang harus dimiliki guru untuk memilih metode pembelajaran yang relevan untuk mencapai tujuan pembelajaran yang ingin dikuasai peserta didik. Oleh karena itu guru harus mengimplementasikannya sesuai dengan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik. Dalam modul ini Anda akan mempelajari metode-metode yang sesuai dengan pembelajaran Biologi (IPA), memahami kelebihan dan kekurangan masing-masing metode tersebut, mengidentifikasi metode pembelajaran yang sesuai karakteristik suatu konsep Biologi.



A. Tujuan

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran dengan modul ini diharapkan Anda dapat:

1. memahami metode-metode yang relevan dengan pembelajaran biologi;
2. memahami kelebihan dan kekurangan metode yang digunakan dalam pembelajaran biologi;
3. merancang kegiatan pembelajaran dengan menggunakan metode pembelajaran yang sesuai materi IPA;
4. memahami konsep dan jenis-jenis pendekatan pembelajaran dan menerapkannya dalam pembelajaran biologi di SMA;

B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi yang diharapkan dicapai setelah mempelajari modul ini adalah:

1. menjelaskan metode-metode yang sesuai dengan pembelajaran IPA;
2. menjelaskan kelebihan atau kekurangan penerapan suatu metode dalam pembelajaran IPA;
3. mengidentifikasi jenis metode pembelajaran yang sesuai karakteristik suatu konsep IPA;
4. mengidentifikasi pengertian beberapa pendekatan pembelajaran yang sering digunakan dalam pembelajaran biologi;
5. mengidentifikasi karakteristik pendekatan konsep, induktif, konstruktivisme, saintifik, keterampilan proses, dan sains-teknologi-masyarakat (STM);
6. menganalisis materi pelajaran biologi yang disajikan dengan pendekatan konsep, saintifik, keterampilan proses, dan STM;
7. mengidentifikasi kegiatan pembelajaran berdasarkan fokus keterampilan dengan pendekatan keterampilan proses IPA.

C. Uraian Materi

1. Metode

Sebagai pendidik, seorang guru biologi pasti selalu berpikir bagaimana caranya agar materi yang disampaikan bisa diterima dengan baik oleh peserta didiknya, selain harapan agar sikap, maupun keterampilan mereka bertambah



baik pula. Begitu juga sebagai guru yang profesional, Anda selalu berpikir metode apa yang akan digunakan dalam mengajar saat di kelas. Pemilihan metode pembelajaran menentukan apakah tujuan belajar bisa tercapai atau tidak. Andai tujuan pembelajaran tercapai, seberapa efektif kompetensi peserta didik bisa terpenuhi dengan metode pembelajaran yang telah dipilih guru. Kondisi ini memotivasi guru agar menentukan metode pembelajaran yang efektif agar pembelajaran di kelas benar-benar bisa diterima baik oleh peserta didik.

Ada banyak metode pembelajaran yang dikenal dan relevan untuk digunakan dalam pembelajaran Biologi. Metode-metode tersebut bisa digunakan secara terpisah atau beberapa metode dikombinasikan dalam sebuah kegiatan pembelajaran. Metode-metode pembelajaran yang bisa digunakan dalam pembelajaran Biologi antara lain adalah metode ceramah, metode eksperimen, metode demonstrasi, metode diskusi, metode tanya jawab, dan metode *problem solving*.

a. Metode Ceramah

Metode ceramah adalah metode mentransfer informasi secara lisan/verbal kepada peserta didik. Penggunaan metode ini menuntut guru untuk memberikan penjelasan dan uraian informasi secara lisan mengenai pokok persoalan yang dibahas. Agar metode ceramah dapat optimal digunakan maka seorang guru haruslah memiliki keterampilan untuk menjelaskan, mampu memilih dan menggunakan alat bantu pembelajaran yang relevan, dikombinasikan dengan metode/teknik lain seperti tanya jawab, diskusi, dan lain-lain. Misalnya penggunaan metode tanya jawab bersamaan dengan metode ceramah bisa membantu guru mengetahui tingkat pemahaman peserta didik. Berikut adalah beberapa keunggulan dan kelemahan metode ceramah.

Keunggulan metode ceramah antara lain:

- 1) Membantu mengembangkan kemampuan mendengar peserta didik.
- 2) Mudah dipersiapkan dan dilaksanakan.
- 3) Mudah dilakukan penyesuaian. Misalnya penyesuaian terhadap muatan materi yang banyak, alokasi waktu pembelajaran dan keterbatasan alat.
- 4) Efektif untuk menyampaikan gagasan dan pokok-pokok pembahasan secara jelas, memberikan penguatan yang diperlukan, memotivasi untuk belajar, terlebih kepada peserta didik dalam jumlah banyak.



Kekurangan metode ceramah antara lain :

- 1) Apabila diterapkan metode ceramah terlalu lama bisa berakibat timbulnya kejenuhan atau hilangnya konsentrasi peserta didik terhadap pemaparan guru. Kejenuhan ini umumnya mendorong peserta didik untuk mengobrol dan bermain saat pembelajaran berlangsung.
- 2) Interaksi menjadi satu arah jika metode ceramah tidak dikombinasikan dengan metode lain. Peserta didik menjadi pasif, apalagi peserta didik yang cenderung belajar secara visual dan kinestetik tidak terakomodasi cara belajarnya.
- 3) Kemampuan berpikir peserta didik kurang berkembang (jika tidak melibatkan strategi lain) dan keterampilan psikomotorik peserta didik tidak tersentuh. Peserta juga mudah melupakan materi karena hanya mengandalkan ingatan yang diperoleh dari mendengar saja.

b. Metode Eksperimen

Metode eksperimen adalah cara pembelajaran melalui kegiatan percobaan untuk menjawab masalah, atau membuktikan sendiri materi yang dipelajarinya dengan cara menguji suatu hipotesis. Dalam pelaksanaan metode eksperimen, peserta didik melakukan kegiatan mengumpulkan fakta, data, atau informasi dari percobaan, merancang, mempersiapkan, melakukan dan melaporkan percobaan. Melalui metode ini, peserta didik tidak hanya berlatih untuk menggunakan peralatan dan bahan, tetapi juga berlatih untuk berpikir tentang fenomena alam, sebab akibat, serta berpikir induktif untuk menarik kesimpulan dari hasil percobaan.

Agar metode eksperimen ini dapat berhasil secara optimal, penting bagi guru untuk merancang langkah-langkah eksperimen dengan baik, lalu menguji coba eksperimen terlebih dahulu sebelum dilaksanakan di kelas. Metode eksperimen juga perlu didukung dengan peralatan dan bahan-bahan tertentu, dilaksanakan di laboratorium dengan fasilitas keamanan, pencahayaan, pengairan yang memadai. Guru harus mampu memberikan penjelasan yang baik dan jelas demi tercapainya tujuan eksperimen.



Keunggulan metode eksperimen di antaranya:

- 1) Konsep yang dipelajari mudah diingat dan peserta didik lebih yakin dengan pelajaran yang didapatnya. Hal ini disebabkan karena peserta didik aktif terlibat dalam mengumpulkan fakta dan data dan memperoleh pengalaman secara langsung dengan menggunakan segenap indera yang dimilikinya (tidak mengandalkan hanya pendengaran seperti pada metode ceramah).
- 2) Metode eksperimen mengakomodir pengembangan sikap peserta didik. Misalnya mendorong peserta didik bekerja sama dan menghargai orang lain di dalam kerja kelompok, melatih ketekunan dan kesabaran dalam menjalankan percobaan, dan lain sebagainya.
- 3) Sesuai untuk mengembangkan keterampilan psikomotor peserta didik yang dengan sejalan tuntutan kurikulum. Misalnya keterampilan menggunakan mikroskop, membedah hewan, mencampur dan mengaduk larutan, menimbang bahan, mengambil data yang diperlukan, melakukan pengukuran dan pencatatan, membuat laporan percobaan, dan keterampilan lainnya.

Kekurangan metode eksperimen antara lain:

- 1) Memerlukan fasilitas dan persiapan peralatan serta bahan-bahan yang sebagian besar menuntut biaya.
- 2) Memerlukan waktu banyak dalam pelaksanaannya. Sehingga guru harus lebih memperhatikan pengelolaan waktu di kelas.
- 3) Menuntut usaha ekstra dari guru untuk mengawasi kegiatan eksperimen agar diikuti dan dilaksanakan secara serius oleh semua peserta didik.

c. Metode Demonstrasi

Metode demonstrasi adalah metode pembelajaran dengan cara mempertontonkan/ memperagakan suatu tindakan, prosedur, atau proses yang dipelajari. Guru yang menggunakan metode ini juga memberikan penjelasan secara lisan, sehingga guru yang melakukan demonstrasi perlu memiliki pemahaman dan keterampilan yang tepat untuk mendemonstrasikan alat/proses/kegiatan seperti kondisi sesungguhnya.

Metode demonstrasi di dalam pembelajaran biologi adalah metode dimana guru menyajikan suatu percobaan biologi di depan kelas atau di tempat yang dapat



dilihat oleh seluruh peserta didik. Setelah mengikuti demonstrasi baik demonstrasi proses maupun demonstrasi hasil, peserta didik akan memperoleh pengalaman belajar langsung setelah melihat atau melakukan pengamatan sendiri apa yang didemonstrasikan.

Ada beberapa alasan mengapa dipilih metode demonstrasi pada pembelajaran biologi, yaitu jika:

- 1) peralatan dan bahan yang tersedia di laboratorium tidak memadai untuk eksperimen;
- 2) menggunakan bahan praktikum yang berbahaya atau menghasilkan produk yang membahayakan kesehatan/nyawa dan lingkungan;
- 3) menggunakan alat-alat yang tidak boleh dioperasikan oleh peserta didik;
- 4) konsep yang didapat dari percobaan harus dijelaskan tahap demi tahap;

Keunggulan metode demonstrasi, di antaranya:

- 1) mengurangi verbalisme dengan memberikan visualisasi terhadap materi yang sedang dijelaskan. Sehingga peserta didik melihat fakta secara langsung. Dampaknya peserta didik lebih kuat ingatan dan pemahamannya terhadap materi yang diajarkan;
- 2) Pembelajaran menjadi lebih menarik sehingga peserta didik termotivasi untuk mengamati lebih cermat;
- 3) Tidak memerlukan banyak alat dan bahan;

Kekurangan metode demonstrasi antara lain peserta didik tidak terlatih mempraktekkan kegiatan yang didemonstrasikan oleh guru.

d. Metode Diskusi

Metode diskusi dilaksanakan dengan cara bertukar pendapat/gagasan, berbagi informasi, wawasan, dan pengalaman dengan aturan dan adab tertentu yang bertujuan agar diperoleh pemecahan masalah dan pemahaman yang sama tentang suatu topik. Diskusi bisa terjadi antara peserta didik dengan peserta didik atau guru dengan peserta didik. Metode diskusi ada yang berupa diskusi umum atau diskusi kelas dan diskusi kelompok.

Diskusi bertujuan antar lain untuk mereviu apa yang telah peserta didik pelajari, mendorong peserta didik untuk mengemukakan ide atau pendapat mereka, menggali isu-isu, memecahkan masalah dan meningkatkan keterampilan



komunikasi secara langsung. Melalui diskusi dapat diputuskan juga hasil keputusan bersama. Diskusi berbeda dengan debat. Debat menekankan pada adu argumentasi, melakukan persuasi agar dapat memenangkan pemahamannya sendiri.

Kelebihan metode diskusi:

- 1) Merangsang peserta didik untuk menyiapkan dan mengembangkan ide serta pendapat untuk dikemukakan dalam diskusi.
- 2) Menumbuhkan sikap positif dalam diskusi seperti menghargai pendapat orang lain, cenderung pada musyawarah untuk menyelesaikan masalah, dan menggunakan bahasa yang santun dalam berpendapat.
- 3) Memperoleh wawasan dan memperkaya sudut pandang dari teman diskusi yang memiliki pendapat yang berbeda.

Adapun kekurangan dari metode diskusi adalah:

- 1) Memerlukan waktu yang banyak untuk pelaksanaannya.
- 2) Memerlukan moderator yang baik agar diskusi berjalan sesuai koridor topik yang dibahas, pengelolaan waktu efektif, tidak dikuasai oleh peserta didik yang suka bicara.
- 3) Tidak dapat digunakan di awal pembelajaran, karena diskusi memerlukan pengetahuan yang memadai dari peserta didik untuk ikut terlibat dalam aktivitas diskusi.

e. Metode Tanya Jawab

Metode tanya jawab dipraktekkan melalui interaksi tanya jawab antara guru dan peserta didik sehingga terjadi komunikasi dua arah (guru bertanya dan peserta didik menjawab atau peserta didik bertanya lalu guru menjawab). Metode tanya jawab digunakan untuk mengecek pemahaman peserta didik sebagai bagian dari evaluasi, untuk menuntun jalan berpikir peserta didik sampai dapat memahami suatu masalah, mendorong peserta didik melakukan penemuan (inkuiri), atau untuk mengarahkan jalannya diskusi kelas.

Kelebihan tanya jawab yaitu:

- 1) Memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menanyakan materi yang belum jelas dipahaminya.



- 2) Dapat membantu guru untuk menarik dan memusatkan perhatian peserta didiknya. Kelas bisa menjadi semakin dinamis karena peserta didik turut serta berpikir (memikirkan jawaban pertanyaan guru atau membuat pertanyaan sendiri).
- 3) Mengembangkan keterampilan peserta didik untuk bertanya dan menanggapi jawaban.

Adapun kekurangan dari metode tanya jawab antara lain:

- 1) Bisa muncul penyimpangan pembahasan dari pokok persoalan yang sedang dipelajari. Hal ini dapat terjadi jika guru tidak dapat mengarahkan pertanyaan dan jawaban yang mengemuka berjalan pada koridor topik (tidak *out of topic*). Sebab pertanyaan dan jawaban yang berkembang saat tanya jawab bisa menimbulkan permasalahan baru yang menyimpang dari pokok bahasan.
- 2) Peserta didik tidak menanggapi pertanyaan guru atau tidak mampu membuat pertanyaan untuk diajukan ke guru. Sehingga yang terjadi adalah kondisi yang kaku, tidak terjadi proses tanya jawab di kelas. Kondisi ini bisa terjadi andaikata guru tidak menciptakan suasana yang kondusif untuk terjadinya tanya jawab, atau guru tidak mampu memotivasi peserta didik untuk berani bertanya.
- 3) Waktu bisa terbuang sia-sia jika tidak dilakukan pengelolaan waktu yang tegas oleh guru.
- 4) Bagi sebagian guru sulit untuk membuat pertanyaan yang sesuai dengan tingkat berpikir siswa.

f. Metode Problem Solving

Metode *problem solving* (pemecahan masalah) adalah cara melaksanakan pembelajaran dengan menjadikan masalah sebagai titik tolak pembahasan untuk dianalisis dan disintesis dalam usaha mencari pemecahan masalah atau jawaban oleh siswa (Sudirman, dkk, 1991). Dengan metode ini, siswa membahas suatu permasalahan (yang biasanya terjadi di lingkungan sekitar dan *up to date*) yang disajikan oleh guru untuk kemudian dicari pemecahan dan solusinya dari sudut pandang Biologi. Metode pemecahan masalah ini juga membantu peserta didik mengembangkan keterampilan berpikir dan sikap ilmiahnya.

Kelebihan metode *problem solving*, yaitu:



- 1) Mendorong peserta didik untuk mengintegrasikan keterampilan berpikir dan keterampilan psikomotorik secara bersamaan dalam rangka memecahkan masalah yang dihadapinya;
- 2) Mendorong peserta didik untuk berpikir kritis dan sistematis, kreatif, serius mencari informasi, inisiatif bekerja, dan meningkatkan kerja sama.

Kekurangan metode *problem solving* yaitu :

- 1) Memerlukan waktu yang banyak dalam penggunaannya.
- 2) Perlu memilih topik yang sesuai karena tidak semua materi memiliki permasalahan untuk dijadikan bahan *problem solving*.
- 3) Memerlukan perencanaan yang matang.
- 4) Tidak berjalan efektif jika dilaksanakan oleh peserta didik yang pasif.

g. Penerapan Metode Pada Pembelajaran IPA

Penentuan metode pada pembelajaran sebaiknya diawali dengan menganalisis kompetensi dasar, selanjutnya menentukan topik yang dapat disajikan dengan menggunakan suatu metode sesuai dengan karakteristik materi IPA. Contoh analisis metode pembelajaran tertera pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Analisis Metode Pembelajaran Sesuai Dengan Karakteristik Topik IPA

No.	Kelas	Topik	Kompetensi Dasar	Metode	Catatan
1	X	Pencemaran lingkungan: daur ulang limbah rumah tangga	4.10.Memecahkan masalah lingkungan dengan membuat desain produk daur ulang limbah dan upaya pelestarian lingkungan.	<i>Problem solving</i>	Pencemaran lingkungan termasuk ke dalam permasalahan biologi yang mudah didapati keberadaannya di lingkungan sekitar peserta didik. Melalui metode <i>problem solving</i> peserta didik dituntut berpikir kritis dan mencari informasi dan mengolah data untuk memecahkan masalah tersebut.
2	XI	Sel	3.1. Memahami tentang komponen kimiawi penyusun sel, ciri hidup pada sel yang ditunjukkan oleh	Diskusi	Untuk mempelajari topik ini peserta didik dapat melakukan diskusi untuk memahami karakteristik makhluk hidup dari sel yang merupakan unit terkecil kehidupan. Sumber materi dapat diambil dari



			struktur, fungsi dan proses yang berlangsung di dalam sel sebagai unit terkecil kehidupan		berbagai bahan bacaan.
3	XII	Sistem pencernaan manusia : Enzim	4.2 Melaksanakan percobaan dan menyusun laporan hasil percobaan tentang cara kerja enzim, fotosintesis, respirasi anaerob secara tertulis dengan berbagai media	Eksperimen	Enzim bekerja pada kondisi fisik yang spesifik agar bisa optimal. Misalnya suhu dan pH sangat berpengaruh terhadap aktivitas enzim. Eksperimen bisa dilakukan untuk membuktikan pengaruh suhu dan pH pada aktivitas enzim peroksidase pada H_2O_2

Setelah mengidentifikasi metode yang sesuai dengan karakteristik materi IPA, guru dapat mengidentifikasi judul kegiatan misalnya pada eksperimen, demonstrasi atau diskusi. Contoh identifikasi judul kegiatan eksperimen, demonstrasi atau diskusi dan lembar kerjanya tertera pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2. Identifikasi Judul Kegiatan Eksperimen, Demonstrasi atau Diskusi

No	Metode	Topik	Kelas	Judul	Tujuan
1	<i>Problem solving</i>	Pencemaran lingkungan : daur ulang limbah rumah tangga	X	Limbah di sekitar kita	Menemukan cara paling efektif untuk mengolah limbah rumah tangga
2	Diskusi	Sel	XI	Ciri-ciri hidup pada sel	Menemukan keterkaitan antara komponen dan aktivitas seluler dengan ciri hidup yang dimiliki sel
3	Eksperimen	Sistem pencernaan manusia: Enzim	XII	Enzim Katalase	Menguji aktivitas enzim katalase pada berbagai kondisi suhu dan pH yang berbeda



2. Pendekatan

Sebelum Anda mempelajari berbagai pendekatan pembelajaran, perlu diingatkan kembali bahwa yang dimaksud dengan pendekatan pembelajaran adalah cara pandang atau cara berpikir guru terhadap sesuatu masalah atau proses pembelajaran yang dihadapi yang merujuk pada pandangan-pandangan tentang terjadinya proses pembelajaran yang sifatnya masih umum.

Penggunaan pendekatan pembelajaran juga bertitik tolak pada aspek psikologis peserta didik. Ketika Anda mempertimbangkan menggunakan pendekatan pembelajaran harus mengenali aspek pertumbuhan dan perkembangan dan kemampuan intelektual, serta kemampuan lainnya yang mendukung kemampuan belajar peserta didik. Berdasarkan pendekatannya, pembelajaran dapat dibedakan dalam dua kategori, yaitu pendekatan berorientasi atau berpusat pada peserta didik dan pendekatan yang berorientasi atau berpusat pada guru.

a. Pendekatan konsep

1) Pengertian Konsep

Rosser (1984) menyatakan bahwa konsep adalah suatu abstraksi yang mewakili satu kelas objek-objek, kejadian-kejadian, kegiatan-kegiatan, atau hubungan-hubungan yang mempunyai atribut yang sama. Menurut Ausubel (1968) konsep-konsep diperoleh dengan cara pembentukan konsep (*concept formation*) yaitu merupakan bentuk perolehan konsep-konsep sebelum peserta didik masuk sekolah.

Gagne (1977), mengemukakan bahwa konsep merupakan suatu abstraksi yang melibatkan hubungan antar konsep (*relational concepts*) dan dapat dibentuk oleh individu dengan mengelompokkan obyek, merespon obyek tersebut dan kemudian memberinya label (*concept by definition*). Selanjutnya Gagne (1977) mengemukakan bahwa formasi konsep dapat disamakan dengan belajar konsep-konsep konkret, dan asimilasi konsep (*concept assimilation*) merupakan cara utama memperoleh konsep-konsep selama dan sesudah sekolah. Contoh konsep dalam pembelajaran biologi adalah konsep sel, jaringan, organ, dan sistem organ.



2) Dimensi Konsep

Flaiell (1970) menyarankan, bahwa pemahaman terhadap konsep-konsep dapat dibedakan dalam tujuh dimensi yaitu sebagai berikut.

- a) *Atribut*, setiap konsep mempunyai atribut yang berbeda, contoh-contoh konsep harus mempunyai atribut yang relevan; termasuk juga atribut-atribut yang tidak relevan. Atribut dibedakan ke dalam atribut kritis dan atribut variabel. Atribut kritis merupakan ciri-ciri utama konsep yang merupakan penjabaran definisi konsep. Atribut variabel menunjukkan ciri-ciri konsep yang nilainya dapat berubah, namun besaran dan satuannya tetap.

Contoh konsep asam.

Definisi konsep: Asam dapat mentransferkan sebuah proton ke spesi kekurangan proton (basa).

Atribut kritis: asam dapat mentransferkan sebuah proton ke spesi kekurangan elektron.

- b) *Struktur*, menyangkut cara terkaitnya atau tergabungnya atribut-atribut itu. Ada tiga stuktur yang dikenal, yaitu:
- Konsep-konsep konjungtif adalah konsep-konsep dimana terdapat dua atau lebih sifat-sifat, sehingga dapat memenuhi syarat sebagai contoh konsep.
 - Konsep-konsep disjungtif adalah konsep-konsep dimana satu dari dua atau lebih sifat-sifat harus ada.
 - Konsep-konsep relasional menyatakan hubungan tertentu antara atribut-atribut konsep.
- c) *Keabstrakan*, yaitu konsep-konsep dapat dilihat dan konkret, atau konsep-konsep itu terdiri dari konsep-konsep lain.
- d) *Keinklusan* (*inclusiveness*), yaitu ditunjukkan pada jumlah contoh-contoh yang terlibat pada konsep itu.
- e) *Generalisasi* atau keumuman, yaitu bila diklasifikasikan, konsep-konsep dapat berbeda pada posisi superordinat atau subordinatnya. Contoh posisisuperordinat dari konsep asam adalah konsep elektrolit, sedangkan sub ordinat konsep asam adalah asam lemah dan reaksi transfer proton. Makin umum suatu konsep, makin banyak asosiasi yang dapat dibuat dengan konsep-konsep lainnya



- f) Ketepatan, yaitu suatu konsep menyangkut apakah ada kumpulan aturan-aturan untuk membedakan contoh-cobtoah dari noncontoh-noncontoh suatu konsep. Klausmeier (1977) mengungkapkan empat tingkat pencapaian konsep (*concept attainment*), mulai dari tingkat konflik sampai tingkat formal.
- g) Kekuatan (*power*), yaitu kekuatan suatu konsep oleh sejauh mana orang setuju bahwa konsep itu penting.

3) Ciri Konsep

Beberapa ciri konsep adalah sebagai berikut (Anitah W., dkk, 2007):

- a) Konsep merupakan buah pikiran yang dimiliki seseorang atau sekelompok orang. Konsep tersebut ialah semacam simbol.
- b) Konsep timbul sebagai hasil pengalaman manusia dengan menggunakan lebih dari satu benda, peristiwa atau fakta. Konsep tersebut ialah suatu generalisasi.
- c) Konsep ialah hasil berpikir abstrak manusia yang merangkum banyak pengalaman.
- d) Konsep merupakan perkaitan fakta-fakta atau pemberian pola pada fakta-fakta.
- e) Suatu konsep dapat mengalami modifikasi disebabkan timbulnya fakta-fakta baru.

Dengan demikian konsep dapat merupakan konsep konkrit dan konsep abstrak. Beberapa konsep ada kalanya dapat digabungkan. Gabungan konsep-konsep ini merupakan generalisasi, dan disebut prinsip ilmiah. Sebagai contoh, asam dapat bereaksi dengan basa membentuk garam. Beberapa penulis menggunakan juga istilah konsep untuk prinsip ilmiah atau generalisasi, kita dapat menggunakan kedua pengertian ini untuk konsep.

4) Pengertian Pendekatan Konsep

Pendekatan konsep merupakan contoh pendekatan yang berorientasi pada guru. Dengan memahami apa itu konsep, maka ketika Anda menggunakan pendekatan konsep, dimensi konsep yang dipaparkan di atas harus diperhatikan. Dengan demikian, yang dimaksud dengan pendekatan konsep adalah suatu pendekatan pengajaran secara langsung menyajikan konsep tanpa memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menghayati bagaimana konsep itu diperoleh. Mulyati dkk (2000) mengemukakan bahwa pendekatan konsep



merupakan bentuk instruksional kognitif yang memberi kesempatan peserta didik berpartisipasi secara aktif dengan konsep-konsep dan menemukan prinsip sendiri.

Dalam pendekatan konsep konsep, Syamsudin Makmun mengemukakan bahwa dengan diperolehnya kemahiran mengadakan diskriminasi atas pola-pola stimulus respons (S-R) itu, peserta didik akan belajar mengidentifikasi persamaan-persamaan karakteristik dari sejumlah pola-pola S-R tersebut. Selanjutnya berdasarkan persamaan ciri-ciri dari sekumpulan stimulus dan juga dari objek-objeknya ia membentuk suatu pengertian atau konsep-konsep. Secara eksternal, adanya persamaan-persamaan ciri tertentu dari sejumlah perangsang dan obyek-obyek yang dihadapi pada individu.

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan guru dalam merencanakan pembelajaran dengan pendekatan konsep (Dahar, 2003):

- a) Konsep-konsep yang akan diajarkan harus dinyatakan secara tegas dan lengkap.
- b) Prasyarat atau konsep-konsep yang telah diketahui dan diperlukan dapat digunakan dalam proses pembelajaran.
- c) Urutan kegiatan pembelajaran seharusnya memberikan pengalaman yang memadai, sesuai dengan konsep yang akan dipelajari maupun konsep yang telah ada.

b. Pendekatan Deduktif dan Pendekatan Induktif

1) Pendekatan Deduktif

Dalam pembelajaran biologi, adakalanya kita memulai pembelajaran dengan menjelaskan teori-teori dahulu kemudian peserta didik diajak praktik dan diskusi penerapan teori. Pembelajaran seperti itu, sering disebut pembelajaran tradisional, karena guru hanya menyampaikan teori-teori saja. Dalam konteks pendekatan pembelajaran, pembelajaran di mana guru mentransfer informasi atau pengetahuan berupa teori atau prinsip disebut pendekatan deduktif.

Menurut Setyosari (2010) menyatakan bahwa “Berpikir deduktif merupakan proses berpikir yang didasarkan pada pernyataan-pernyataan yang bersifat umum ke hal-hal yang bersifat khusus dengan menggunakan logika tertentu.” Hal



serupa dijelaskan oleh Sagala (2010) yang menyatakan bahwa: "Pendekatan deduktif adalah proses penalaran yang bermula dari keadaan umum ke keadaan yang khusus sebagai pendekatan pengajaran yang bermula dengan menyajikan aturan, prinsip umum diikuti dengan contoh-contoh khusus atau penerapan aturan, prinsip umum itu kedalam keadaan khusus.

Dalam pendekatan deduktif menjelaskan hal yang berbentuk teoritis ke bentuk realitas atau menjelaskan hal-hal yang bersifat umum ke yang bersifat khusus. Disini guru menjelaskan teori-teori yang telah ditemukan para ahli, kemudian menjabarkan kenyataan yang terjadi atau mengambil contoh-contoh.

Menurut Yamin (2008) pendekatan deduktif dapat dipergunakan bila:

- a) Peserta didik belum mengenal pengetahuan yang sedang dipelajari,
- b) Isi pelajaran meliputi terminologi, teknis dan bidang yang kurang membutuhkan proses berfikir kritis,
- c) Pengajaran mengenai pelajaran tersebut mempunyai persiapan yang baik dan pembicaraan yang baik,
- d) Waktu yang tersedia sedikit.

Menurut Sagala (2010) langkah-langkah yang dapat digunakan dalam pendekatan deduktif dalam pembelajaran adalah:

- a) guru memilih konsep, prinsip, aturan yang akan disajikan dengan pendekatan deduktif,
- b) guru menyajikan aturan, prinsip yang bersifat umum, lengkap dengan definisi dan contoh-contohnya,
- c) guru menyajikan contoh-contoh khusus agar peserta didik dapat menyusun hubungan antara keadaan khusus dengan aturan prinsip umum,
- d) Guru menyajikan bukti-bukti untuk menunjang atau menolak kesimpulan bahwa keadaan khusus itu merupakan gambaran dari keadaan umum.

Adapun kelebihan dan kelemahan dari pendekatan deduktif dibandingkan dengan pendekatan lain adalah:

- a) tidak memerlukan banyak waktu,
- b) Sifat dan rumus yang diperoleh dapat langsung diaplikasikan kedalam soal-soal atau masalah yang konkrit.



Kelemahan pendekatan deduktif antara lain:

- a) peserta didik sering mengalami kesulitan memahami makna matematika dalam pembelajaran. Hal ini disebabkan peserta didik baru bisa memahami konsep setelah disajikan berbagai contoh;
- b) peserta didik sulit memahami pembelajaran matematika yang diberikan karena peserta didik menerima konsep matematika yang secara langsung diberikan oleh guru;
- c) peserta didik cenderung bosan dengan pembelajaran dengan pendekatan deduktif, karena disini peserta didik langsung menerima konsep matematika dari guru tanpa ada kesempatan menemukan sendiri konsep tersebut.

Langkah–langkah yang digunakan dalam pendekatan deduktif dalam pembelajaran adalah:

- a) Memilih konsep, prinsip, aturan yang akan disajikan dengan pendekatan deduktif.
- b) Menyajikan aturan, yang bersifat umum lengkap dengan definisi dan buktinya.
- c) Disajikan contoh-contoh khusus agar peserta didik dapat menyusun hubungan antara keadaan khusus itu dengan aturan prinsip umum.
- d) Disajikan bukti-bukti untuk menunjang atau menolak kesimpulan bahwa keadaan khusus itu merupakan gambaran dari keadaan umum.

2) Pendekatan Induktif

Pendekatan induktif merupakan kebalikan dari pendekatan deduktif. Pendekatan induktif berawal dari cara kerja yang dilakukan oleh filosof inggris Francis Bacon (1561) yang menghendaki agar penarikan kesimpulan didasarkan atas fakta-fakta yang kongkrit sebanyak mungkin. Pendekatan induktif merupakan suatu pendekatan yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpikir dari hal-hal khusus menuju ke yang umum. Tepat atau tidaknya kesimpulan atau cara berpikir yang diambil secara induktif ini menurut Purwanto (2002) bergantung representatif atau tidaknya sampel yang diambil mewakili fenomena keseluruhan.



Langkah-langkah yang dapat digunakan dalam pendekatan induktif adalah:

- a) Memilih konsep, prinsip, aturan yang akan disajikan dengan pendekatan induktif.
- b) Menyajikan contoh-contoh khusus konsep, prinsip atau aturan itu yang memungkinkan peserta didik memperkirakan (hipotesis) sifat umum yang terkandung dalam contoh-contoh itu.
- c) Disajikan bukti-bukti yang berupa contoh tambahan untuk menunjang atau menyangkal perkiraan itu.
- d) Disusun pernyataan mengenai sifat umum yang telah terbukti berdasarkan langkah-langkah yang terdahulu.

c. Pendekatan proses atau keterampilan proses

1) Pengertian proses dan keterampilan

Pendekatan proses atau keterampilan proses merupakan contoh pendekatan yang berorientasi pada peserta didik. Proses dapat didefinisikan sebagai perangkat keterampilan kompleks yang digunakan ilmuwan dalam melakukan penelitian ilmiah. Proses merupakan konsep besar yang dapat diuraikan menjadi komponen-komponen yang harus dikuasai seseorang bila akan melakukan penelitian. Keterampilan berarti kemampuan menggunakan pikiran, nalar dan perbuatan secara efisien dan efektif untuk mencapai suatu hasil tertentu, termasuk kreativitas.

2) Pengertian Pendekatan Keterampilan Proses

Pendekatan Keterampilan Proses adalah pendekatan pembelajaran yang menekankan pada pembentukan keterampilan memperoleh pengetahuan kemudian mengkomunikasikan perolehannya. Keterampilan memperoleh pengetahuan dapat dengan menggunakan kemampuan olah pikir (*psikis*) atau kemampuan olah perbuatan (*fisik*). Pengertian lain tentang pendekatan keterampilan proses adalah proses pembelajaran yang dirancang agar peserta didik dapat menemukan fakta-fakta, membangun konsep-konsep dan teori-teori dengan keterampilan intelektual dan sikap ilmiah peserta didik sendiri.



3) Komponen keterampilan proses

Komponen-komponen keterampilan proses, sudah Anda pelajari pada modul sebelumnya di grade 2, yaitu tentang keterampilan proses sains. Dalam bagian ini, diingatkan kembali komponen atau sub-sub keterampilan proses sains.

a) Pengamatan

Pengamatan merupakan salah satu keterampilan proses dasar. Keterampilan pengamatan menggunakan lima indera yaitu penglihatan, pembau, peraba, pengecap dan pendengar. Apabila peserta didik mendapatkan kemampuan melakukan pengamatan dengan menggunakan beberapa indera, maka kesadaran dan kepekaan mereka terhadap segala hal disekitarnya akan berkembang. Pengamatan yang dilakukan hanya menggunakan indera disebut *pengamatan kualitatif*, sedangkan pengamatan yang dilakukan dengan menggunakan alat ukur disebut *pengamatan kuantitatif*.

b) Klasifikasi

Klasifikasi adalah proses yang digunakan ilmuwan untuk mengadakan penyusunan atau pengelompokan atas objek-objek atau kejadian-kejadian. Keterampilan klasifikasi dapat dikuasai bila peserta didik telah dapat melakukan dua keterampilan berikut ini.

(a) Mengidentifikasi dan memberi nama sifat-sifat yang dapat diamati dari sekelompok objek yang dapat digunakan sebagai dasar untuk mengklasifikasi.

(b) Menyusun klasifikasi dalam tingkat-tingkat tertentu sesuai dengan sifat-sifat objek. Klasifikasi berguna untuk melatih peserta didik menunjukkan kesamaan perbedaan dan hubungan timbal baliknya.

c) Inferensi

Inferensi adalah sebuah pernyataan atau kesimpulan yang dibuat berdasarkan fakta hasil pengamatan. Hasil inferensi dikemukakan sebagai pendapat seseorang terhadap sesuatu yang diamatinya. Pola pembelajaran untuk melatih keterampilan proses inferensi, sebaiknya menggunakan teori belajar *konstruktivisme*, sehingga peserta didik belajar merumuskan sendiri inferensinya.



d) Prediksi

Prediksi adalah ramalan tentang kejadian yang dapat diamati di waktu yang akan datang. Prediksi didasarkan pada observasi yang cermat dan inferensi tentang hubungan antara beberapa kejadian yang telah diobservasi. Perbedaan inferensi dan prediksi adalah: Inferensi harus didukung oleh fakta hasil observasi, sedangkan prediksi dilakukan dengan meramalkan apa yang akan terjadi kemudian berdasarkan data pada saat pengamatan dilakukan.

e) Komunikasi

Komunikasi didalam keterampilan proses berarti menyampaikan pendapat hasil keterampilan proses lainnya baik secara lisan maupun tulisan. Dalam tulisan bisa berbentuk rangkuman, grafik, tabel, gambar, poster dan sebagainya. Keterampilan berkomunikasi ini sebaiknya selalu dicoba di kelas, agar peserta didik terbiasa mengemukakan pendapat dan berani tampil di depan umum.

f) Identifikasi Variabel

Variabel adalah satuan besaran kualitatif atau kuantitatif yang dapat bervariasi atau berubah pada suatu situasi tertentu. *Besaran kualitatif* adalah besaran yang tidak dinyatakan dalam satuan pengukuran baku tertentu. *Besaran kuantitatif* adalah besaran yang dinyatakan dalam satuan pengukuran baku tertentu misalnya volume diukur dalam liter dan suhu diukur dalam $^{\circ}\text{C}$.

Keterampilan identifikasi variabel dapat diukur berdasarkan tiga tujuan pembelajaran berikut.

- (a) Mengidentifikasi variabel dari suatu pernyataan tertulis atau dari deskripsi suatu eksperimen.
- (b) Mengidentifikasi variabel manipulasi dan variabel respon dari deskripsi suatu eksperimen.
- (c) Mengidentifikasi variabel kontrol dari suatu pernyataan tertulis atau deskripsi suatu eksperimen.

Dalam suatu eksperimen terdapat tiga macam variabel yang sama pentingnya, yaitu *variabel manipulasi*, *variabel respon* dan *variabel kontrol*. *Variabel manipulasi* adalah suatu variabel yang secara sengaja diubah atau dimanipulasi dalam suatu situasi. *Variabel respon* adalah variabel yang berubah sebagai hasil akibat dari kegiatan manipulasi. Sedangkan *variabel kontrol* adalah variabel yang



sengaja dipertahankan konstan agar tidak berpengaruh terhadap variable respon.

g) Definisi Variabel Secara Operasional

Mendefinisikan secara operasional suatu variabel berarti menetapkan bagaimana suatu variabel itu diukur. Definisi operasional variabel adalah definisi yang menguraikan bagaimana mengukur suatu variabel. Definisi ini harus menyatakan tindakan apa yang akan dilakukan dan pengamatan apa yang akan dicatat dari suatu eksperimen. Keterampilan ini merupakan komponen keterampilan proses yang paling sulit dilatihkan karena itu harus sering di ulang-ulang.

h) Hipotesis

Hipotesis biasanya dibuat pada suatu perencanaan penelitian yang merupakan pekerjaan tentang pengaruh yang akan terjadi dari variabel manipulasi terdapat variabel respon. Hipotesis dirumuskan dalam bentuk pernyataan bukan pertanyaan, pertanyaan biasanya digunakan dalam merumuskan masalah yang akan diteliti (Nur, 1996). Hipotesis dapat dirumuskan secara *induktif* dan secara *deduktif*. Perumusan secara induktif berdasarkan data pengamatan, secara deduktif berdasarkan teori. Hipotesis dapat juga dipandang sebagai jawaban sementara dari rumusan masalah.

i) Interpretasi Data

Keterampilan interpretasi data biasanya diawali dengan pengumpulan data, analisis data, dan mendeskripsikan data. Mendeskripsikan data artinya menyajikan data dalam bentuk yang mudah dipahami misalnya bentuk tabel, grafik dengan angka-angka yang sudah dirata-ratakan. Data yang sudah dianalisis baru diinterpretasikan menjadi suatu kesimpulan atau dalam bentuk pernyataan. Data yang diinterpretasikan harus data yang membentuk pola atau beberapa kecenderungan.

j) Eksperimen

Eksperimen dapat didefinisikan sebagai kegiatan terinci yang direncanakan untuk menghasilkan data untuk menjawab suatu masalah atau menguji suatu hipotesis. Suatu eksperimen akan berhasil jika variabel yang dimanipulasi dan jenis respon yang diharapkan dinyatakan secara jelas dalam suatu hipotesis, juga penentuan kondisi-kondisi yang akan dikontrol sudah tepat.



d. Pendekatan konstruktivisme

Menurut pandangan *konstruktivisme* pengetahuan yang dimiliki oleh setiap individu adalah hasil konstruksi secara aktif dari individu itu sendiri. Individu tidak sekedar mengimitasi dan membentuk bayangan dari apa yang diamati atau diajarkan guru, tetapi secara aktif individu itu menyeleksi, menyaring, memberi arti dan menguji kebenaran atas informasi yang diterimanya (Indrawati, 2000: 34).

Pengetahuan yang dikonstruksi individu merupakan hasil interpretasi yang bersangkutan terhadap peristiwa atau informasi yang diterimanya. Para pendukung konstruktivisme berpendapat bahwa pengertian yang dibangun setiap individu peserta didik*) dapat berbeda dari apa yang diajarkan guru (Bodner, (1987) dalam Indrawati, 2000 : 34). Lain halnya dengan Paul Suparno (1997 : 6) mengemukakan bahwa menurut konstruktivis, belajar itu merupakan proses aktif pembelajar mengkonstruksi arti (teks, dialog, pengalaman fisis, dan lain-lain). Belajar juga merupakan proses mengasimilasi dan menghubungkan pengalaman atau bahan yang dipelajari dengan pengertian yang sudah dipunyai seseorang sehingga pengertiannya dikembangkan.

Oleh karena itu pada proses belajar konstruktivisme memiliki ciri:

- a) Belajar berarti membentuk makna.
- b) Konstruksi artinya adalah proses yang terus menerus.
- c) Belajar bukanlah kegiatan mengumpulkan fakta melainkan lebih dari itu, yaitu pengembangan pemikiran dengan membuat pengertian baru.
- d) Proses belajar yang sebenarnya terjadi pada waktu skema seseorang dalam keraguan yang merangsang pemikiran lebih lanjut. Situasi ketidakseimbangan adalah situasi yang baik untuk memacu belajar.
- e) Hasil belajar dipengaruhi oleh pengalaman pembelajar dengan dunia fisik lingkungannya.
- f) Hasil belajar seseorang tergantung pada apa yang telah diketahui si pembelajar (konsep, tujuan, motivasi) yang mempengaruhi interaksi dengan bahan yang pelajari (Paul Suparno, 1997 : 61) dalam Indrawati, 2000: 34-35).



Dengan memahami pandangan konstruktivisme, maka karakteristik iklim pembelajaran yang sesuai adalah:

- a) Peserta didik tidak dipandang sebagai sesuatu yang pasif, melainkan individu yang memiliki tujuan serta dapat merespon situasi pembelajaran berdasarkan konsepsi awal yang dimilikinya.
- b) Guru hendaknya melibatkan proses aktif dalam pembelajaran yang memungkinkan peserta didik mengkonstruksi pengetahuannya.
- c) Pengetahuan bukanlah sesuatu yang datang dari luar, melainkan melalui seleksi secara personal dan sosial.
- d) Iklim pembelajaran di atas menuntut para guru untuk :
- e) Mengetahui dan mempertimbangkan pengetahuan awal peserta didik (apersepsi),
- f) Melibatkan peserta didik dalam kegiatan aktif (student centere),
- g) Memperhatikan interaksi sosial dengan melibatkan peserta didik dalam diskusi kelas maupun kelompok.

e. Pendekatan Kontekstual

Pendekatan kontekstual (*Contextual Teaching and Learning /CTL*) merupakan konsep belajar yang membantu guru mengaitkan antara materi yang diajarkan dengan situasi dunia nyata peserta didik dan mendorong peserta didik membuat hubungan antara pengetahuan yang dimilikinya dengan penerapannya dalam kehidupan mereka sebagai anggota keluarga dan masyarakat. Dengan konsep itu, hasil pembelajaran diharapkan lebih bermakna bagi peserta didik. Proses pembelajaran berlangsung alamiah dalam bentuk kegiatan peserta didik bekerja dan mengalami, bukan mentransfer pengetahuan dari guru ke peserta didik.

1) Pengertian CTL

CTL merupakan suatu proses pendidikan yang holistik dan bertujuan memotivasi peserta didik untuk memahami makna materi pelajaran yang dipelajarinya dengan mengkaitkan materi tersebut dengan konteks kehidupan mereka sehari-hari (konteks pribadi, sosial, dan kultural) sehingga peserta didik memiliki pengetahuan/ keterampilan yang secara fleksibel dapat diterapkan (ditransfer) dari satu permasalahan /konteks ke permasalahan/ konteks lainnya. CTL juga merupakan konsep belajar yang membantu guru mengkaitkan antara materi yang



diajarkannya dengan situasi dunia nyata dan mendorong pebelajar membuat hubungan antara materi yang diajarkannya dengan penerapannya dalam kehidupan mereka sebagai anggota keluarga dan masyarakat

2) Komponen/Prinsip Pembelajaran CTL

CTL adalah konsep belajar yang membantu guru mengaitkan antara materi yang diajarkannya dengan situasi dunia nyata peserta didik dan mendorong peserta didik membuat hubungan antara pengetahuan yang dimilikinya dengan penerapannya dalam kehidupan mereka sehari-hari, yang pada hakekatnya melibatkan tujuh komponen utama pembelajaran efektif, yakni: konstruktivisme (*Constructivism*), bertanya (*Questioning*), menemukan (*Inquiry*), masyarakat belajar (*Learning Community*), pemodelan (*Modeling*), dan penilaian sebenarnya (*Authentic Assessment*).

- a) Konstruktivisme; pembelajaran dengan mengacu pada CTL merujuk pada konstruktivisme, yakni peserta didik membangun pemahaman sendiri dari pengalaman baru berdasar pada pengetahuan awal. Pembelajaran harus dikemas menjadi proses “mengkonstruksi” bukan menerima pengetahuan
- b) *Inquiry*; dalam pembelajaran CTL, peserta didik melakukan penyelidikan, dalam pembelajaran peserta didik belajar menggunakan keterampilan berpikir kritis dan terjadi proses perpindahan dari pengamatan menjadi pemahaman.
- c) *Questioning* (bertanya); dalam pembelajaran mengajukan pertanyaan dilakukan baik oleh guru dan peserta didik. Pertanyaan dari guru merupakan kegiatan guru untuk mendorong, membimbing dan menilai kemampuan berpikir peserta didik, sedangkan bagi peserta didik bertanya merupakan bagian penting dalam pembelajaran yang berbasis inquiry
- d) *Learning community* (masyarakat belajar); dalam pembelajaran CTL hendaknya diciptakan masyarakat belajar, yaitu adanya sekelompok peserta didik yang terikat dalam kegiatan belajar, hal ini merujuk pada prinsip bahwa bekerjasama dengan orang lain lebih baik daripada belajar sendiri, sehingga dalam masyarakat belajar terjadi saling tukar pengalaman atau berbagi ide.
- e) *Modeling* (pemodelan); pemodelan merupakan proses penampilan suatu contoh agar orang lain berpikir, bekerja dan belajar. Dalam pembelajaran



peserta didik mengerjakan apa yang guru inginkan agar peserta didik mengerjakannya dengan terlebih dahulu diberikan contoh.

- f) *Reflection* (refleksi); pada akhir pembelajaran peserta didik diajak untuk melakukan refleksi, yaitu cara berpikir tentang apa yang telah kita pelajari; mencatat apa yang telah dipelajari, atau membuat jurnal, karya seni, diskusi kelompok.
- g) *Authentic assessment* (penilaian yang sebenarnya); penilaian dilakukan dalam berbagai aspek, misalnya mencakup pengetahuan, keterampilan, produk (kinerja), juga menilai tugas-tugas yang relevan dan kontekstual.

f. Pendekatan Lingkungan

Pendekatan lingkungan adalah pendekatan proses dengan lingkungan sebagai sarana atau media untuk memperkenalkan lingkungan kepada peserta didik dalam mengembangkan aspek kognitif. Saat ini pendekatan lingkungan tidak hanya sekedar mengembangkan aspek kognitif saja, tetapi lebih diutamakan untuk mengembangkan aspek afektif, yaitu dengan tujuan supaya orang mau terlibat, mau menangani dan mau memelihara lingkungan.

Pendekatan lingkungan dalam proses belajar dan pembelajaran biologi adalah pemanfaatan lingkungan sebagai sarana pendidikan. Dalam pembelajaran biologi, relevansi pembelajaran dengan lingkungannya dapat dicapai dengan memanfaatkan lingkungan peserta didik sebagai laboratorium alam.

1) Ciri Pendekatan Lingkungan

Pendekatan lingkungan dalam pembelajaran mempunyai ciri-ciri sebagai berikut (Dahar, 1982):

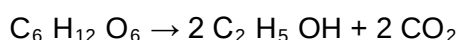
- a) Yang dimaksud dengan lingkungan, mencakup semua benda dan keadaan yang mempengaruhi peserta didik.
- b) Isi pelajaran disesuaikan dengan keadaan lingkungan peserta didik dan penerapan-penerapan biologi.
- c) Penyusunan bahan ajar berkisar pada suatu tema atau topik.

2) Pendekatan Lingkungan dalam Kegiatan Pembelajaran Biologi

Pendekatan lingkungan dapat dilakukan dalam bentuk mengajak peserta didik mengadakan pengamatan langsung ke lapangan atau dengan jalan memindahkan kondisi lapangan ke kondisi yang lebih ideal yaitu pengamatan



dan penelitian dalam laboratorium (Novak, 1973). Pengamatan di dalam laboratorium alam bagi peserta didik akan memberikan kesan dan pengertian yang lebih mendalam dibandingkan bila suatu masalah didapat secara verbal saja. Melalui pengamatan, peserta didik berkesempatan untuk melihat proses dan berkesempatan melakukan pekerjaan ilmiah, yaitu membuat hipotesa, mengumpulkan data serta menguji kebenaran hipotesa yang dibuatnya. Sebagai contoh. Peserta didik mengamati proses terjadinya alkohol dalam peragian singkong. Dalam proses pembuatan tape ini terjadi reaksi:



Dalam proses pembelajaran ini peserta didik dapat mengamati: 1) reaksi organik pada umumnya berjalan lambat; 2) pembentukan alkohol dapat dipercepat dengan kenaikan suhu, atau sebaliknya proses diperlambat dengan penurunan suhu yaitu dimasukkan dalam lemari es.

3) Perlunya Pendekatan Lingkungan

Pembelajaran biologi yang berorientasi pada lingkungan akan memberi kesempatan peserta didik memahami proses biologi yang berkaitan dengan lingkungannya, hal ini akan menumbuhkan kesadaran keberadaan peserta didik dalam ekosistemnya.

Selain hal tersebut di atas, lingkungan hidup sebagai sarana pendidikan memberikan keuntungan dan kelebihan bagi peserta didik yaitu:

- a) pengamatan langsung akan memberikan dorongan untuk memiliki pengetahuan lebih jauh tentang masalah yang dihadapi;
- b) alat atau bahan tidak perlu dibeli dengan biaya mahal;
- c) dapat digunakan setiap waktu dan terdapat di mana-mana

g. Pendekatan Saintifik

Pendekatan saintifik termasuk pembelajaran inkuiri yang berorientasi apda konstruktivisme. Sasaran pembelajaran dengan pendekatan ilmiah mencakup pengembangan ranah sikap pengetahuan, dan keterampilan yang dielaborasi untuk setiap satuan pendidikan. Ketiga ranah kompetensi tersebut memiliki lintasan perolehan (proses) psikologis yang berbeda. Sikap diperoleh melalui aktivitas: menerima, menjalankan, menghargai, menghayati, dan mengamalkan. Pengetahuan diperoleh melalui aktivitas: mengingat, memahami, menerapkan,



menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta. Sementara itu, keterampilan diperoleh melalui aktivitas: mengamati, menanya, menalar, menyaji, dan mencipta (Permendikbud no 65 tahun 2013).

Untuk mempelajari bagaimana pembelajaran biologi berbasis pendekatan saintifik, berikut ini diuraikan dengan singkat konsep pendekatan saintifik dan implementasinya pada pembelajaran biologi.

Proses pembelajaran dapat dipandang sebagai proses ilmiah. Metode yang digunakan merupakan metode ilmiah, yaitu metode merujuk pada teknik-teknik investigasi atas suatu atau beberapa fenomena atau gejala, memperoleh pengetahuan baru, atau mengoreksi dan memadukan pengetahuan sebelumnya. Untuk dapat disebut ilmiah, metode pencarian (*method of inquiry*) harus berbasis pada bukti-bukti dari objek yang dapat diobservasi, empiris, dan terukur dengan prinsip-prinsip penalaran yang spesifik. Karena itu, metode ilmiah umumnya memuat serangkaian aktivitas pengumpulan data melalui observasi atau eksperimen, mengolah informasi atau data, menganalisis, kemudian memformulasi, dan menguji hipotesis. Pendekatan yang menekankan pada proses ilmiah dan mengedepankan proses penalaran induktif disebut pendekatan saintifik.

Pendekatan ilmiah (*scientific approach*) dalam pembelajaran meliputi mengamati, menanya, mencoba, mengolah, menyaji, menyimpulkan, dan mencipta. Menurut McCollum (2009) dijelaskan bahwa komponen-komponen penting dalam mengajar menggunakan *pendekatan scientific* diantaranya adalah guru harus menyajikan pembelajaran yang dapat meningkatkan rasa keingintahuan (*Foster a sense of wonder*), meningkatkan keterampilan mengamati (*Encourage observation*), melakukan analisis (*Push for analysis*) dan berkomunikasi (*Require communication*)

1) Meningkatkan rasa keingintahuan

Semua pengetahuan dan pemahaman dimulai dari rasa ingin tahu dari peserta didik tentang 'siapa, apa, dan dimana' atau "*who, what* dan *where*" dari apa yang ada di sekitar peserta didik. Pada kurikulum 2013, peserta didik dilatih rasa keingintahuannya sampai 'mengapa dan bagaimana "*why*" and "*how*"



Pada pembelajaran rasa keingintahuan ini dapat difasilitasi dalam kegiatan tanya jawab baik mulai dari kegiatan pendahuluan kegiatan inti dan penutup. Selain tanya jawab, dapat juga dengan melalui memberikan suatu masalah, fakta-fakta atau kejadian alam yang ada di sekitar peserta didik.

2) Mengamati

Pembiasaan kegiatan mengamati sangat bermanfaat bagi pemenuhan rasa ingin tahu peserta didik, sehingga proses pembelajaran memiliki kebermaknaan yang tinggi. Dengan metode observasi peserta didik dapat menemukan fakta bahwa ada hubungan antara obyek yang dianalisis dengan materi pembelajaran yang disajikan oleh guru (Sudarwan, 2013). Menurut Nuryani, 1995 mengamati merupakan kegiatan mengidentifikasi ciri-ciri objek tertentu dengan alat inderanya secara teliti, menggunakan fakta yang relevan dan memadai dari hasil pengamatan, menggunakan alat atau bahan sebagai alat untuk mengamati objek dalam rangka pengumpulan data atau informasi. Pengamatan yang dilakukan hanya menggunakan indera disebut *pengamatan kualitatif*, sedangkan pengamatan yang dilakukan dengan menggunakan alat ukur disebut *pengamatan kuantitatif*. Untuk meningkatkan keterampilan mengamati, maka didalam pembelajaran sebaiknya dimunculkan kegiatan yang memungkinkan siswa menggunakan berbagai panca indranya untuk mencatat hasil pengamatan.

3) Menganalisis

Wonder grows with understanding and understanding come of analysis. Analisis dapat berupa analisis kuantitatif dan kualitatif. Peserta didik perlu dilatih dan dibiasakan melakukan analisis data yang sesuai dengan tingkat kemampuannya. Misalnya data pengamatan yang diperoleh sendiri. Berikan kesempatan kepada peserta untuk meninjau kembali hasil pengamatan dan mereka dilatih membuat pola-pola atau grafik dari data yang diperolehnya. Latih peserta untuk melakukan klasifikasi, menghubungkan dan menghitung.

4) Mengkomunikasikan

Pada pendekatan *scientific* guru diharapkan memberi kesempatan kepada peserta untuk mengkomunikasikan apa yang telah mereka pelajari.



Langkah-langkah Pembelajaran dengan Pendekatan Ilmiah

Proses pembelajaran dalam pendekatan ilmiah terdiri atas lima pengalaman belajar pokok yaitu:

- mengamati;
- menanya;
- mengumpulkan informasi;
- mengasosiasi; dan
- mengkomunikasikan.

Kelima pembelajaran pokok tersebut dapat dirinci dalam berbagai kegiatan belajar sebagaimana tercantum dalam tabel berikut:

Tabel 1.3: Keterkaitan Antara Langkah Pembelajaran dengan Kegiatan Belajar dan Maknanya

Langkah Pembelajaran	Kegiatan Belajar	Kompetensi Yang Dikembangkan
Mengamati	Membaca, mendengar, menyimak, melihat (tanpa atau dengan alat)	Melatih kesungguhan, ketelitian, mencari informasi
Menanya	Mengajukan pertanyaan tentang informasi yang tidak dipahami dari apa yang diamati atau pertanyaan untuk mendapatkan informasi tambahan tentang apa yang diamati (dimulai dari pertanyaan faktual sampai ke pertanyaan yang bersifat hipotetik)	Mengembangkan kreativitas, rasa ingin tahu, kemampuan merumuskan pertanyaan untuk membentuk pikiran kritis yang perlu untuk hidup cerdas dan belajar sepanjang hayat
Mengumpulkan informasi/ eksperimen	- melakukan eksperimen - membaca sumber lain selain buku teks - mengamati objek/ kejadian/ aktivitas - wawancara dengan narasumber	Mengembangkan sikap teliti, jujur, sopan, menghargai pendapat orang lain, kemampuan berkomunikasi, menerapkan kemampuan mengumpulkan informasi melalui berbagai cara yang dipelajari, mengembangkan kebiasaan belajar dan belajar sepanjang hayat.
Mengasosiasika	- mengolah informasi yang sudah	Mengembangkan sikap jujur,



Langkah Pembelajaran	Kegiatan Belajar	Kompetensi Yang Dikembangkan
n/ mengolah informasi	dikumpulkan baik terbatas dari hasil kegiatan mengumpulkan/eksperimen maupun hasil dari kegiatan mengamati dan kegiatan mengumpulkan informasi. - Pengolahan informasi yang dikumpulkan dari yang bersifat menambah keluasan dan kedalaman sampai kepada pengolahan informasi yang bersifat mencari solusi dari berbagai sumber yang memiliki pendapat yang berbeda sampai kepada yang bertentangan.	teliti, disiplin, taat aturan, kerja keras, kemampuan menerapkan prosedur dan kemampuan berpikir induktif serta deduktif dalam menyimpulkan.
Mengkomunikasikan	Menyampaikan hasil pengamatan, kesimpulan berdasarkan hasil analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya	Mengembangkan sikap jujur, teliti, toleransi, kemampuan berpikir sistematis, mengungkapkan pendapat dengan singkat dan jelas, dan mengembangkan kemampuan berbahasa yang baik dan benar.

D. Aktivitas Pembelajaran

Setelah mengkaji materi tentang materi metode-metode ilmiah dan pendekatan Anda dapat mempelajari kegiatan yang dalam modul ini disajikan petunjuknya dalam lembar kegiatan.

Lembar Kegiatan 1

Identifikasi Metode Pembelajaran

Tujuan Kegiatan

Melalui diskusi kelompok peserta mampu mengidentifikasi metode pembelajaran yang dapat dilatihkan melalui pembelajaran IPA.

Langkah Kegiatan

1. Pelajari *hand out* tentang metode-metode pembelajaran



2. Pilihlah salah satu KD IPA, pelajari materi IPA yang harus disajikan pada KD tersebut
3. Identifikasi metode pembelajaran yang dapat digunakan sesuai dengan karakteristik mata pelajaran
4. Setelah selesai, presentasikan hasil diskusi kelompok Anda!
5. Perbaiki hasil kerja kelompok Anda jika ada masukan dari kelompok lain!

Format 1. Rancangan Kegiatan keterampilan proses pada pembelajaran IPA

No.	Kelas	Topik	Kompetensi Dasar	Metode	Keterangan
1.					
2.					
.....					

Lembar Kegiatan 2

Identifikasi Kegiatan sesuai Metode Pembelajaran

Tujuan Kegiatan

Melalui diskusi kelompok peserta mampu mengidentifikasi metode pembelajaran yang dapat dilatihkan melalui pembelajaran IPA.

Langkah Kegiatan

1. Pelajari *hand out* dan hasil kegiatan Identifikasi Metode Pembelajaran LK1.
2. Identifikasi judul kegiatan sesuai metode pembelajaran yang dapat digunakan.
3. Setelah selesai, presentasikan hasil diskusi kelompok Anda!
4. Perbaiki hasil kerja kelompok Anda jika ada masukan dari kelompok lain!

Format 2

No	Metode	Topik	Kelas	Judul	Tujuan
1	Eksperimen				
2	Demonstrasi				



No	Metode	Topik	Kelas	Judul	Tujuan
3	Diskusi				
....					

Lembar Kegiatan 3

Untuk memahami penerapan pendekatan-pendekatan pembelajaran dalam pembelajaran biologi, lakukanlah aktivitas berikut.

1. Pelajari kembali standar isi mata pelajaran biologi.
2. Pilihlah beberapa topik, lakukan analisis dari topik tersebut, pendekatan pembelajaran apa yang sesuai yang akan digunakan dalam perancangan pembelajaran.

Kompetensi dasar	Topik/Pokok Bahasan	Konsep - konsep yang akan diajarkan	Pendekatan pembelajaran	Alasan pemilihan pendekatan

E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Seorang guru profesional akan memilih metode ceramah sebagai metoda pembelajaran karena mempertimbangkan beberapa alasan berikut ...
 - a. Metode ceramah mudah diaplikasikan pada berbagai kondisi kelas dan beragam topik Biologi.
 - b. Metode ceramah sudah terbiasa digunakan oleh guru sejak dahulu hingga saat ini.



- c. Metode ceramah adalah metode yang universal dan mudah dipraktekkan oleh setiap guru.
 - d. Metode ceramah efektif saat memberikan penguatan pada pokok-pokok bahasan yang telah dikaji oleh peserta didik.
2. Diantara pernyataan berikut yang merupakan kelemahan metode ceramah adalah....
- a. Efektif untuk menyampaikan topik yang muatannya banyak.
 - b. Dapat mengembangkan kemampuan menyimak/mendengar peserta didik.
 - c. Peserta didik cenderung pasif dan kehilangan konsentrasi.
 - d. Bila disiapkan dengan baik misalnya menggunakan model pembelajaran direct instruction dapat membangkitkan aktivitas peserta didik.
3. Metode eksperimen akan mencapai tujuannya jika persyaratan berikut terpenuhi:
- a. Peralatan dan bahan memang memadai untuk digunakan oleh setiap peserta didik.
 - b. Tersedia lembar kerja yang baik dan instruksi yang jelas dari guru
 - c. Guru cukup menggunakan lembar kerja yang diperolehnya di situs internet tanpa melakukan uji coba.
 - d. Ruang kelas yang dialihfungsikan menjadi laboratorium Biologi sementara
4. Berikut ini persyaratan yang harus dilakukan untuk menerapkan metode demonstrasi pada pembelajaran IPA, kecuali....
- a. Peralatan dan bahan yang sudah tersedia di depan kelas atau di laboratorium;
 - b. Peralatan dan bahan yang digunakan ukurannya atau volumenya memadai untuk dilihat oleh seluruh peserta didik;
 - c. Guru menyajikan demonstrasi dengan teknik bertanya yang tepat.
 - d. Hanya dilakukan oleh guru didepan kelas, peserta didik cukup mengamati saja



5. Jika guru akan melatih keterampilan melakukan pengamatan menggunakan mikroskop, metode yang cocok digunakan adalah
 - a. Ceramah melalui instruksi langsung / direct instruction
 - b. Diskusi
 - c. Tanya jawab
 - d. Simulasi
6. Kompetensi dasar peminatan Biologi no 4.1 berisi: “Merencanakan dan melaksanakan percobaan tentang faktor luar yang memengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman, dan melaporkan secara tertulis dengan menggunakan tatacara penulisan ilmiah yang benar.” Metode yang paling sesuai untuk digunakan guru dalam pembelajaran topik perkembangan dan pertumbuhan tanaman tersebut adalah ...
 - a. Diskusi
 - b. Ceramah
 - c. Demonstrasi
 - d. Eksperimen
7. Ketika seorang guru akan menggunakan metode diskusi dalam membelajarkan topik tentang proses evolusi, maka persiapan yang harus dilakukan diuraikan dibawah, kecuali ...
 - a. Menyiapkan/menjadi moderator untuk mengarahkan kegiatan diskusi
 - b. Menyiapkan peralatan dan bahan sesuai kebutuhan percobaan
 - c. Menyusun strategi diskusi kelas atau diskusi kelompok.
 - d. Mengalokasikan waktu diskusi dan menginformasikannya pada peserta didik
8. Manakah dari pernyataan berikut ini yang menggambarkan pengertian dari pendekatan konsep?
 - a. Pendekatan pengajaran secara langsung menyajikan konsep tanpa memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menghayati bagaimana konsep itu diperoleh.
 - b. Pendekatan yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpikir dari hal-hal khusus menuju ke yang umum



- c. Pendekatan pembelajaran yang menekankan pada pembentukan keterampilan memperoleh pengetahuan kemudian mengkomunikasikan perolehannya.
 - d. Pendekatan proses dengan lingkungan sebagai sarana atau media untuk memperkenalkan lingkungan kepada peserta didik dalam mengembangkan aspek kognitif.
9. Manakah dari pernyataan berikut ini yang menggambarkan pengertian dari pendekatan keterampilan proses?
- a. Pendekatan proses dengan lingkungan sebagai sarana atau media untuk memperkenalkan lingkungan kepada peserta didik dalam mengembangkan aspek kognitif
 - b. Pendekatan pengajaran secara langsung menyajikan konsep tanpa memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menghayati bagaimana konsep itu diperoleh.
 - c. Pendekatan yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpikir dari hal-hal khusus menuju ke yang umum
 - d. Pendekatan pembelajaran yang menekankan pada pembentukan keterampilan memperoleh pengetahuan kemudian mengkomunikasikan perolehannya.
10. Manakah dari pernyataan berikut ini yang menggambarkan pengertian dari pendekatan lingkungan?
- a. Pendekatan proses dengan lingkungan sebagai sarana atau media untuk memperkenalkan lingkungan kepada peserta didik dalam mengembangkan aspek kognitif
 - b. Pendekatan pengajaran secara langsung menyajikan konsep tanpa memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menghayati bagaimana konsep itu diperoleh.
 - c. Pendekatan yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpikir dari hal-hal khusus menuju ke yang umum
 - d. Pendekatan pembelajaran yang menekankan pada pembentukan keterampilan memperoleh pengetahuan kemudian mengkomunikasikan perolehannya.



11. Manakah dari pernyataan berikut ini yang menggambarkan pengertian dari pendekatan induktif?
 - a. Pendekatan proses dengan lingkungan sebagai sarana atau media untuk memperkenalkan lingkungan kepada peserta didik dalam mengembangkan aspek kognitif
 - b. Pendekatan pengajaran secara langsung menyajikan konsep tanpa memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menghayati bagaimana konsep itu diperoleh.
 - c. Pendekatan yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpikir dari hal-hal khusus menuju ke yang umum
 - d. Pendekatan pembelajaran yang menekankan pada pembentukan keterampilan memperoleh pengetahuan kemudian mengkomunikasikan perolehannya.
12. Pendekatan yang menekankan pada proses ilmiah dan mencakup lima kegiatan utama, yaitu mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengolah informasi, dan mengomunikasikan dikenal dengan pendekatan
 - a. induktif
 - b. deduktif
 - c. saintifik
 - d. konsep
13. Seorang guru biologi akan mengajarkan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi. Pendekatan yang paling sesuai untuk topik tersebut dan sesuai dengan karakteristik mata pelajaran biologi adalah
 - a. deduktif
 - b. lingkungan
 - c. konsep
 - d. induktif
14. Berikut ini persiapan yang dilakukan oleh guru biologi sebelum merancang pembelajaran biologi.
 - (a) menganalisis konsep-konsep yang akan diajarkan
 - (b) menentukan prasyarat atau konsep-konsep yang telah diketahui dan diperlukan dapat digunakan dalam proses pembelajaran.



- (c) mengorganisasikan konsep ke dalam konsep sub ordinat dan superordinat

Kegiatan guru tersebut, lebih dominan akan merancang pembelajaran dengan menggunakan pendekatan

- a. deduktif
- b. lingkungan
- c. konsep
- d. induktif

F. Rangkuman

Ada banyak metode pembelajaran yang dikenal dan relevan untuk digunakan dalam pembelajaran biologi. Metode-metode tersebut bisa digunakan secara terpisah atau beberapa metode dikombinasikan dalam sebuah kegiatan pembelajaran.

Metode ceramah adalah metode mentransfer informasi secara lisan/verbal kepada peserta didik. Penggunaan metode ini menuntut guru untuk memberikan penjelasan dan uraian informasi secara lisan mengenai pokok persoalan yang dibahas. Metode eksperimen adalah cara pembelajaran melalui kegiatan percobaan untuk menjawab masalah, atau membuktikan sendiri materi yang dipelajarinya dengan cara menguji suatu hipotesis. Dalam pelaksanaan metode eksperimen, peserta didik melakukan kegiatan mengumpulkan fakta, data, atau informasi dari percobaan, merancang, mempersiapkan, melakukan dan melaporkan percobaan. Metode demonstrasi adalah metode pembelajaran dengan cara mempertontonkan/memperagakan suatu tindakan, prosedur, atau proses yang dipelajari. Guru yang menggunakan metode ini juga memberikan penjelasan secara lisan, sehingga guru yang melakukan demonstrasi perlu memiliki pemahaman dan keterampilan yang tepat untuk mendemonstrasikan alat/proses/kegiatan seperti kondisi sesungguhnya. Metode diskusi dilaksanakan dengan cara bertukar pendapat/gagasan, berbagi informasi, wawasan, dan pengalaman dengan aturan dan adab tertentu yang bertujuan agar diperoleh pemecahan masalah dan pemahaman yang sama tentang suatu topik. Diskusi bisa terjadi antara peserta didik dengan peserta didik atau guru dengan peserta didik. Metode tanya jawab dipraktekkan melalui interaksi tanya jawab antara guru



dan peserta didik sehingga terjadi komunikasi dua arah (guru bertanya dan peserta didik menjawab atau peserta didik bertanya lalu guru menjawab).

Setiap metode pembelajaran memiliki kelebihan dan kekurangannya sendiri. Oleh karena itu tidak ada metode yang universal yang bisa digunakan di setiap kondisi, setiap topik, atau untuk mencapai semua kompetensi.

Selain terampil memilih metode yang tepat, guru juga harus terampil memilih dan menggunakan pendekatan pembelajaran. Pendekatan pembelajaran dapat dikategorikan dalam dua kelompok besar, yaitu pendekatan yang berorientasi pada guru dan berorientasi pada peserta didik. Contoh pendekatan yang berorientasi pada guru adalah pendekatan konsep, sedangkan pendekatan yang berorientasi pada peserta didik adalah pendekatan konstruktivisme, pendekatan induktif, pendekatan kontekstual, dan pendekatan saintifik. Masing-masing pendekatan memiliki karakteristik dan tujuan yang khas.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah Anda menyelesaikan soal latihan di atas, Anda dapat menghitung tingkat keberhasilan Anda dengan menggunakan kunci/rambu-rambu jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 80%, silahkan terus mempelajari kegiatan pembelajaran berikutnya. Namun jika Anda pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali mempelajari kegiatan pembelajaran ini.

KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS

KUNCI JAWABAN PEMBELAJARAN: METODE DAN PENDEKATAN DALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
D	C	B	D	A	D	B	A	D	A	C	C	D	C

EVALUASI

1. Seorang guru profesional akan memilih metode ceramah sebagai metoda pembelajaran karena mempertimbangkan beberapa alasan berikut ...
 - A. Metode ceramah mudah diaplikasikan pada berbagai kondisi kelas dan beragam topik Biologi.
 - B. Metode ceramah sudah terbiasa digunakan oleh guru sejak dahulu hingga saat ini.
 - C. Metode ceramah adalah metode yang universal dan mudah dipraktekkan oleh setiap guru.
 - D. Metode ceramah efektif saat memberikan penguatan pada pokok-pokok bahasan yang telah dikaji oleh peserta didik.
2. Diantara pernyataan berikut yang merupakan kelemahan metode ceramah adalah....
 - A. Efektif untuk menyampaikan topik yang muatannya banyak.
 - B. Dapat mengembangkan kemampuan menyimak/mendengar peserta didik.
 - C. Peserta didik cenderung pasif dan kehilangan konsentrasi.
 - D. bila disiapkan dengan baik misalnya menggunakan model pembelajaran direct instruction dapat membangkitkan aktivitas peserta didik.
3. Metode eksperimen akan mencapai tujuannya jika persyaratan berikut terpenuhi:
 - A. Peralatan dan bahan memang memadai untuk digunakan oleh setiap peserta didik.
 - B. Tersedia lembar kerja yang baik dan instruksi yang jelas dari guru
 - C. Guru cukup menggunakan lembar kerja yang diperolehnya di situs internet tanpa melakukan uji coba.



- D. Ruang kelas yang dialihfungsikan menjadi laboratorium Biologi sementara
4. Berikut ini persyaratan yang harus dilakukan untuk menerapkan metode demonstrasi pada pembelajaran IPA, kecuali....
- A. peralatan dan bahan yang sudah tersedia di depan kelas atau di laboratorium;
 - B. peralatan dan bahan yang digunakan ukurannya atau volumenya memadai untuk dilihat oleh seluruh peserta didik;
 - C. guru menyajikan demonstrasi dengan teknik bertanya yang tepat.
 - D. hanya dilakukan oleh guru didepan kelas, peserta didik cukup mengamati saja
5. Jika guru akan melatih keterampilan melakukan pengamatan menggunakan mikroskop, metode yang cocok digunakan adalah
- A. Ceramah melaluiinstruksi langsung / direct instruction
 - B. diskusi
 - C. tanya jawab
 - D. simulasi
6. Kompetensi dasar peminatan Biologi no 4.1 berisi: "Merencanakan dan melaksanakan percobaan tentang faktor luar yang memengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman, dan melaporkan secara tertulis dengan menggunakan tatacara penulisan ilmiah yang benar."Metode yang paling sesuai untuk digunakan guru dalam pembelajaran topik perkembangan dan pertumbuhan tanaman tersebut adalah ...
- A. Diskusi
 - B. Ceramah
 - C. Demonstrasi
 - D. Eksperimen
7. Ketika seorang guru akan menggunakan metode diskusi dalam membelajarkan topik tentang proses evolusi, maka persiapan yang harus dilakukan diuraikan dibawah, kecuali ...
- A. Menyiapkan/menjadi moderator untuk mengarahkan kegiatan diskusi
 - B. Menyiapkan peralatan dan bahan sesuai kebutuhan percobaan



- C. Menyusun strategi diskusi kelas atau diskusi kelompok.
 - D. Mengalokasikan waktu diskusi dan menginformasikannya pada peserta didik
8. Manakah dari pernyataan berikut ini yang menggambarkan pengertian dari pendekatan konsep?
- A. Pendekatan pengajaran secara langsung menyajikan konsep tanpa memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menghayati bagaimana konsep itu diperoleh.
 - B. Pendekatan yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpikir dari hal-hal khusus menuju ke yang umum
 - C. Pendekatan pembelajaran yang menekankan pada pembentukan keterampilan memperoleh pengetahuan kemudian mengkomunikasikan perolehannya.
 - D. pendekatan proses dengan lingkungan sebagai sarana atau media untuk memperkenalkan lingkungan kepada peserta didik dalam mengembangkan aspek kognitif.
9. Manakah dari pernyataan berikut ini yang menggambarkan pengertian dari pendekatan keterampilan proses?
- A. Pendekatan proses dengan lingkungan sebagai sarana atau media untuk memperkenalkan lingkungan kepada peserta didik dalam mengembangkan aspek kognitif
 - B. Pendekatan pengajaran secara langsung menyajikan konsep tanpa memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menghayati bagaimana konsep itu diperoleh.
 - C. Pendekatan yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpikir dari hal-hal khusus menuju ke yang umum
 - D. Pendekatan pembelajaran yang menekankan pada pembentukan keterampilan memperoleh pengetahuan kemudian mengkomunikasikan perolehannya.



10. Manakah dari pernyataan berikut ini yang menggambarkan pengertian dari pendekatan lingkungan?
- A. Pendekatan proses dengan lingkungan sebagai sarana atau media untuk memperkenalkan lingkungan kepada peserta didik dalam mengembangkan aspek kognitif
 - B. Pendekatan pengajaran secara langsung menyajikan konsep tanpa memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menghayati bagaimana konsep itu diperoleh.
 - C. Pendekatan yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpikir dari hal-hal khusus menuju ke yang umum
 - D. Pendekatan pembelajaran yang menekankan pada pembentukan keterampilan memperoleh pengetahuan kemudian mengkomunikasikan perolehannya.

PENUTUP

Modul Pedagogik Guru Pembelajar Mata Pelajaran Biologi Kelompok Kompetensi C yang berjudul Metode dan Pendekatan Pembelajaran IPA serta Implementasinya disiapkan untuk guru baik secara mandiri maupun tatap muka di lembaga pelatihan atau di MGMP. Materi modul disusun sesuai dengan kompetensi pedagogik yang harus dicapai guru pada Kelompok Kompetensi C. Guru dapat belajar sesuai dengan rambu-rambu/instruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, latihan dan sebagainya. Modul ini juga mengarahkan dan membimbing guru pembelajar dan para widyaiswara/fasilitator untuk menciptakan proses kolaborasi belajar dan berlatih.

Untuk pencapaian kompetensi pada Kelompok Kompetensi C ini, guru diharapkan secara aktif menggali informasi, memecahkan masalah dan berlatih soal-soal evaluasi yang tersedia pada modul.

Isi modul ini masih dalam penyempurnaan, masukan-masukan atau perbaikan terhadap isi modul sangat kami harapkan.

DAFTAR PUSTAKA

Joyce and Weil. 1986. *Models of Teaching*, Second Edition, New Jersey: Prentice Hall, Inc.

Kemdikbud. 2014. *Permendikbud No. 59 Tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Kemdiknas. 2007. *Permendikas No. 16 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru*. Jakarta: Kementerian Pendidikan Nasional

Uno, Hamzah. B. dkk. 2010. *Desain Pembelajaran*. Bandung: MQS Publishing.

Devi, Poppy K. 2016. *Metode-metode dalam pembelajaran IPA*. Modul Pelatihan PPPPTK IPA.

<http://ainamulyana.blogspot.co.id/2012/01/pengertian-metode-pembelaaran-dan.html>. Diakses tanggal 14 Januari 2016.

GLOSARIUM

Profesional	:	memerlukan keahlian/kepandaian khusus, orang yang dibayar karena bekerja dengan keahlian khusus
Efektif	:	berhasil guna (tindakannya)
Relevan	:	terkait; ada hubungan langsung
Problem solving	:	memecahkan masalah; proses mental dan intelektual untuk memecahkan masalah
Kombinasi	:	gabungan beberapa hal
Visual	:	berdasarkan pengelihatan
Kinestetik	:	keistimewaan pada orang-orang tertentu yang lebih cepat memahami ilmu atau pelajaran dengan aktifitas dibanding dengan membaca dan menghafal
Psikomotorik	:	Berhubungan dengan aktivitas fisik yang berkaitan dengan proses mental dan psikologi
Hipotesis	:	anggapan dasar; sesuatu yang dianggap benar meskipun kebenarannya harus dibuktikan



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

**MATA PELAJARAN BIOLOGI
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)**

KELOMPOK KOMPETENSI C

PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN PADA MAKHLUK HIDUP

Penulis:

Yanni Puspitaningsih, M.Si., dkk.



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN BIOLOGI SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)

KELOMPOK KOMPETENSI C

PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN PADA MAKHLUK HIDUP

Penulis:

Yanni Puspitaningsih, S.Si., M.Si.

Arief Husein Maulani, S.Si., M.Si.

Ir. Santa, M.P.



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN BIOLOGI SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)

KELOMPOK KOMPETENSI C

PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN PADA MAKHLUK HIDUP

Penanggung Jawab

Dr. Sediono Abdullah

Penulis

<i>Yanni Puspitaningsih, S.Si., M.Si.</i>	<i>022-4231191</i>	<i>lko_yanni@yahoo.com</i>
<i>Arief Husein Maulani, S.Si., M.Si.</i>	<i>022-4231191</i>	<i>maula02@yahoo.com</i>
<i>Ir. Santa, M.P.</i>	<i>022-4231191</i>	<i>santavedca@yahoo.com</i>

Penyunting

Dr. Dedi Herawadi

Penelaah

Dr. Riandi
Dr. Sri Anggraeni, M.Si.
Dr. Soni Suhandono
Dra. Tati Hermawati, M.Si.
Drs. Triastono Imam P., M.Pd.

Penata Letak

Zuhe Safitra, M.Pd.

Copyright ©2016

*Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan
Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)
Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

Dilarang menggandakan sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk kepentingan komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

KATA SAMBUTAN

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar siswa. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi fokus perhatian pemerintah pusat maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

Pengembangan profesionalitas guru melalui program Guru Pembelajar (GP) merupakan upaya peningkatan kompetensi untuk semua guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui uji kompetensi guru (UKG) untuk kompetensi pedagogi dan profesional pada akhir tahun 2015. Hasil UKG menunjukkan peta kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG melalui program Guru Pembelajar. Tujuannya untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Guru Pembelajar dilaksanakan melalui pola tatap muka, dalam jaringan atau daring (*online*), dan campuran (*blended*) tatap muka dengan online.

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan dan Perikanan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LP3TK KPTK), dan Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Kepala Sekolah (LP2KS) merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan perangkat dan melaksanakan peningkatan kompetensi guru sesuai bidangnya. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut



adalah modul untuk program GP tatap muka dan GP online untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program GP memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan program GP ini untuk mewujudkan "Guru Mulia Karena Karya."

Jakarta, Februari 2016
Direktur Jenderal
Guru dan Tenaga Kependidikan

Sumarna Surapranata, Ph.D.
NIP. 195908011985032001

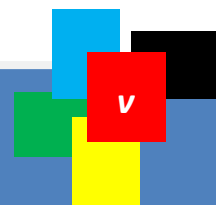
KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas selesainya Modul Guru Pembelajar Mata Pelajaran IPA SMP, Fisika SMA, Kimia SMA dan Biologi SMA. Modul ini merupakan model bahan belajar (*learning material*) yang dapat digunakan guru untuk belajar lebih mandiri dan aktif.

Modul Guru Pembelajar disusun dalam rangka fasilitasi program peningkatan kompetensi guru paska UKG yang telah diselenggarakan oleh Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan. Materi modul dikembangkan berdasarkan Standar Kompetensi Guru sesuai Peraturan Menteri Pendidikan Nasional nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru yang dijabarkan menjadi Indikator Pencapaian Kompetensi Guru.

Modul Guru Pembelajar untuk masing-masing mata pelajaran dijabarkan ke dalam 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Materi pada masing-masing modul kelompok kompetensi berisi materi kompetensi pedagogi dan kompetensi profesional guru mata pelajaran, uraian materi, tugas, dan kegiatan pembelajaran, serta diakhiri dengan evaluasi dan uji diri untuk mengetahui ketuntasan belajar. Bahan pengayaan dan pendalaman materi dimasukkan pada beberapa modul untuk mengakomodasi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta kegunaan dan aplikasinya dalam pembelajaran maupun kehidupan sehari-hari.

Modul ini telah ditelaah dan direvisi oleh tim, baik internal maupun eksternal (praktisi, pakar, dan para pengguna). Namun demikian, kami masih berharap kepada para penelaah dan pengguna untuk selalu memberikan masukan dan penyempurnaan sesuai kebutuhan dan perkembangan ilmu pengetahuan teknologi terkini.





Besar harapan kami kiranya kritik, saran, dan masukan untuk lebih menyempurnakan isi materi serta sistematika modul dapat disampaikan ke PPPPTK IPA untuk perbaikan edisi yang akan datang. Masukan-masukan dapat dikirimkan melalui email para penyusun modul atau ke: p4tkipa@yahoo.com.

Akhirnya kami menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada para pengarah dari jajaran Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Manajemen, Widyaiswara, Staf PPPPTK IPA, Dosen, Guru, dan Kepala Sekolah serta Pengawas Sekolah yang telah berpartisipasi dalam penyelesaian modul ini. Semoga peran serta dan kontribusi Bapak dan Ibu semuanya dapat memberikan nilai tambah dan manfaat dalam peningkatan kompetensi guru IPA di Indonesia.

Bandung, April 2016
Kepala PPPPTK IPA,

Dr. Sediono, M.Si.
NIP. 195909021983031002





DAFTAR ISI

	Hal
KATA SAMBUTAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	2
C. Peta Kompetensi	2
D. Ruang Lingkup	2
E. Cara Penggunaan Modul	3
KEGIATAN PEMBELAJARAN	
I. PETUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN PADA MAKHLUK HIDUP	5
A. Tujuan	5
B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	5
C. Uraian Materi	6
D. Aktivitas Pembelajaran	22
E. Latihan/Kasus/Tugas	26
F. Rangkuman	27
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	28
II. JARINGAN TUMBUHAN	30
A. Tujuan	30
B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	31
C. Uraian Materi	31
D. Aktivitas Pembelajaran	44
E. Latihan/Kasus/Tugas	49
F. Rangkuman	53
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	54



III. SISTEM PERNAPASAN PADA MANUSIA	55
A. Tujuan	55
B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	55
C. Uraian Materi	55
D. Aktivitas Pembelajaran	76
E. Latihan/Kasus/Tugas	78
F. Rangkuman	81
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	82
KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS	83
EVALUASI	85
PENUTUP	91
DAFTAR PUSTAKA	93
GLOSARIUM	95



DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 1.1	Rata-rata Ukuran Bagian-bagian Tubuh Bayi Baru Lahir Gabungan Laki-laki dan Perempuan	24
Tabel 1.2	Tinggi Badan, Lingkar Kepala, dan Panjang Lengan Untuk Kelompok Siswa dan Bayi Baru Lahir	24
Tabel 1.3	Rasio Tinggi Badan dan Lingkar Kepala (T:LK) dan Tinggi Badan dan Panjang Lengan (T:PL) (Data Kelas)	25
Tabel 2.1	Perbedaan Pembuluh Xylem dan Floem	42

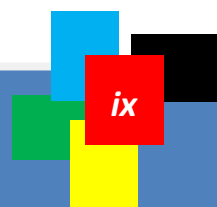


DAFTAR GAMBAR

		Hal
Gambar 1.1	Kurva Sigmoid	6
Gambar 1.2	Pertumbuhan Isometri Pada Ikan dan Salamander	8
Gambar 1.3	Pertumbuhan Alometri	9
Gambar 1.4	Pertumbuhan Alometri Pada Manusia	10
Gambar 1.5	Pertumbuhan Alometri Pada Kepiting	11
Gambar 1.6	Perkembangan Pada Tanaman <i>Brassica Rapa</i>	12
Gambar 1.7	Ayam Broiler	16
Gambar 1.8	Perbedaan Warna Kupu-kupu Yang Hidup Pada Musim Berbeda.	18
Gambar 1.9	Sapi Nenek Moyang dan Sekarang	20
Gambar 2.1	Letak Meristem Apikal Pada Ujung Akar dan Ujung Batang	33
Gambar 2.2	Meristem Interkalar Pada Batang Rumput-rumputan	34
Gambar 2.3	Jaringan Pada Daun Dengan Sel-sel Epidermis	36
Gambar 2.4	Letak Epidermis Terhadap Jaringan Lainnya Pada Penampang Melintang Batang Tumbuhan	36
Gambar 2.5	Stomata Yang Terletak Pada Epidermis	36
Gambar 2.6	Jaringan Parenkim	37
Gambar 2.7	Jaringan Kolenkim	38
Gambar 2.8	Jaringan Sklerenkim	39
Gambar 2.9	Sel Sklerenkim	39
Gambar 2.10	Skema Pembuluh Angkut	40
Gambar 2.11	Sel Trakeid	41



Gambar 2.12	Sel Prokariotik dan Eukariotik	42
Gambar 2.13	Jaringan Gabus	43
Gambar 3.1	Organ-Organ Pernapasan Manusia	56
Gambar 3.2	Kedudukan Tulang Rusuk dan Diafragma Pada Saat Inspirasi dan Ekspirasi	59
Gambar 3.3	Inspirasi dan Ekspirasi Pada Pemanasan Dada	61
Gambar 3.4	Inspirasi dan Ekspirasi Pada Pernapasan Perut	62
Gambar 3.5	Mekanisme Pertukaran O ₂ dan CO ₂ Pada Alveolus dan Pembuluh Kapiler	64
Gambar 3.6	Keadaan Faring Normal	68
Gambar 3.7	Peradangan Pada Faring	68
Gambar 3.8	Keadaan Saluran Pernafasan Normal	68
Gambar 3.9	Saluran Pernapasan Yang Mengalami Infeksi Akibat Dipetrit	68
Gambar 3.10	Keadaan Tonsil Normal	69
Gambar 3.11	Keadaan Tonsil Yang Mengalami Peradangan/tonsilitis	69
Gambar 3.12	Keadaan Saluran Bronkial Penderita Bronhitis	69
Gambar 3.13	Radang Membran Mukosa Pada Penderita Rhinitis	70
Gambar 3.14	Bronkiolus Pada Penderita Asma	70
Gambar 3.15	Keadaan Alveoli Pada Penderita Pneumonia	71
Gambar 3.16	Paru-paru yang Terkena TBC	72
Gambar 3.17	Keadaan Paru-paru Yang Terkena Emfisema	73



PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Metode dan Pendekatan Pembelajaran IPA dan implementasinya merupakan salah satu kompetensi yang harus dimiliki oleh seorang guru IPA. Metode dan pendekatan pembelajaran merupakan sebuah gambaran rencana guru yang sistematis dalam mencapai tujuan pembelajaran yang akan dimiliki oleh peserta didik yang meliputi aspek pengetahuan, sikap dan keterampilan.

Berbagai jenis metode dan pendekatan pembelajaran IPA yang digunakan oleh guru sangat dipengaruhi oleh pemahaman dan keyakinan guru tentang teori belajar. Seorang guru yang meyakini bahwa belajar merupakan sebuah perubahan tingkah laku (behavioristik) akan tampak dari rencana pelajaran yang dikembangkannya dominan dengan kegiatan guru dan miskin dengan aktivitas serta kreativitas siswa. Sementara guru yang meyakini bahwa belajar merupakan sebuah proses pembangunan struktur kognitif yang dimilikinya setelah mengalami serangkaian proses asimilasi, akomodasi dalam menerima informasi baru sehingga terciptanya sebuah keseimbangan tentang pengetahuan yang baru diterimanya akan mengembangkan sebuah proses pembelajaran yang akan mendorong siswa untuk secara aktif membangun pengetahuan baru berdasarkan pengetahuan awal peserta didik.

Keterampilan guru dalam memilih sebuah metode dan pendekatan pembelajaran akan mempengaruhi hasil belajar peserta didik dalam aspek-aspek pengetahuan, sikap serta keterampilan yang akan dimilikinya, sehingga pemilihan metode dan pendekatan dalam sebuah proses pembelajaran sangat menentukan dalam mengembangkan aspek-aspek tersebut.

Pada Modul Guru Pembelajar Kelompok Kompetensi C ini disajikan materi tentang berbagai jenis metode serta pendekatan yang dapat digunakan oleh guru



ketika melakukan perancangan pembelajaran. Guru dikenalkan pada berbagai jenis metode serta pendekatan yang berbeda dan dapat diimplementasikan di dalam kelas sesuai dengan tujuan pembelajaran yang dirancang oleh guru. Selain dikenalkan berbagai jenis metode dan pendekatan, guru pun diajak untuk berlatih mengimplementasikan metode dan pendekatan terhadap sebuah kompetensi dasar yang dipilih serta melakukan kegiatan praktek terhadap rencana yang telah dikembangkan oleh guru.

B. Tujuan

Setelah Anda belajar dengan modul ini diharapkan terampil dalam memilih metode dan pendekatan pembelajaran IPA serta mampu mendemonstrasikan metode serta pendekatan yang dipilihnya dalam sebuah praktek pembelajaran.

C. Peta Kompetensi

Kompetensi Inti dan Kompetensi Guru Mata Pelajaran yang diharapkan setelah guru guru pembelajar belajar dengan modul ini tercantum pada tabel 1 berikut:

Tabel 1 Kompetensi Inti dan Kompetensi Guru

Kompetensi Inti	Kompetensi Guru
2. Menguasai teori belajar dan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik	2.1. Memilih metode dan pendekatan pembelajaran yang sesuai dengan topik yang akan dibahas. 2.2. Merancang rencana pembelajaran dengan menggunakan metode dan pendekatan yang sesuai dengan perkembangan peserta didik 2.3. Menerapkan metode dan pendekatan pembelajaran IPA yang dipilih dalam proses pembelajaran.



D. Ruang Lingkup

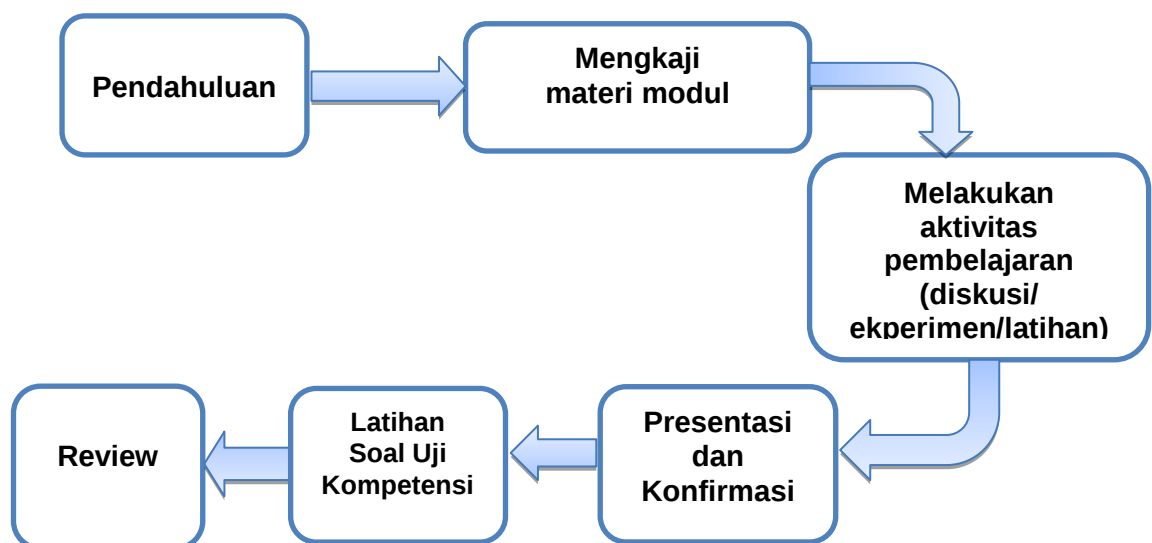
Ruang lingkup materi pada Modul ini disusun dalam empat bagian, yaitu bagian Pendahuluan, Kegiatan Pembelajaran, Evaluasi dan Penutup. Bagian pendahuluan berisi paparan tentang latar belakang modul kelompok kompetensi C, tujuan belajar, kompetensi guru yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, ruang lingkup dan saran penggunaan modul. Bagian kegiatan pembelajaran berisi Tujuan, Indikator Pencapaian Kompetensi, Uraian Materi, Aktivitas Pembelajaran, Latihan/Kasus/Tugas, Rangkuman, Umpan Balik dan Tindak Lanjut. Bagian akhir terdiri dari Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas, Evaluasi dan Penutup.

Rincian materi pada modul adalah sebagai berikut:

1. Metode-metode Pembelajaran IPA.
2. Pendekatan-pendekatan Pembelajaran dalam IPA
3. Pengembangan Rencana Pembelajaran dengan menggunakan metode dan pendekatan yang dipilih
4. Tindak lanjut pembelajaran berdasarkan hasil penilaian.

E. Cara Penggunaan Modul

Cara penggunaan modul pada setiap Kegiatan Pembelajaran secara umum sesuai dengan skenario pembelajaran. Langkah-langkah belajar secara umum adalah sebagai berikut.





Deskripsi Kegiatan

1. Pendahuluan

Pada kegiatan pendahuluan fasilitator memberi kesempatan kepada guru pembelajar untuk mempelajari:

- a. latar belakang yang memuat gambaran materi;
- b. tujuan penyusunan modul mencakup tujuan semua kegiatan pembelajaran setiap materi;
- c. kompetensi atau indikator yang akan dicapai atau ditingkatkan melalui modul;
- d. ruang lingkup materi kegiatan pembelajaran;
- e. langkah-langkah penggunaan modul.

2. Mengkaji Materi

Pada kegiatan ini fasilitator memberi kesempatan kepada guru pembelajar untuk mempelajari materi yang diuraikan secara singkat sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar. Peserta dapat mempelajari materi secara individual atau kelompok.

3. Melakukan Aktivitas Pembelajaran

Pada kegiatan ini guru pembelajar melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu/intruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, melakukan eksperimen, dan latihan.

Pada kegiatan ini guru pembelajar secara aktif menggali informasi, mengumpulkan data dan mengolah data sampai membuat kesimpulan kegiatan.

4. Presentasi dan Konfirmasi

Pada kegiatan ini guru pembelajar melakukan presentasi hasil kegiatan sedangkan fasilitator melakukan konfirmasi terhadap materi dibahas bersama.

5. Latihan Soal Uji Kompetensi

Pada kegiatan ini guru pembelajar berlatih menganalisis dan menjawab soal-soal yang kualitas dan tingkat kesukarannya setara dengan soal UKG.

6. Review Kegiatan

Pada kegiatan ini guru pembelajar dan penyaji mereview materi

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1:

PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN PADA MAKHLUK HIDUP

Pertumbuhan dan perkembangan merupakan dua istilah yang berbeda namun seringkali orang kesulitan untuk membedakannya. Bahkan, orang cenderung untuk menyamakan kedua istilah tersebut. Padahal, jika dikaji lebih dalam, kedua istilah tersebut sangatlah berbeda, karena dalam biologi, istilah pertumbuhan dan perkembangan, perbedaannya tidak hanya terbatas pada istilah saja tetapi juga sampai pada konsep keilmuannya.

Maka dari itu, jika kedua istilah tersebut belum dipahami secara benar menurut konsep keilmuannya, akan terjadi kesulitan yang lebih besar lagi manakala kita dihadapkan kepada konsep tentang reproduksi atau perkembangbiakan.

Karena itu, perlu dipahami secara jelas mengenai pertumbuhan dan perkembangan, apa dan bagaimana peranannya terhadap kelangsungan hidup organisme sampai kepada cara reproduksi organisme tersebut. Hal ini perlu untuk menghindari terjadinya kesalahan pengertian terhadap ketiga konsep yaitu pertumbuhan, perkembangan dan reproduksi atau perkembangbiakan, sehingga kita mampu mengaitkan antara konsep yang satu dengan konsep lainnya serta mampu menerapkan ketiga konsep tersebut dalam kehidupan nyata.

A. Tujuan

Setelah mempelajari materi in peserta memahami konsep, prinsip dan terminologi biologi perkembangan.

B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

1. Mendeskripsikan terminologi pertumbuhan dan perkembangan pada makhluk hidup.



2. Menjelaskan konsep dasar pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan, hewan dan manusia.
3. Mendeskripsikan proses pertumbuhan primer dan sekunder pada tumbuhan.
4. Menguraikan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan pada makhluk hidup.

C. Uraian Materi

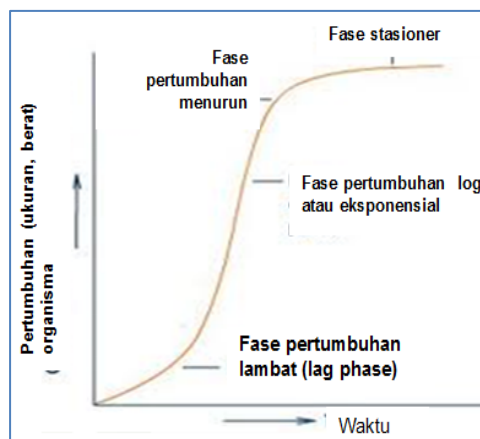
1. Apa Pertumbuhan Itu?

Mahluk hidup multiseluler berasal dari sel yang membelah secara mitosis secara berkelanjutan untuk membentuk jaringan-jaringan. Selain sel bertambah, yang menambah massa jaringan, ada juga sel-sel yaang mati yang mengurangi massa jaringan. Jika sel-sel baru yang hidup lebih banyak jumlahnya dari sel-sel yang mati, maka massa tubuh bertambah. Bagaimana jika sel baru yang hidup sama atau lebih sedikit dari sel-sel yang mati?

Pertumbuhan adalah suatu kondisi bertambahnya massa, volume, atau luas permukaan tubuh individu mahluk hidup seiring dengan bertambahnya waktu.

Laju pertumbuhan adalah pertumbuhan dibagi waktu.

Untuk memudahkan dalam mempelajari pertumbuhan maka dibuatlah grafik/kurva yang hubungan antara volume tubuh terhadap waktu. Telah diketahui bahwa kurvayang banyak digunakan untuk menganalisis pertumbuhan mahluk hidup dadalah kurva sigmoid.



Gambar 1.1. Kurva Sigmoid



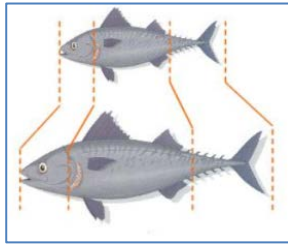
Pola pertumbuhan menurut kurva sigmoid pertumbuhan dibagi dalam empat fase yaitu: fase pertumbuhan lambat (lag phase), fase pertumbuhan logaritma /eksponensial (log phase), fase pertumbuhan menurun, dan fase stasioner (laju pertumbuhan nol). (Gambar 1.1), Pada fase lambat laju pertumbuhan rendah, penambahan sel terjadi secara lambat, ini terjadi karena sel-sel/tubuh masih beradaptasi dengan lingkungan. Pada fase eksponensial pertumbuhan terjadi dengan laju tinggi, di mana sel-sel bertambah dengan cepat. Pada fase stasioner pertumbuhan berlangsung dengan laju nol, artinya tidak ada lagi penambahan sel, karena jumlah sel baru yang hidup sama dengan jumlah sel-sel yang mati.

Pertumbuhan isometri vs alometri

Dalam pertumbuhan tubuh, anggota tubuh, dan organ mengalami perubahan bentuk dan ukuran, demikian juga fungsinya. Laju pertumbuhan antara organ tubuh satu dengan lainnya jika dibandingkan tentu bervariasi, bisa lebih cepat, lebih lambat, atau sama. Membandingkan pertumbuhan antara satu organ tubuh dengan organ lainnya dan juga fungsinya sangat menarik karena kita bisa memprediksi suatu sifat berdasarkan pertumbuhan organ tubuh tertentu. Berdasarkan perbandingan antara organ-organ maka dikenal dua jenis pertumbuhan yaitu isometri dan alometri.

Pertumbuhan isometri

Isometri berasal dari kata Latin (*iso*=sama, *metron*= ukuran), Pada pertumbuhan **isometri**, proporsi organisme relatif tetap sama; organisme dewasa tampak bentuknya sama dengan organisme muda. Organisme mengalami pertumbuhan tanpa bentuk tubuhnya berubah, ini terjadi karena semua komponen pada tubuh tersebut memiliki laju pertumbuhan sama. Pertumbuhan seperti ini disebut **pertumbuhan isometri**. Contoh hewan yang tumbuh seperti ini adalah ikan dan salamander (lihat Gambar 1.2). Pada ikan, misalnya, rasio antara kepala dan tubuh ikan yang masih kecil relatif sama dengan ikan yang sama dengan ikan yang sudah besar. Begitu juga rasio antara panjang ekor dengan panjang tubuh pada salamander. Rasio bagian tubuh dengan tubuh sama, hanya saja ukurannya berbeda.



Ikan



Salamander

Gambar 1.2. Pertumbuhan Isometri pada Ikan dan Salamander

Contoh lain pertumbuhan isometri adalah pertumbuhan pada tubuh dan rumah siput. Siput bentuknya tidak berubah walaupun ukuran dan volume kerabangnya bertambah. Tubuh siput yang terbungkuas oleh kerabang juga proporsional dengan panjangnya. Untuk menguji ini coba kamu kumpulkan 100 kerabang dengan berbagai ukuran. Ukur tinggi dan volume dari setiap siput dan buatlah grafik $\log(\text{volume})$ vs. $\log(\text{tinggi})$. Jika hubungannya isometrik maka akan diperoleh grafik garis lurus dengan kemiringan $(b) = 3$.

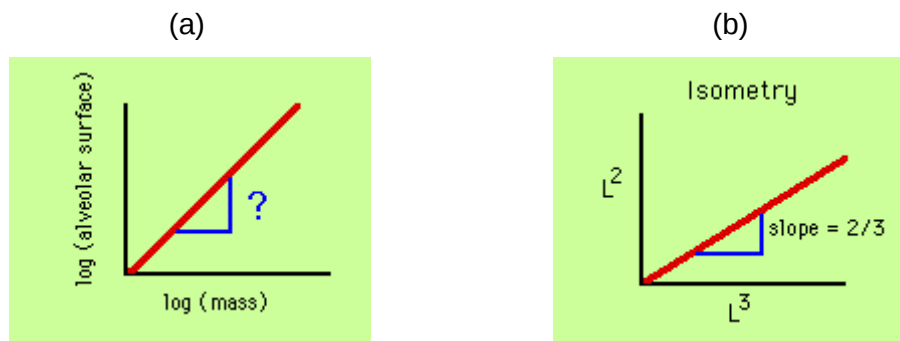
Contoh lain adalah pertumbuhan alveoli paru-paru. Fungsi paru-paru utamanya adalah untuk pertukaran gas, yang dilakukan oleh alveoli, kantung-kantung kecil yang diisi dengan udara dan dilapisi dengan pipa-pipa kapiler darah. Oksigen berdifusi dari udara ke dalam darah melewati permukaan alveoli sedangkan karbondioksida berdifusi ke arah yang berlawanan. Bagaimana kita menentukan luas permukaan alveoli berdasarkan massa tubuh dari tikus hingga gajah?

Jika hewan besar secara geometris sama dengan hewan kecil, maka hubungan antara permukaan alveolus dan massa tubuh bisa diprediksi.

Pertumbuhan isometri mengikuti hukum kuadrat-kubik. Suatu organisme yang panjangnya bertambah dua kali lipat secara isometri maka permukaannya akan bertambah empat kali lipat, sedangkan volume dan massanya akan meningkat delapan kali lipat. Hukum tersebut diterapkan pada hewan sebagai berikut; massa tubuh hewan merupakan jaringan-jaringan yang aktif secara biologis yang bisa bertahan apabila ditunjang oleh kerja organ-organ pernapasan. Jika jaringan tubuh telah meningkat menjadi delapan kali lipat, maka ukuran luas permukaan organ pernapasan pun harus meningkat untuk memenuhi kebutuhan akan oksigen.



Jika Y = luas permukaan alveolus dan x = massa tubuh, maka dengan menggunakan fungsi berpangkat hubungan itu bisa dinyatakan dengan persamaan $Y = X^b$.



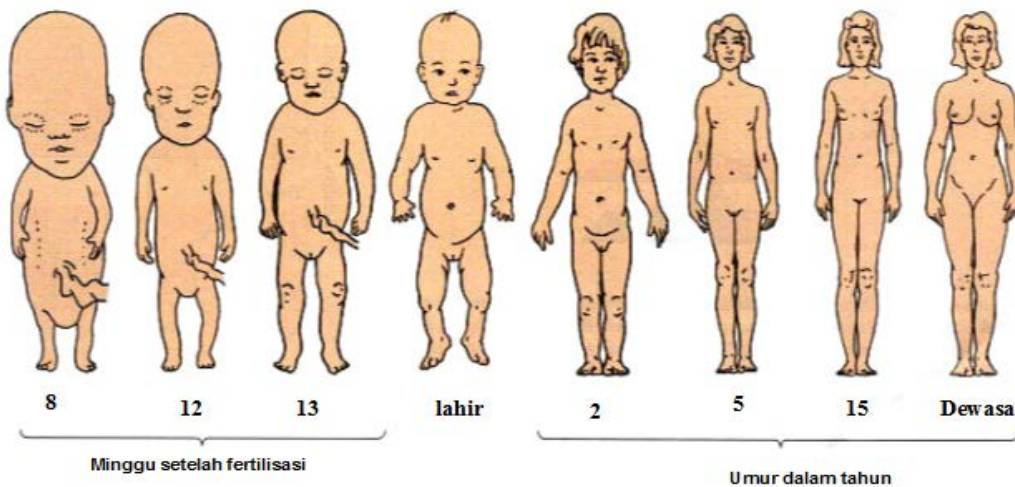
Gambar 1.3 Pertumbuhan alometri

dan grafiknya ditunjukkan dengan Gambar 1.3 (a). Dari gambar tersebut terlihat bahwa luas permukaan alveolus proporsional dengan massa tubuh. Berapa nilai koefisien b ini? Berdasarkan nilai b , apakah hubungannya isometri.

Perhatikan bahwa jika nilai $b=1$, maka isometri. Karena massa tubuh proporsional dengan volumenya (sebab densitas tubuh hewan sama), maka ,nilai b bisa dihitung sebagai eksponen sumbu y dibagi dengan komponen x , dalam hal ini $b= 2/3$ atau 0.67 (perhatikan Gambar 2.20 (b)), berarti pertumbuhannya alometri. Perhatikan bahwa L^2 adalah luas alveoli dan L^3 adalah volume permukaan tubuh.

Pertumbuhan alometri

Perhatikanlah baik-baik tubuh bayi, anak-anak, remaja dan orang dewasa. Bayi, proporsi kepala dari tubuhnya lebih besar daripada orang dewasa. Setelah tumbuh menjadi anak-anak, remaja dan dewasa perbedaan proporsi kepala dengan tubuhnya berkurang, laju pertumbuhan kepalanya melambat, dan bagian-bagian tubuh lainnya bertambah cepat. Ini adalah contoh pertumbuhan alometri. Pertumbuhan **alometri** adalah pertumbuhan di mana proporsi bagian – bagian tubuh organisme berbeda. Alometri berasal dari kata Latin (*allo*=berbeda, *metron*=ukuran). Sebagai contoh saat lahir, kepala manusia proporsinya kira-kira 1/4 dari tubuh, tapi pada usia 14 tahun manusia yang sama tersebut proporsi kepalanya adalah 1/8 dari tubuh (Lihat **Gambar 1.4**).



Gambar 1.4. Pertumbuhan alometrik pada manusia

Tangan dan kaki manusia tumbuh lebih cepat daripada kerangka dan kepala, itulah sebabnya bentuk tubuh orang dewasa berbeda kelihatannya dengan bayi.

Rumus untuk pertumbuhan alometri adalah sebagai berikut:

$$Y = bX^{a/c}$$

Dimana a dan c laju pertumbuhan antara dua bagian, b adalah nilai Y dimana $x = 1$. Jika $a/c > 1$, maka bagian tubuh a tumbuh lebih cepat dari bagian c disebut **alometri positif**. Jika nilai $a/c < 1$ disebut **alometri negatif**. Untuk memudahkan dalam pembuatan grafik maka persamaan di atas diubah ke dalam persamaan logaritma:

$$\log Y = \log b + \left(\frac{a}{c}\right) \log X$$

Contoh lain pertumbuhan alometri yang sangat jelas adalah pertumbuhan kepiting fiddler (*Ucapugnax*). Pada jantan kecil, dua capitnya sama berat, masing-masing sekira 8% dari total bobot kepiting. Setelah kepiting tumbuh menjadi besar, satu satu capitnya, yang disebut chela, tumbuh menjadi lebih cepat sehingga beratnya 38% berat kepiting (Lihat Gambar 1.5).



Gambar 1.5. Pertumbuhan alometri pada kepiting

Jika data pertumbuhan chela diplot dalam kertas milimeter blok yang menunjukkan (massa tubuh pada sumbu x, dan massa chela pada sumbu y), maka kita akan dapatkan garis miring (slope) dengan nilai rasio a/c . Pada *pugnax* yang namanya berarti capit besar, rasionya adalah 6:1. Ini artinya massa chela meningkat enam kali lebih cepat daripada masa bagian tubuh lainnya. Pada kepiting betina, kedua capitnya tetap tumbuh dengan laju yang sama sehingga beratnya tetap 8% dari berat tubuhnya selama pertumbuhannya. Hanya jantan yang memiliki pertumbuhan alometri pada capitnya sehingga ukurannya lebih besar mengapa? Ini ada hubungannya dengan pertahanan sifat-sifat kejantanannya. Untuk lebih tepatnya menentukan apakah alometri atau isometri maka perlu dilakukan analisis statistik (regresi data yang diperoleh).

2. Apa Perkembangan Itu?

Perkembangan terjadinya perubahan morfologi progresif. Mulai dari zigot yang membelah, terus berlanjut membentuk sel-sel lain, jaringan, jaringan baru dan organ-organ baru melalui proses diferensiasi morfogenesis sehingga pada akhirnya terbentuk makhluk hidup yang sempurna. Sebagai contoh kita ambil perkembangan tanaman *Brasica rapa*.

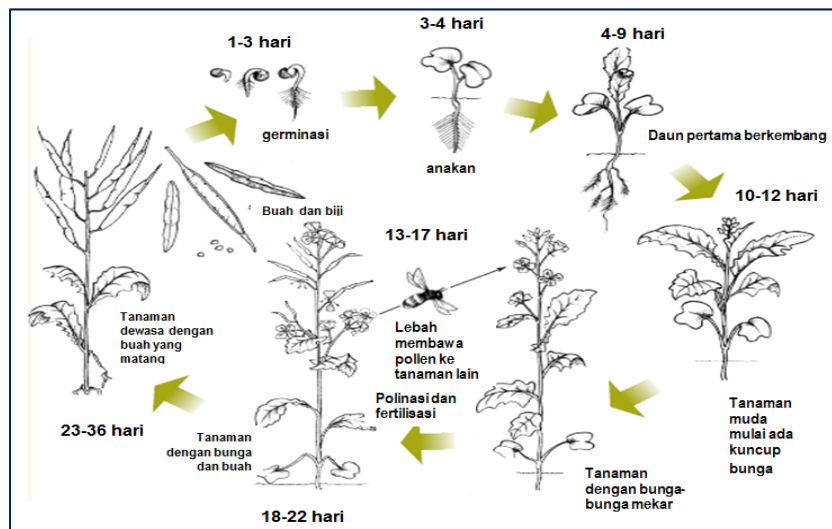
Perkembangan tanaman dimulai dari germinasi (perkecambahan) yaitu berkembangnya embrio dari fase istirahat. Pada germinasi energi yang tersimpan dalam biji diserap oleh embrio. Embrio mulai tumbuh, ukurannya meningkat, jumlah sel-selnya makin banyak dan bertambah kompleks, dan terbentuklah jaringan dan organ organ. Lingkungan dan genetik memainkan peranan



penting dalam mengatur pertumbuhan dan perkembangan. Energi untuk pertumbuhan berasal dari fotosintesis.

Munculnya bunga adalah awal dari reproduksi seksual. Bunga menghasilkan sel-sel kelamin (spermatan telur) adalah fungsi utama bunga. Dengan adanya bunga maka tanaman dapat melakukan penyerbukan. Penyerbukan (pollination) adalah proses perkawinan pada tanaman. Pada bunga, serbuk sari (pollen), hinggap di kepala putik (stigma) melalui berbagai mekanisme. Pada tanaman braseca, serbuk sari mencapai serbuk sari karena dibawa oleh lebah dan serangga-serangga lain.

Dengan penyerbukan maka terjadi fertilisasi, selanjutnya terjadi zigot dan embrio. Embrio berkembang menjadi individu tanaman baru. Berikut ini deskripsi tahap-tahap perkembangan tumbuhan Brassica rapa (sawi putih). Daur hidup Brassica rapa cukup pendek yaitu 35-40 hari dari mulai biji ditanam hingga biji dipanen. (lihat Gambar 2.2). Coba tuliskan fase-fase perkembangan dari tanaman tersebut sesuai dengan gambar secara kronologis.



Gambar 1.6 Perkembangan Pada Tanaman Brassica Rapa

3. Pertumbuhan Primer dan Sekunder

Dalam sudut pandang kita sebagai manusia yang terbiasa dengan hal-hal yang relatif cepat, mungkin pertumbuhan pada tumbuhan terlihat lambat dan perlahan. Padahal, jika kita amati secara seksama, maka setiap harinya akan ada pertumbuhan yang terjadi, meskipun hanya sedikit. Untuk mengukur seberapa



cepat pertumbuhan tanaman, kita dapat menggunakan sebuah alat auksanometer. Pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan berjalan secara simultan yang artinya keduanya saling mendukung untuk mencapai tingkat kedewasaan.

Tahapan atau Jenis Pertumbuhan Pertumbuhan dapat terjadi karena adanya aktivitas pada daerah titik tumbuh. Titik tumbuh merupakan daerah atau bagian pada tumbuhan yang dapat mengalami pertambahan panjang lebih cepat dari bagian lainnya. Berdasarkan asal meristemnya, pertumbuhan pada tanaman dibedakan menjadi dua, yaitu: Pertumbuhan Primer Pertumbuhan primer merupakan pertumbuhan dasar yang dapat terjadi akibat adanya aktivitas pembelahan sel pada jaringan meristem primer. Jaringan meristem primer ini berada pada daerah titik tumbuh primer yaitu ujung akar dan ujung batang. Pada jaringan meristem terdapat titik atau bagian yang aktif membelah.

Tumbuhan atau tanaman yang kita tanam di kebun atau di halaman rumah dapat bertambah tinggi dan bertambah besar tidak lain adalah karena adanya jaringan meristem primer pada ujung akar dan ujung batang yang memungkinkan tumbuhan untuk tumbuh. Jika dikaji lebih dalam, maka terdapat dua hal yang memungkinkan tumbuhan bertambah tinggi dan bertambah besar, yaitu: Pembelahan mitosis pada meristem di titik tumbuh primer dan sekunder yang menghasilkan pertambahan jumlah sel. Pertambahan komponen-komponen seluler dan diferensiasi sel.

Titik tumbuh primer pada akar dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu: Daerah pembelahan sel (cleavage) Daerah pemanjangan (elongasi) Daerah pendewasaan (diferensiasi). Pada ujung akar terdapat daerah tudung akar (kaliptra) yang berfungsi untuk mensekresikan cairan polisakarida untuk melumasi tanah di sekitar titik pertumbuhan dan melindungi daerah meristem akar. Selain pada ujung-ujung akar dan batang, pertumbuhan primer juga terjadi pada waktu embrional yaitu ketika zigot tumbuh menjadi embrio atau lembaga di dalam biji.

Pada tahap embrional, terdapat tiga daerah yang menjadi bagian dari pertumbuhan primer yaitu tunas embrionik, akar embrionik, dan kotiledon yang merupakan hasil dari perkembangan biji. Pertumbuhan Sekunder Pertumbuhan



sekunder merupakan pertumbuhan yang terjadi akibat adanya aktivitas jaringan meristem sekunder yang terdapat pada tumbuhan. Pada tumbuhan dikotil, jaringan meristem sekunder berupa kambium dan kambium gabus. Pada tumbuhan monokotil, hanya sebagian saja yang mengalami pertumbuhan sekunder (pertambahan diameter batang) yaitu kelompok palem-paleman. Jaringan kambium dapat membelah secara mitosis.

Sel-sel kambium yang terdapat pada batang akan membelah ke arah dalam dan ke arah luar. Ketika sel-sel kambium membelah ke arah dalam maka akan terbentuk xilem dan jika sel-sel kambium membelah ke arah luar, maka akan terbentuk floem. Meskipun membelah ke dalam dan ke luar, jaringan kambium tetap dipertahankan keberadaannya. Kambium pada tumbuhan terdiri dari dua macam, yaitu kambium vaskuler dan kambium gabus. Kambium vaskuler terletak di antara berkas pengangkut (xilem dan floem) dan membentuk lingkaran pada batang dan akar. Kambium vaskuler dapat membelah ke arah dalam dan ke luar membentuk xilem dan floem sekunder. Pertumbuhan ke arah dalam menghasilkan unsur kayu. Pertumbuhan kambium vaskuler inilah yang membentuk formasi lingkaran tahun.

Timbulnya formasi lingkaran tahun pada batang terjadi karena adanya pengaruh musim terhadap pembentukan xilem dan floem sekunder. Pada daerah yang mengalami empat musim, pertumbuhan terjadi pada musim semi. Pada musim dingin dan musim gugur akan terjadi peristiwa dorman. Dorman merupakan kondisi istirahat atau tanpa gerakan dengan cara memperlambat metabolisme. Pada musim panas, pembuluh xilem berukuran kecil.

Perbedaan inilah yang menghasilkan formasi lingkaran tahun yang dapat digunakan untuk menentukan usia tanaman. Bagian batang yang mengalami pertumbuhan paling cepat adalah ujung batang. Dengan demikian, daerah pertumbuhan pada batang terletak di ujung batang dengan pembagian daerah yang berbeda-beda. Pemanjangan batang pada tumbuhan dikotil secara umum terjadi melalui pertumbuhan antar ruas yang lebih tua di bawah ujung batang.



4. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan

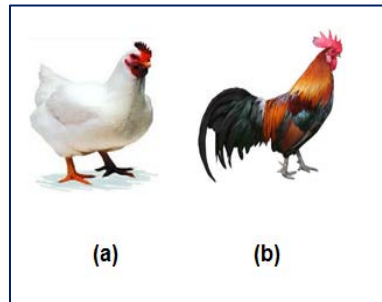
Peternak memilih "strain" ternak tertentu yang banyak menghasilkan daging, susu maupun telur. Selain itu peternak memberi pakan dan minum yang baik, memelihara lingkungan supaya nyaman bagi ternaknya, membersihkan ternak, dan melakukan pengobatan ternak tersebut agar menjadi sehat menghasilkan anak yang banyak.

Berdasarkan ilustrasi di atas maka kita menyadari bahwa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan itu cukup banyak. Namun secara umum faktor-faktor tersebut dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu : faktor genetik dan faktor lingkungan.

a. Faktor Genetis

Tidak semua orang mempunyai tinggi badan yang sama. Kemampuan untuk menjadi tinggi atau pendek diperoleh berdasarkan sifat yang diwariskan dari orang tuanya, sehingga anak yang tinggi biasanya berasal dari orang tua yang tinggi pula. Unit pembawa sifat disebut gen (yang substansinya adalah DNA, makromolekul yang ada dalam kromosom). Setiap anak akan mewarisi sifat setengah dari ayahnya, dan setengah dari ibunya. Kumpulan gen yang terdapat pada setiap individu bervariasi. Gen ini kemudian akan diekspresikan dalam bentuk berbagai sifat baik morfologi maupun fisiologi.

Timbulnya kelainan khusus tertentu dapat diakibatkan oleh keberadaan gen abnormal yang diwarisi dari orang tuanya. Misalnya beberapa anak yang bertubuh kerdil, mungkin terjadi karena susunan genetiknya dan bukan karena gangguan endokrin atau gizi. Hereditas (pewarisan sifat) memang tidak disangsikan lagi mempunyai peranan yang besar dalam pembentukan karakteristik seseorang, tetapi pengaruh lingkungan terhadap orang tersebut tidak dapat diabaikan. Sekarang para ahli psikologi anak berpendapat bahwa hereditas lebih banyak mempengaruhi morfologi, fisiologi, dan inteligensi seorang anak. Sedangkan sifat-sifat emosional seperti perasaan takut, kemauan dan temperamen lebih banyak dipengaruhi oleh lingkungan.



Gambar 1.7 Ayam Broiler (a) dan ayam kampung (b) memiliki faktor genetik yang berbeda

Pengaruh faktor genetis lebih jelas pada hewan bibit unggul. Contohnya adalah ayam broiler (Gambar 1.7 (a)) memiliki sifat cepat tumbuh, karena memiliki gen-gen dari tetuanya yang menentukan sifat tersebut, sedangkan ayam kampung (Gambar 1.7 (b)) tidak memiliki sifat tersebut. Pertanyaannya adalah, walaupun ayam broiler tersebut memiliki gen-gen yang membawa sifat pertumbuhan cepat, apakah akan bisa tumbuh dengan cepat jika tidak diberi pakan yang cukup dan berkualitas?

Faktor Hormonal. Kerja hormon dalam tubuh mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan. Namun demikian bagaimana hormon itu bekerja dipengaruhi oleh materi genetik dalam sel-sel tubuh. Jika sel-sel tubuh mengandung cacat genetik maka akan ada gangguan kerja hormonal, sehingga pertumbuhan dan perkembanganpun bisa terganggu.

Hormon-Hormon pada Manusia/Hewan

Berikut ini dikemukakan beberapa hormon yang mempengaruhi pertumbuhan pada manusia.

Hormon Pertumbuhan (Growth Hormone)

Hormon ini dihasilkan oleh kelenjar pituitari yang terletak di dasar otak. Fungsi GH adalah mempengaruhi pertumbuhan jumlah sel tulang. Produksi GH yang berlebihan selama perkembangan anak-anak, dapat mengakibatkan *Gigantisme* atau tubuh seperti raksasa. Jika produksi GH yang berlebihan ini terjadi pada masa dewasa, maka dapat menyebabkan pertumbuhan tulang yang abnormal pada lengan, kaki, dan kepala. Kondisi ini dikenal dengan sebutan *Akromegali*. Kekurangan produksi GH pada masa anak-anak dapat menyebabkan suatu kondisi yang disebut *dwarfism*, dimana rangka tidak tumbuh seperti ukuran normal. Pengobatan untuk anak-anak yang mengalami



kekurangan GH dilakukan dengan pemberian GH yang diambil dari pituitari orang yang sudah meninggal. Akan tetapi persediaan GH yang diperoleh dengan cara ini tidak mencukupi kebutuhan, oleh karena itu dilakukan rekayasa genetik untuk memproduksi GH oleh bakteri.

Hormon Tiroid

Hormon ini memainkan peranan yang penting dalam perkembangan dan pendewasaan seseorang, yaitu mempengaruhi pertumbuhan dan kematangan tulang, serta untuk pembentukan percabangan sel-sel saraf selama perkembangan embrionik otak. Secara umum, hormon ini juga berperan penting dalam bioenergetika (studi tentang bagaimana organisme mengelola sumberdaya energinya), yaitu dengan cara meningkatkan laju konsumsi oksigen dan metabolisme sel. Pengeluaran hormon tiroid yang berlebihan akan mengakibatkan *hipertiroidisme*, dengan gejala seperti suhu tubuh tinggi, banyak berkeringat, penurunan bobot tubuh, dan tekanan darah tinggi. Sebaliknya kekurangan hormon tiroid pada bayi, dapat menyebabkan *kretinisme* yang mengakibatkan pertumbuhan rangka sangat terhambat dan perkembangan mental yang buruk. Sedangkan pada orang dewasa dapat mengakibatkan *hipotiroidisme*, yang ditandai dengan peningkatan bobot tubuh, lamban, pembesaran kelenjar tiroid (gondok), dan tidak tahan udara dingin. Sesuai dengan namanya, hormon tiroid dihasilkan oleh kelenjar tiroid (kelenjar gondok) yang terletak di permukaan tenggorokan.

Hormon tanaman

Hormon-hormon tanaman yang terkenal adalah absisin, auksin, giberelin dan etilokalin.

Asam absisat, absisin: hormon tumbuhan yang terlibat dalam proses-proses perkembangan tumbuhan seperti pengguguran daun, respon terhadap cekaman terhadap lingkungan, penghambatan pematangan buah, penghambatan perkecambahan. Dihasilkan oleh akar tanaman dan kuncup terminal, ujung atas tanaman

Auksin, asam indolasetat: kelompok hormon tanaman yang membuat sel-sel tumbuh memanjang sebagai respon terhadap lingkungan (fototropisme) ,



membuat tanaman tumbuh, memicu meristem apical-akar-daun-bunga-tempat diproduksi auksin tumbuh .

Giberelin, Gibberelic acid, hormon tanaman dan fungi dengan rumus kimia $C_{19}H_{22}O_6$. Berfungsi untuk memicu pertumbuhan embrio dalam germinasi. Dihasilkan oleh embrio dan menyebar ke endosperm untuk menginduksi enzim amilase sehingga pati di dalamnya dapat digunakan oleh embrio.

Rhizokalin adalah hormon yang menstimulasi pertumbuhan akar tanaman

b. Faktor Lingkungan

Lingkungan adalah segala sesuatu yang berada di luar, atau datang dari luar tubuh individu makhluk hidup, misalnya cahaya, temperatur, air, tanah, makanan, kuman penyakit, obat, organisme lain dan sebagainya. Faktor lingkungan sangat mempengaruhi pertumbuhan dan distribusi geografis tanaman. Faktor-faktor tersebut menentukan kecocokan tanaman untuk lokasi tertentu, pola tanam, praktik pemeliharaan dan sarana-sarana produksi yang diperlukan. Tanaman akan tumbuh dan menghasilkan panen yang baik jika ditanam pada lingkungan yang cocok. Dalam memproduksi tanaman, penting untuk memahami bagaimana faktor lingkungan ini mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pada hewan faktor lingkungan tidak kalah pentingnya, hewan-hewan yang memiliki mobilitas tinggi akan bermigrasi ke lingkungan cocok untuk mendapatkan makanan dan bereproduksi. Perkembangan banyak organisme dipengaruhi oleh lingkungan. Kupu-kupu, misalnya, mewarisi kemampuan untuk memiliki warna sayap yang berbeda pada temperatur atau panjang hari yang berbeda pada masa ulatnya sebelum metamorfosis. (Gambar 1.8). Bagaimana perkembangan organisme ini terintegrasi dengan konteks yang lebih luas yaitu habitat?



Gambar 1.8. Perbedaan Warna Kupu-kupu yang Hidup pada Musim Berbeda.



Cahaya

Sinar matahari penting bagi tanaman. Produksi bahan kering tanaman sering meningkat dengan meningkatnya jumlah cahaya. Jumlah cahaya yang diterima tanaman ditentukan oleh intensitas dan lama penyinaran atau panjang hari. Intensitas cahaya berubah dengan ketinggian tempat (altitude), jarak dari khatulistiwa (latitude), dan musim, dan faktor-faktor lain seperti awan, debu, asap, kabut. Jumlah total cahaya yang diterima tanaman juga dipengaruhi oleh sistem pertanaman dan jarak tanam. Tanaman berbeda membutuhkan cahaya yang berbeda. Berdasarkan kebutuhan cahaya; tanaman dikelompokkan dalam tiga kelompok:

- (1). Tanaman hari pendek: berbunga jika panjang harinya pendek.
- (2). Tanaman hari panjang: berbunga jika panjang harinya meningkat.
- (3). Tanaman netral: berbunga tidak dipengaruhi panjang hari.

Temperatur

Temperature mempengaruhi fotosintesis, air dan penyerapan nutrisi, transpirasi, respirasi, dan aktivitas enzim. Faktor-faktor tersebut mempengaruhi perkembangan bahan, pembungaan, viabilitas serbuk sari, pembentukan buah, laju kematangan buah, layu, produksi, kualitas, lama panen, dan masa simpan. Tanaman berbeda membutuhkan temperatur yang berbeda.

Namun kebanyakan spesies tanaman membutuhkan temperature sekitar 25°C. Kebutuhan temperature (biasanya didasarkan temperature malam hari) bagi tanaman adalah sebagai berikut:

Air

Air sangat penting bagi spesies tanaman apapun. Tanaman dikelompokkan menurut habitatnya sesuai dengan ketersediaan air:

- **Hidrofit** adalah tanaman yang hidup di daerah/tanah yang jenuh dengan air.
- **Mesofit** adalah tanaman darat yang tumbuh di tanah yang tidak terlalu basah dan juga tidak terlalu kering.
- **Xerofit** adalah tanaman yang hidup di daerah kering dengan kemarau yang panjang.



Tanah

Tanah merupakan media tempat tumbuh tanaman dimana tanaman menyerap air dan nutrisi/mineral agar dapat tumbuh dengan normal. Tanah tersusun oleh: mineral, bahan organik, dan air.



Gambar 1.9. Sapi nenek moyang (kiri) dan sapi sekarang (kanan)

Proporsi empat komponen ini menentukan sifat tanah seperti tipe tanah, pH tanah, dan kesuburan tanah. Para petani melakukan manipulasi terhadap faktor-faktor lingkungan agar tanaman tumbuh dengan optimal. Misalkan saja menanam tanaman dalam *green house* (rumah kaca) yang temperatur dan pencahayaannya terkendali, pemberian pupuk, penggunaan insektisida, zat perangsang tubuh (hormon).

Interaksi genetik dan lingkungan.

Proses pertumbuhan dan perkembangan terjadi pada tingkat sel. Pertumbuhan dan perkembangan ini ditentukan oleh gen ganda yaitu berbagai gen yang menentukan berbagai sifat misalnya pada hewan ternak gen yang menentukan nafsu makan, deposisi jaringan, perkembangan rangka, pemakaian energi, dan komposisi tubuh. Faktor-faktor genetik ini bisa diwariskan/diturunkan kepada keturunannya. Namun demikian, faktor genetik akan muncul sebagai fenotif (sifat yang tampak pada tubuh hewan ternak) hanya jika didukung oleh lingkungan (nutrisi, penyakit, parasit, luka, tempat hidup dan lain-lain) yang menunjang. Misalkan saja pada perah (Gambar 1.9) memiliki gen-gen yang dengan kuat menentukan produksi susu, tapi jika tidak diberi pakan berkualitas dan dicegah penyakit yang mungkin menyerang sapi tersebut tersebut tidak akan menghasilkan susu banyak.



Faktor genetik harus bekerjasama dengan faktor lingkungan untuk dapat memunculkan sifat (fenotif). Bahkan lingkungan itulah yang pengaruhnya lebih besar. Para ahli genetika mengungkapkan pernyataan itu dalam suatu rumus:

$$F = G + E$$

Diartikan variasi fenotif adalah gabungan dari variasi genetik dengan variasi lingkungan.

Dalam kehidupan sehari-hari misalnya banyak orang meyakini bahwa kemampuan seseorang ditentukan oleh bakat (faktor keturunan), namun demikian harus pula disertai dengan pendidikan dan latihan yang baik dan memadai. Dalam jangka panjang pengaruh lingkungan ini tidak saja mengubah munculnya fenotif dari genotif yang ada dalam sel organisme. Lingkungan menyebabkan perubahan struktur makromolekul DNA dan diekspresikan dalam sifat-sifat fenotip makhluk hidup, inilah akar penyebab dari evolusi.

Manusia dapat menyebabkan evolusi terjadi dengan cepat terjadi pada tanaman budidaya dan hewan ternak. Para petani pada awalnya memperoleh bibit-bibit tanaman dari alam bebas, tapi selama ratusan tahun petani melakukan pemuliaan tanaman (seleksi) dengan mengembangbiakan tanaman-tanaman yang unggul, dengan demikian diperoleh tanaman yang ada seperti sekarang ini. Demikian pula dengan peternak. Pada awalnya manusia memperoleh hewan-hewan liar dengan cara berburu di hutan atau hutan/alam bebas. Bisa dibayangkan asalnya hewan itu bersifat liar, produksinya sedikit, tetapi setelah ratusan tahun terciptalah ternak unggul seperti yang ada sekarang ini.



D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN

LEMBAR KERJA-2 PERTUMBUHAN ISOMETRI DAN ALOMETRI

A. Pengantar

Dalam kegiatan ini kamu akan mengkoleksi data untuk membandingkan rasio tinggi badan terhadap panjang beberapa bagian tubuh pada sisw-siswa di kelas dengan rasio pada bayi yang baru lahir. Data ini akan memberi informasi apa bagian-baggian tubuh tersebut tumbbuh secara isometri atau alometri. Dalam kegiatan ini sewa akan mendisain eksperimen, mengumpulkan data, dan mengolah data. Data bayi yang baru lahir diberikan pada Tabel 1.1

Dalam kegiatan ini, dua bagian tubuh yang akan diukur adalah lingkaran kepala dan panjang lengan. Mintalah dalam beberapa menit siswa-siswa mengajukan pertanyaan spesifik yang bisa anda jawab tentang pertumbuhan (allometric, isometric) lingkaran kepala dan panjang lengan hubungannnya dengan tinggi badan pada manusia.

B. Tujuan

Tujuan kegiatan ini adalah membandingkan rasio tinggi badan terhadap lingkaran kepala dan panjang lengan pada siswa dengan pada anak yang baru lahir.

C. Kompetensi dasar

Memmbuat kesimpulan dari hasil pengolahan data

D. Indikator Kompetensi

Mengumpulkan data

Menganalisis data

Menyimpulkan data: isometri-allometri



E. Alat dan Bahan

Pita ukur badan

Tongkat ukur badan atau mistar

Kalkulator atau komputer program excel

Data bayi baru lahir (Tabel 2.3).

F. Langkah Kerja

Mintalah siswa bekerja secara berkelompok dan mendiskusikan disain eksperimen (kegiatan) yang akan dilakukan. Dalam diskusi bicarakanlah variabel-variabel sebagai berikut:

Apa variabel bebas dari percobaan?

Apa variabel tergantung dari percobaan?

Apa variabel kontrol dari percobaan?

Sesudah itu lakukanlah langkah-langkah kegiatan di bawah ini:

1. Ukurlah tinggi badan (T), lingkar kepala (LK), dan panjang lengan (PL) untuk setiap anggota kelompok dalam cm, catat hasilnya pada **Tabel 2.4**.
2. Hitunglah rasio (T:LK) untuk setiap anggota kelompok (dengan membagi T/LK).
3. Catatlah data bayi yang baru lahir (dari **Tabel 2.3**) dalam **Tabel 2.4**
4. Hitung rasio (T:LK) untuk bayi yang baru lahir
5. Ikuti dengan cara yang sama untuk (T:PL) dan catat hasilnya pada Tabel 2.4.
6. Masukkan data kelompok ke dalam data kelas
7. Hitung rata-rata rasio dengan menggunakan data kelas pada **Tabel 2.4**.



Tabel 1.1. Rata-rata Ukuran Bagian-bagian Tubuh Bayi Baru lahir Gabungan Laki-laki dan Perempuan.

Bagian Tubuh	Deskripsi Pengukuran	Ukuran (cm)
Panjang/Tinggi	Dari telapak kaki hingga atas kepala	48
Lingkar kepala	Badian kepala dengan diameter terbesar	33
Panjang lengan	Dari sendi bahu ke ujung jari tengah	20
Panjang telapak tangan	Dari pergelangan ke ujung jari tengah	6
Depa, bentangan tangan	Jarak antara dua ujung jari tengah saat lengan dibentangkan.	51
Panjang kaki	Jarak antara telapak kaki dengan sendi antra paha dan pinggul di samping	18
Panjang kepala-pantat	Jarak dari kepala ke pantat dalam posisi duduk	33
Panjang Telapak kaki	Jarak dari tumit ke ujung jempol kaki dalam posisi berdiri menginjak mistar atau pita ukur	7.5

Sumber: Hall (2007).

Tabel 1.2. Tinggi badan, lingkar kepala, dan panjang lengan untuk kelompok siswa dan bayi baru lahir.

Nama Siswa	Jenis kelamin (L/P)	Tinggi Badan (cm)	Lingkar kepala (cm)	Panjang lengan (cm)	Rasio T:LK	Rasio T:PL
Data bayi baru lahir						



Tabel 1.3. Rasio Tinggi Badan dan lingkaran kepala (T:LK) dan Tinggi Badan dan panjang Lengan (T:PL) (Data Kelas)

Kelompok	T:LK	T:LP

7. Perhatikan data rasio T:LK dan T:LP apakah rasionya hampir sama? Dari data tersebut dapatkah disimpulkan bahwa pertumbuhannya alometri
8. Dengan menggunakan persamaan matematika berikut:

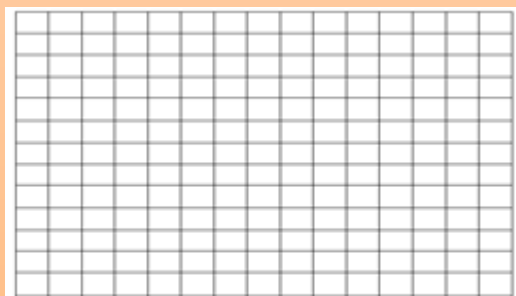
$$Y = aX^b$$

Di mana Y = tinggi badan dan X= lingkaran kepala atau panjang lengan
carilah nilai dengan mengubah persamaan di atas dalam bentuk logaritma

$$\log Y = \log a + b \log X$$

Nilai b dicari dengan cara membuat persamaan regresi dimana nilai b adalah nilai regresi yang bisa dihitung dengan program excel.

9. Atau, buatlah grafik hubungan antara $\log Y$ (sumbu Y) dengan $\log X$ (sumbu X) menggunakan kertas berpetak seperti di bawah ini. Lalu hitunglah kemiringan (slope) dari garis tersebut. Inilah nilai b . Jika nilai $b=1$ isometri, dan jika $b<1$ alometri negatif, dan $b>1$ alometri positif. Ambillah kesimpulan berdasarkan grafik.





E. Latihan/Kasus/Tugas

Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat

1. Pertumbuhan adalah suatu kondisi sebagai berikut , kecuali
 - A. Bertambahnya massa,
 - B. Bertambahnya volume,
 - C. Luas permukaan tubuh
 - D. Tercapainya tingkat kematangan sel.
2. Perkembangan adalah terjadinya
 - A. Pertambahan jaringan
 - B. Pembelahan sel secara mitosis
 - C. Pertambahan massa tubuh
 - D. Perubahan morfologi progresif
3. Contoh perumbuhan Isometri dalam bagian-bagian tubuh sebagai berikut:
 - A. Ekor tokek
 - B. Capit kepiting jantan
 - C. Kepala manusia
 - D. Ekor berudu
4. Faktor genetik terdapat dalam molekul
 - A. DNA
 - B. RNA
 - C. GH
 - D. TSH
5. Kelebihan hormon pertumbuhan (growth hormone) dapat menyebabkan ukuran tulang besar secara tak normal
 - A. Akromegali
 - B. Kretinisme
 - C. Gigantisme
 - D. Dwarfisme



6. Hormon pada tanaman yang menghambat germinasi biji:
 - A. Auksin
 - B. Giberelin
 - C. Rizokalin
 - D. Absisin

7. Tanaman berhari pendek dan tanaman berhari panjang berada di daerah iklim
 - A. Sub tropis
 - B. Tropis
 - C. Ekuator
 - D. Kutub

F. Rangkuman

Perkembangan adalah penjumlahan seluruh perubahan yang secara progresif merincikan tubuh suatu organisme. Organisme multiseluler tidak tercipta secara tiba-tiba, tetapi berasal dari satu sel (zigot) yang kemudian selnya bertambah hingga milyaran pada saat dewasa. Dalam perjalanannya menjadi dewasa terdapat proses-proses yang saling berkaitan yaitu proses pertumbuhan morfogenesis, dan diferensiasi.

Pertumbuhan adalah suatu kondisi meningkatnya ukuran tubuh individu makhluk hidup seiring dengan bertambahnya waktu. **Laju pertumbuhan** adalah pertumbuhan dibagi waktu.

Pertumbuhan relatif ada dua yaitu pertumbuhan isometri dan alometri. Pertumbuhan isometri adalah pertumbuhan dimana rasio antara bagian-bagian tubuh terhadap tubuh makhluk hidup keseluruhan tetap. Pertumbuhan alometri adalah pertumbuhan dimana rasio antara bagian-bagian tubuh terhadap tubuh secara keseluruhan berubah selama pertumbuhan.



G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Kata kata Baru

Faktor genetik	Altitude
Faktor hormonal	Latitude
Akromegali	Tanaman hari pedek
Hormon tiroid	Tanaman hari panjang
Gigantisme	Tanaman netral
Kretinisme	Panjang penyinaran
Hipotiroidisme	Temperatur
Hormon pertumbuhan (GH)	Hidrofit
Auksin	Mesofit
Giberelin	Xerofit
Rizokalin	Interaksi genetik dan lingkungan
Asam absisat (absisin)	

Lengkapilah pernyataan-pernyataan di bawah ini dengan kata-kata baru di atas.

- _____ berasal dari molekul DNA yang merupakan substansi pembawa sifat.
- _____ zat kimia yang dihasilkan oleh kelenjar tubuh mengalir tidak melalui pembuluh darah.
- _____ adalah pertumbuhan tulang yang tidak normal akibat kelebihan hormon saat dewasa, sedangkan _____ adalah tubuh raksasa akibat kelebihan hormon pertumbuhan saat anak-anak.
- Jika terjadi kekurangan _____ saat anak-anak maka akan terjadi _____ yang ditandai oleh pertumbuhan yang sangat lambat.
- _____ meningkatkan pertumbuhan batang tanaman.
- _____ meningkatkan pertumbuhan akar tanaman.
- Pada daerah dengan _____ dan _____ tinggi terdapat _____ yang berbunga pada pajang penyinaran yang singkat, sedangkan di daerah katulistiwa tumbuh _____ yang berbunga tidak dipengaruhi oleh _____.



8. _____ adalah hormon tanaman yang menyebabkan pengguguran daun, _____ memicu pertumbuhan meristem, _____ memicu pertumbuhan embrio.
9. _____ adalah jenis tanaman yang hidup di daerah jenuh air, _____ di daerah yang tidak terlalu basah dan tidak terlalu kering, _____ adalah tanaman yang hidup di daerah kering.
10. _____ maknanya adalah tanaman bibit unggul produktivitasnya tidak akan tinggi jika ditanam tanpa perawatan yang baik.

Kunci Jawaban Umpan Balik

1. Faktor genetik
2. Hormon
3. Akromegali, gigantisme
4. Growth hormon (hormon pertumbuhan), kretinisme
5. Auksin
6. Rizokalin
7. Altitude, latitude, tanaman hari pendek, tanaman netral, panjang penyinaran
8. Absisn auksin, giberelin
9. Hidrofit, Mesofit, Xerofit
10. Interaksi genetik dan lingkungan

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2: JARINGAN TUMBUHAN

Kegiatan pembelajaran kelompok kompetensi C berfokus pada pembahasan tentang tumbuhan, yang antara lain mengkaji tentang jaringan meristem, pertumbuhan primer dan sekunder, jaringan epidermis, jaringan dasar, jaringan penyokong, dan jaringan pengangkut. Bahan ajar ini berisi uraian materi dan praktikum yang mengacu pada standar isi di Sekolah Menengah Atas untuk mata pelajaran Biologi. Modul pelatihan ini disusun sebagai bahan belajar guru untuk mencapai kompetensi sesuai dengan kompetensi guru mata pelajaran yang telah ditetapkan.

A. Tujuan

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran II diharapkan:

1. Guru dapat menyebutkan dengan tepat ciri-ciri serta contoh jaringan meristem pada tumbuhan melalui kegiatan diskusi dan mengkaji modul;
2. Guru dapat menjelaskan dengan benar perbedaan pertumbuhan primer dan pertumbuhan sekunder melalui kegiatan pengamatan preparat kering organ batang tumbuhan dikotil dan monokotil;
3. Guru dapat menjelaskan dengan tepat ciri-ciri serta contoh jaringan epidermis dan jaringan dasar pada tumbuhan melalui pengamatan dan mengkaji modul.
4. Mengidentifikasi jaringan epidermis dan jaringan dasar tumbuhan melalui kegiatan pengamatan di laboratorium.
5. Guru dapat dapat menjelaskan keterkaitan antara struktur dan fungsi jaringan penyokong dan jaringan pengangkut pada tumbuhan melalui observasi jaringan dan mengkaji modul.



6. Guru dapat menjelaskan dengan benar mekanisme transport air dan senyawa-senyawa dalam jaringan pengangkut melalui kegiatan mengkaji modul.

B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

1. Menyebutkan ciri-ciri jaringan meristem.
2. Menyebutkan contoh-contoh jaringan meristem.
3. Menjelaskan perbedaan pertumbuhan primer dan pertumbuhan sekunder pada tumbuhan.
4. Menjelaskan keterkaitan antara struktur jaringan epidermis dan fungsinya pada tumbuhan
5. Menjelaskan keterkaitan antara struktur jaringan dasar dan fungsinya pada tumbuhan.
6. Menjelaskan keterkaitan antara struktur jaringan penyokong dan fungsinya pada tumbuhan
7. Menjelaskan keterkaitan antara struktur jaringan pengangkut dan fungsinya pada tumbuhan
8. Menjelaskan peran jaringan pengangkut dalam transport senyawa-senyawa dalam pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.
9. Mempraktekkan dasar-dasar keselamatan kerja di laboratorium.
10. Melakukan pengamatan jaringan meristem tumbuhan dengan menggunakan mikroskop.

C. Uraian Materi

1. Jaringan Meristem

Pengertian **jaringan** adalah sekumpulan sel dengan bentuk dan fungsi yang sama. Dengan demikian, jaringan meristem dapat diartikan sebagai sekumpulan sel dengan bentuk dan fungsi yang sama serta memiliki sifat meristematik. Sel-sel meristematik tersebut aktif membelah sehingga menghasilkan sel-sel anakan yang banyak. Sebagian sel-sel anakan tersebut ada yang tetap mempertahankan diri sebagai meristem sementara sel-sel anakan yang lain akan mengalami diferensiasi (perubahan bentuk dan fungsi). Sel-sel yang mengalami diferensiasi tersebut keluar dari meristem dan akhirnya menjadi tergabung ke dalam jaringan



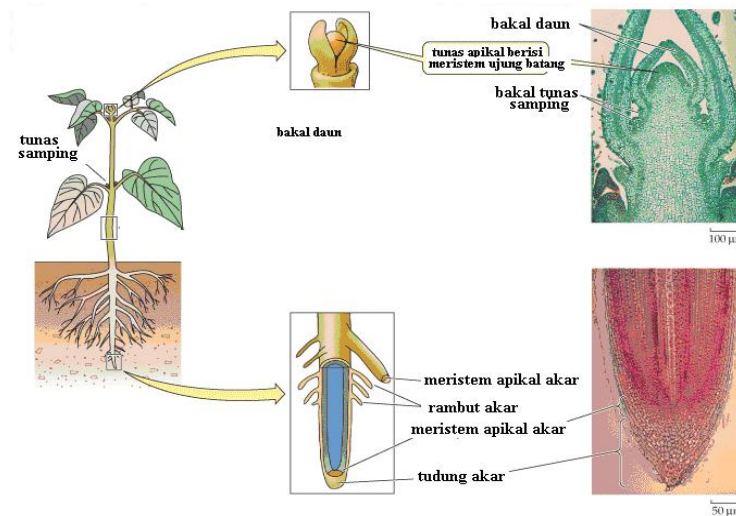
lain dan menjadi suatu bagian utama dari tumbuhan. Kelompok jaringan ini akan menjadi jaringan permanen.

Berdasarkan asal pembentukannya, jaringan meristem dapat dikelompokkan menjadi tiga macam, yaitu *promeristem*, *meristem primer*, dan *meristem sekunder*. Promeristem adalah jaringan meristem yang telah ada ketika tumbuhan masih dalam tingkat embrio. Sementara meristem primer merupakan jaringan meristem yang ditemukan pada tumbuhan dewasa serta biasa ditemukan pada ujung batang (yang mengakibatkan tumbuhan bertambah tinggi) dan ujung akar (yang mengakibatkan akar bertambah dalam/panjang). Jaringan meristem primer di bagian ujung batang dan ujung akar tersebut dinamakan juga *meristem apikal* (gambar 2.39.). Kelompok terakhir meristem adalah meristem sekunder, yaitu jaringan meristem yang berasal dari jaringan yang telah mengalami diferensiasi. Contoh meristem sekunder adalah *kambium*. Kambium menyebabkan pertumbuhan sekunder yang ditandai dengan membesarnya batang pada tumbuhan dikotil dan Gymnospermae. Kambium tumbuh ke arah luar membentuk kulit batang dan ke arah dalam membentuk kayu. Pada masa pertumbuhan, kambium yang tumbuh ke arah dalam lebih aktif dibandingkan dengan kambium yang tumbuh ke arah luar. Hal ini menyebabkan kulit batang lebih tipis dibandingkan kayu.

Berdasarkan posisinya, jaringan meristem dibedakan menjadi meristem apikal, meristem lateral, dan meristem interkalar.

a. Meristem apikal.

Anda telah membaca sebelumnya bahwa meristem apikal selalu terdapat di ujung batang dan ujung akar yang kelak menghasilkan pemanjangan batang dan akar. Hasilnya dapat Anda lihat berupa tumbuhan yang semakin tinggi batangnya, dan semakin dalam akarnya. Cabang pohon, daun, dan bunga adalah hasil dari perkembangan tunas apikal (tunas ujung) ini. Meristem apikal mengalami pertumbuhan yang dikenal sebagai pertumbuhan primer, dan menghasilkan jaringan yang dikenal dengan jaringan primer.



Gambar 2.1 Letak Meristem Apikal Pada Ujung Akar dan Ujung Batang

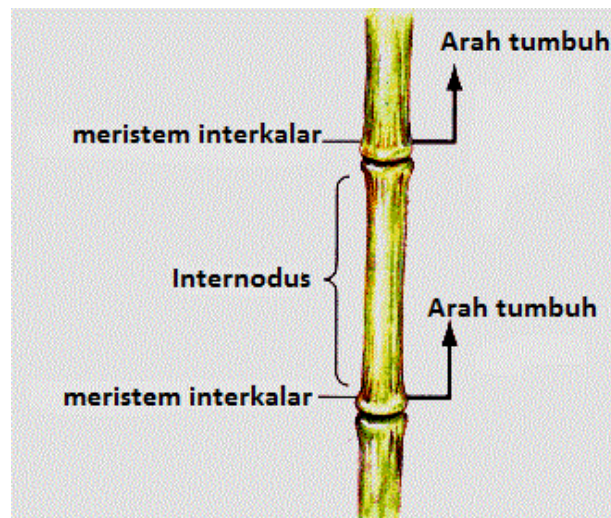
b. Meristem lateral

Berbeda dengan meristem primer yang membuat pohon semakin tinggi dan akarnya semakin dalam, meristem lateral (lateral = samping) justru menghasilkan pertumbuhan ke arah samping. Hasilnya yang Anda lihat adalah batang dan akar semakin membesar/menebal. Pertumbuhan ini dinamai pertumbuhan sekunder.

Meristem lateral disebut juga kambium. Kambium yang dikenal ada 2, yaitu *kambium vaskuler* dan *kambium gabus*. Kambium vaskuler berperan dalam penebalan selama pertumbuhan sekunder sedangkan kambium gabus menghasilkan lapisan pelindung yang disebut periderm.

c. Meristem interkalar

Meristem interkalar (interkalar = antara) merupakan bagian dari meristem apikal (meristem ujung) yang tertinggal ketika meristem tersebut tumbuh. Meristem interkalar dapat tetap aktif, tetapi dalam waktu yang lama setelah sel-sel di ruas atas menjadi dewasa sepenuhnya. Pertumbuhan sel yang dilakukan oleh meristem interkalar menyebabkan munculnya bunga. Jaringan-jaringan yang terbentuk oleh meristem interkalar ini serupa dengan jaringan yang berasal dari meristem apikal, sehingga digolongkan juga ke dalam jaringan primer. Contoh bagian tumbuhan yang memiliki meristem interkalar adalah batang rumput-rumputan.



Gambar 2.2 Meristem Interkalar Pada Batang Rumput-rumputan

2. Jaringan Epidermis Tumbuhan

Ada 2 jenis jaringan pada tumbuhan, yaitu jaringan meristem dan jaringan permanen. Jaringan permanen memiliki sifat yang berseberangan dengan jaringan meristem. Anda sudah memahami bahwa jaringan meristem selalu aktif membelah terus menerus, maka sebaliknya jaringan permanen tidak aktif membelah dan sel-selnya sudah terdiferensiasi. Ketika berdiferensiasi, seiring waktu sel-sel di jaringan permanen memiliki bentuk dan fungsi khusus sesuai peruntukannya di dalam tubuh tumbuhan. Oleh sebab itu Anda dapat mengamati dari satu biji tunggal, tumbuhan bisa berkembang menjadi tumbuhan yang memiliki akar, batang, daun, serta bunga dan buah.

Berdasarkan fungsinya, jaringan permanen terbagi menjadi jaringan epidermis, jaringan dasar, jaringan penyokong, jaringan pengangkut, dan jaringan gabus. Dalam pembahasan organ tumbuhan, Anda akan menemukan nama-nama jaringan permanen ini secara berulang-ulang karena ia ditemukan di organ-organ tersebut. Dalam pembelajaran ini, Anda akan mempelajari tentang jaringan epidermis dan jaringan dasar pada tumbuhan

a. Jaringan Epidermis

Jaringan epidermis selalu terletak paling luar pada setiap organ tumbuhan. Anda dapat membayangkan lapisan epidermis ini sebagai kulit manusia, atau pakaian yang melindungi. Jelas artinya bahwa fungsi lapisan epidermis adalah



melindungi bagian dalam organ bersangkutan dari keadaan seperti hilangnya air karena penguapan, kerusakan mekanik, perubahan suhu, dan hilangnya zat-zat makanan.

Jaringan epidermis memiliki beberapa ciri antara lain :

- 1) terdiri dari sel-sel hidup;
- 2) berbentuk persegi panjang;
- 3) sel-selnya rapat tanpa ruang antarsel;
- 4) tidak memiliki klorofil;
- 5) mampu membentuk modifikasi jaringan epidermis. Beberapa modifikasi epidermis antara lain adalah stomata, spina (duri), sel kipas, sel kersik, dan trikomata (rambut-rambut).

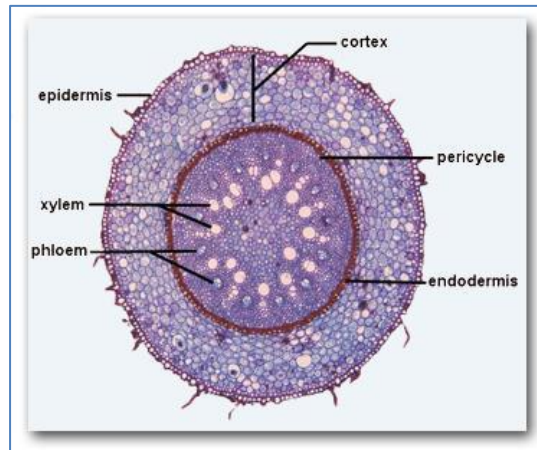
Seperti yang Anda amati pada gambar 2.64 dan gambar 2.65 terdapat lapisan jaringan epidermis yang membatasi organ dengan lingkungan luarnya. Lapisan epidermis menjadi jaringan yang tipis (umumnya 1 lapis sel) dan karena lokasinya tersebut, epidermis menjadi tempat untuk terjadinya pertukaran zat. Pada batang dan daun (atau bagian manapun dari tumbuhan yang berada di atas tanah) sebenarnya lapisan epidermis dilindungi oleh kutikula (senyawa lemak) sebagai pelindung tambahan, terutama membantu tumbuhan menekan laju penguapan air dari daun, batang, dan biji. Selain itu pula melindungi dari patogen, kerusakan akibat gangguan fisik/mechanis.

Pada gambar 2.65 juga Anda dapat melihat keberadaan struktur trikomata yang berbentuk seperti rambut, tonjolan, dan lain-lain. Trikomata tersebut memiliki fungsi yang beragam, diantaranya memperbesar kemampuan epidermis dalam mencegah penguapan air secara berlebih dan membantu menghisap air dan mineral tanah.

Pada gambar 2.66 Anda dapat mengamati keberadaan stomata (mulut daun) yang juga merupakan diferensiasi dari sel epidermis. Stomata strukturnya seperti mulut, satu lubang yang diapit dua sel bernama sel penjaga. Pada sel penjaga terdapat kloroplas. Lubang pada Stomata memungkinkan terjadinya pertukaran gas antara lingkungan dan bagian dalam daun sekaligus tempat terjadinya transpirasi.



Gambar 2.3. Jaringan Pada Daun Dengan Sel-sel Epidermis



Gambar 2.4. Letak Epidermis Terhadap Jaringan Lainnya Pada Penampang Melintang Batang Tumbuhan



Gambar 2.5. Stomata Yang Terletak Pada Epidermis (penampang memanjang daun)

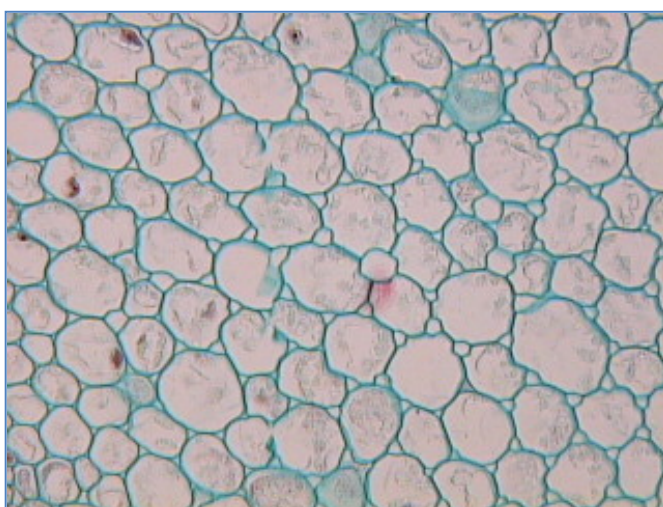


b. Jaringan Dasar (Parenkim)

Jaringan dasar dikenal dengan istilah parenkim. Disebut jaringan dasar karena jaringan ini ditemukan hampir di setiap bagian tumbuhan baik pada akar, batang, daun, daging buah, atau endosperm. Begitu pula jaringan ini dapat ditemukan di setiap jenis tumbuhan. Pada batang yang dipotong melintang, Anda amati bahwa sebagian besarnya pasti adalah jaringan dasar ini. Alasan selain itu karena parenkim juga terdapat di antara jaringan lain misalnya di antara xylem dan floem.

Ciri-ciri jaringan parenkim yang membedakanya dengan jaringan lain adalah:

- 1) sel-selnya merupakan sel hidup yang berukuran besar dan tipis, serta umumnya berbentuk segi enam;
- 2) memiliki banyak vakuola;
- 3) letak inti sel mendekati dasar sel;
- 4) mampu bersifat merismatik karena dapat membelah diri; dan
- 5) memiliki ruang antar sel yang banyak sehingga letaknya tidak rapat.



Gambar 2.6. Jaringan Parenkim

Pada gambar 2.67 Anda dapat mengamati sel-sel pada jaringan dasar yang ukuran selnya besar-besar (ruang vakuolanya besar), bentuknya bervariasi, dinding sel tipis, serta ruang antar sel yang renggang. Oleh karena jaringan dasar ini dapat ditemukan di setiap tumbuhan, maka fungsi jaringan ini berbeda-beda untuk setiap tumbuhan yang berbeda. Misalnya pada tumbuhan kaktus, jaringan dasar akan berfungsi menyimpan air. Pada tumbuhan eceng gondok,



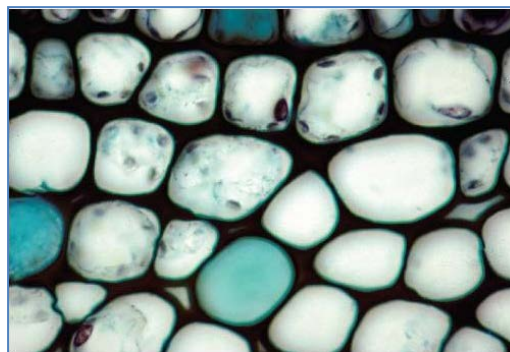
jaringan dasar/parenkim akan menyimpan udara pada ruang antar sel. Pada umbi-umbian, maka jaringan dasar akan berfungsi menyimpan cadangan makanan. Pada bagian yang mengandung kloroplas seperti di daun atau batang yang berwarna hijau, sel-sel parenkim berfungsi menjadi tempat terjadinya fotosintesis. Sel parenkim mempertahankan kemampuannya untuk membelah diri sehingga memiliki peran dalam proses regenerasi atau 'penyembuhan' jika terjadi luka pada jaringan tumbuhan.

3. Jaringan Penyokong

Jaringan penyokong dikenal juga dengan nama jaringan mekanik, jaringan penunjang, atau jaringan penguat. Anda bisa membayangkannya seperti tulang pada tubuh manusia, jaringan inilah yang menunjang bentuk tumbuhan hingga dapat berdiri dengan kokoh. Jaringan ini menguatkan karena memiliki sel-sel dengan dinding sel yang tebal dan kuat, juga karena sel-selnya telah mengalami spesialisasi. Jaringan penyokong berfungsi untuk menguatkan/menegakkan batang dan daun, melindungi biji atau embrio, serta melindungi berkas pengangkut (vaskuler). Ada 2 jenis jaringan penyokong, yaitu jaringan kolenkim dan jaringan sklerenkim.

4. Jaringan Kolenkim

Sifat utama dari jaringan kolenkim adalah sel-sel penyusunnya hidup dan dinding selnya banyak mengandung selulosa. Sifatnya mirip jaringan parenkim, dan dapat dianggap sebagai jaringan parenkim khusus yang menunjang organ muda pada tumbuhan. Kolenkim terdapat langsung di bawah atau dekat permukaan batang muda dan tangkai daun muda, namun jarang ditemukan pada akar.



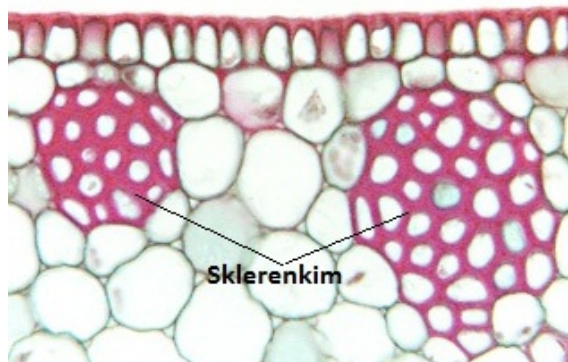
Gambar 2.7. Jaringan Kolenkim



Sel-sel kolenkim mengalami penebalan di sudut-sudut selnya, tidak merata pada seluruh permukaan dinding sel. Dinding selulosa yang tebal pada kolenkim menyebabkan organ bersangkutan memiliki sifat lentur. Oleh karena itu, kolenkim baik sekali untuk menopang organ yang aktif tumbuh karena sel-selnya dapat meregang untuk menyesuaikan diri dengan perpanjangan organ.

5. Jaringan Sklerenkim

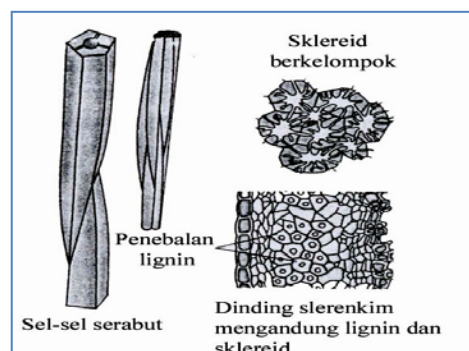
Jaringan sklerenkim merupakan jaringan penunjang pada organ tumbuhan yang telah dewasa. Dengan demikian sel-sel dewasa jaringan sklerenkim telah mati dan memiliki dinding sel yang tebal, biasanya berlignin (mempunyai zat kayu).



Gambar 2.8 Jaringan Sklerenkim

Ada 2 kelompok besar jaringan sklerenkim, yaitu:

- Serabut/serat. Serabut merupakan sel yang panjang dan sempit yang berujung runcing. Sel-sel ini biasanya berkumpul menjadi sebuah jalur panjang, sementara ujung-ujungnya yang runcing bertumpang tindih dan menyatu dengan kuat. Serabut sklerenkim terdapat pada sebagian besar bagian tumbuhan.



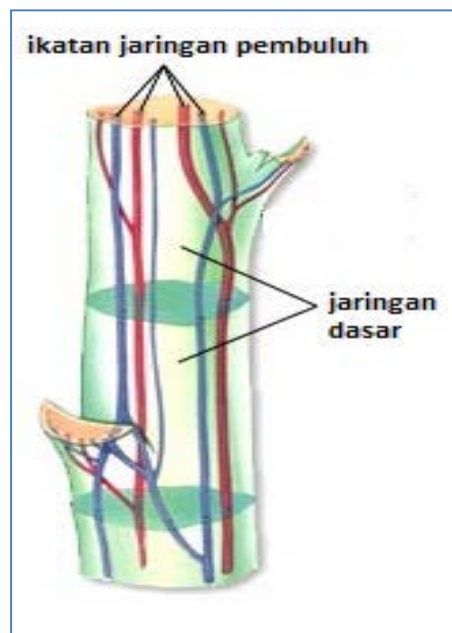
Gambar 2.9 Sel Sklerenkim



- b. Sklereid merupakan sel-sel tumbuhan yang telah mati, bentuknya bervariasi dan berdinding keras yang tahan terhadap tekanan. Sklereid dapat dijumpai dalam keadaan tunggal atau berkelompok kecil di antara sel-sel lain, misalnya butiran pada daging buah jambu biji dan buah pir. Sklereid pada batok kelapa adalah contoh yang baik dari bagian tumbuhan yang mengandung serabut dan sklereid.

6. Jaringan Pengangkut

Nama lain jaringan pengangkut adalah berkas vaskular. Sebagaimana namanya yaitu vaskular (pembuluh), jaringan ini berwujud saluran/pipa. Anda dapat membayangkan jaringan pengangkut ini sebagai pipa-pipa pembuluh darah yang mengantarkan oksigen dan zat makanan ke seluruh bagian tubuh. Jaringan pengangkut ini berfungsi mengangkut air dan unsur hara, serta mengedarkan zat makanan hasil fotosintesis dari satu bagian ke bagian lain tumbuhan.



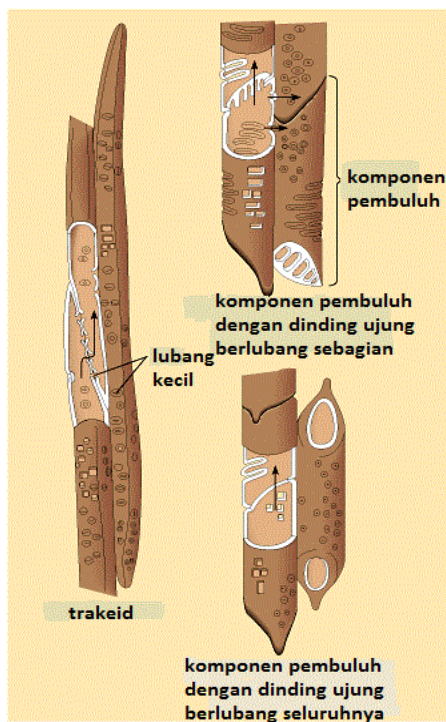
Gambar 2.10. Skema Pembuluh Angkut

Jaringan pengangkut pada tumbuhan di bagi menjadi dua kelompok berdasarkan fungsinya.



a. Xylem

Xylem (pembuluh kayu) berfungsi untuk menyalurkan air dan unsur hara dari akar ke daun. Xylem merupakan jaringan pengangkut yang rumit. Xylem tersusun dari parenkim dan serabut, serta trakeid, dan komponen pembuluh (trakea). Sebagaimana telah diulas di atas, trakeid adalah sel-sel tumbuhan yang dindingnya mengalami lignifikasi (penebalan oleh senyawa lignin) dan sel-selnya akan mati setelah dewasa. Trakea yang membentuk xylem merupakan sel-sel silinder yang mati setelah dewasa, bagian ujungnya saling menyatu membentuk sebuah tabung pengangkut air bersel banyak. Dinding ujung (kadang-kadang juga dinding samping) komponen pembuluh ini berlubang-lubang yang merupakan tempat air lewat dengan bebas dari satu sel ke sel lain.



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

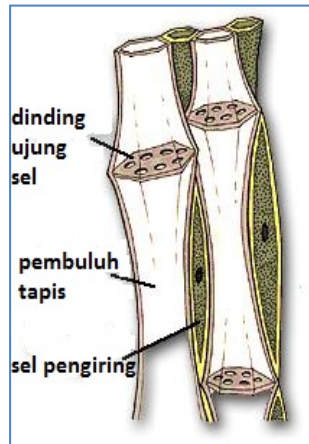
Gambar 2.11. Sel Trakeid

b. Floem

Floem (pembuluh tapis) merupakan jaringan yang berfungsi mengangkut lalu menyalurkan zat-zat makanan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh bagian tumbuhan. Jaringan floem sangat rumit, terdiri atas berbagai macam bentuk sel dan diantaranya ada yang masih hidup dan ada pula yang telah mati.



Komponen floem antara lain adalah parenkim floem yang berfungsi menyimpan cadangan makanan dan berperan sebagai sekat pemisah antara floem yang satu dengan yang lain. Serabut floem merupakan jaringan sklerenkim yang berfungsi untuk memperkuat jaringan pembuluh. Selain itu, komponen lain dari floem adalah pembuluh tapis dan sel pengiring/penyerta.



Gambar 2.12. Sel-sel Floem

- 1) Komponen floem memiliki ciri-ciri dinding sel yang tipis dan inti sel-nya hilang. Sel-sel unsur tapis memanjang dan ujungnya bersatu membentuk suatu pembuluh. Pada komponen pembuluh tapis, dinding ujungnya saling berlekatan dengan dinding ujung sel di bawahnya atau di atas sehingga membentuk deretan sel-sel memanjang yang disebut pembuluh tapis.
- 2) Sel pengiring/pengantar berukuran lebih kecil dibandingkan sel penyusun komponen pembuluh tapis dan memiliki sifat meristematis. Sel pengiring berperan untuk memberi makan sel-sel penyusun komponen pembuluh tapis yang masih hidup. Sel pengiring hanya dijumpai pada Angiospermae.

Tabel 2.1. Perbedaan Pembuluh Xylem dan Floem

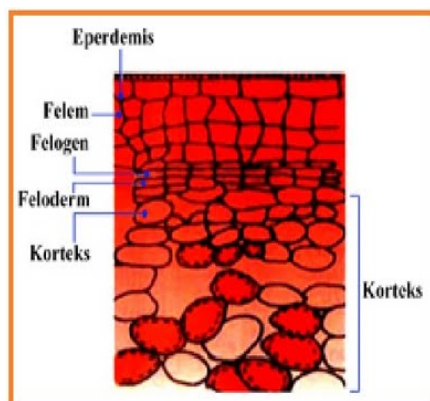
Karakteristik	Xylem	Floem
Tersusun dari	Sel mati	Sel hidup
Ketebalan dinding sel	Tebal	Tipis
Bahan penyusun dinding sel	Lignin	Selulosa
Permeabilitas dinding sel	Impermeabel	Permeabel



Karakteristik	Xylem	Floem
Lubang antar sel	Tidak ada	Ada lubang antar dinding sel disebut pembuluh ayak/saringan
Sitoplasma	Tidak ada	Sel dibatasi dengan sitoplasma
Fungsi	Mengangkut air dan garam mineral	Mengangkut makanan
Bahan yang diangkut dibawa ke	Daun	Bagian yang sedang tumbuh dan organ penyimpan cadangan makanan
Arah pengangkutan	Ke atas	Ke atas dan bawah
Jaringan memiliki	Serabut (<i>Fibre</i>)	Sel ganda/pendamping

c. Jaringan Gabus

Jaringan gabus sering berfungsi menggantikan epidermis ketika lapisan epidermis tersebut rusak karena usia atau faktor lain sehingga jaringan lain di bawahnya terlindung dari kehilangan banyak air dan gangguan mekanik. Jaringan gabus dibentuk oleh kambium gabus yang bernama felogen. Jaringan gabus tersebut membentuk jaringan ke arah dalam yang tersusun dari sel-sel hidup dan dinamakan feloderm. Sebaliknya, kambium gabus membentuk jaringan ke arah luar yang tersusun dari sel-sel mati yang dinamakan felem. Felem inilah yang bersifat tidak tembus air (*impermeabel*) karena dinding selnya mengalami penebalan oleh suberin.



Gambar 2.13. Jaringan Gabus



D. Aktivitas Pembelajaran

Kegiatan pengamatan jaringan tumbuhan dan hewan merupakan pengalaman yang perlu dialami langsung dan tidak dapat dilepaskan dari aktivitas pembelajaran dalam rangka membentuk sikap ilmiah guru. Dalam kegiatan berikut ini, Anda akan melakukan pengamatan terhadap jaringan meristem tumbuhan dan jaringan epitel hewan. Aktivitas pengamatan yang akan dilakukan juga menuntut guru untuk mampu mempraktekkan dasar keselamatan kerja di laboratorium IPA.

Sebelum beraktivitas menggunakan mikroskop, penting bagi Anda untuk memahami rambu-rambu di bawah ini sebagai bagian dari keselamatan kerja

1. Mengetahui bagian-bagian mikroskop dan fungsinya
2. Mengetahui cara penanganan mikroskop semenjak penyimpanan sampai persiapan
3. Mengetahui cara penggunaan mikroskop
4. Berhati-hati dengan penggunaan kaca slide yang tipis yang ujungnya tajam (awas! Bisa melukai)

Kegiatan I. Cara Menggunakan Mikroskop

Mikroskop adalah alat yang relatif mahal dan membutuhkan penanganan yang benar. Pastikan mikroskop diletakkan di meja yang kokoh, tidak mudah goyang, dan roboh. Jika Anda hendak membawa atau memindahkan mikroskop, gunakan kedua tangan. Tangan kiri memegang bagian leher, sementara tangan kanan memegang bagian dasar mikroskop.

Langkah I: Siapkan mikroskop dan preparat siap pakai.

Langkah II: Putar revolver dan gunakan lensa objektif dengan perbesaran paling kecil. Biasanya lensa ini memiliki ukuran paling pendek (misalnya lensa yang berukuran 4X).

Langkah III: Simpan preparat di meja objek dan jepit dengan menggunakan penjepit objek. Pastikan objek pengamatan tepat di atas lubang kecil di tengah meja objek.



Langkah IV: Putar pemutar fokus kasar sehingga didapat jarak yang cukup dekat antara preparat dengan lensa objektif. Tetap usahakan agar jangan sampai lensa menyentuh preparat.

Langkah V: Putar diafragma untuk mengatur cahaya yang diperlukan untuk pengamatan.

Langkah VI: Mulai memutar pemutar fokus kasar agar lensa objektif dan kaca objek menjauh, dan amati gambar yang dihasilkan melalui lensa okuler. Putar secara perlahan sampai didapat gambar yang cukup jelas.

Langkah VII: Gunakan pemutar fokus halus dengan memutarnya untuk mempertegas fokus gambar sehingga diperoleh gambar yang jauh lebih jelas.

Perlu diingat! jangan mengganti lensa objektif untuk meningkatkan pembesaran gambar sebelum Anda mendapat gambar dengan fokus yang jelas.

Langkah Kedelapan:

Setelah mendapat fokus gambar yang baik, putar revolver untuk mengganti lensa objektif ke perbesaran berikutnya. Gunakan pemutar fokus halus untuk mengatur fokus karena pada tahap ini jarak antar lensa dan preparat sudah sangat dekat.

Keterangan Lain:

Untuk memperbesar gambar objek, pertama kali cahaya diproyeksikan melalui lubang di meja objek sehingga mengenai objek yang diamati lalu diteruskan hingga sampai ke lensa objektif. Lalu terbentuklah sebuah gambar di lensa objektif tersebut yang kemudian menjadi sebuah objek bagi lensa okuler yang sekaligus memperbesar ukuran gambar. Dengan demikian total perbesaran yang bisa dilakukan sebuah mikroskop adalah perbesaran yang dimiliki lensa objektif dikali perbesaran yang dimiliki lensa okuler.

Kegiatan II. Jaringan Meristem Tumbuhan

I. Tujuan

Setelah melakukan kegiatan ini Anda diharapkan dapat :

1. Menggambar jaringan meristem pada pucuk batang dan akar, serta penampang melintang batang berdasarkan pengamatan.
2. Menunjukkan bagian-bagian meristematik pada organ batang dan akar.



3. Menjelaskan perbedaan pertumbuhan primer dan pertumbuhan sekunder pada batang tumbuhan dikotil dan monokotil.

II. Alat dan bahan

1. Mikroskop
2. Pinset
3. Sediaan kering penampang melintang batang tumbuhan dikotil
4. Sediaan kering penampang melintang batang tumbuhan monokotil
5. Sediaan kering penampang membujur ujung akar bawang merah/pucuk batang tumbuhan

III. Cara kerja

1. Amati sediaan kering penampang melintang batang tumbuhan dikotil dan monokotil mulai dari perbesaran 40X! Gambarlah seluruh penampakan dari sediaan yang kamu amati ! berilah keterangan gambar yang Anda buat, tunjukkan lokasi jaringan meristem.
2. Amatilah sediaan kering ujung akar bawang merah atau pucuk batang tumbuhan mulai dari dengan perbesaran 40X sampai dengan perbesaran 400X.
3. Gambarlah penampakan organ serta jaringan yang Anda amati. Temukan meristem (titik tumbuh) dari sediaan yang kamu amati! Beri keterangan gambar yang kamu buat.

IV. Hasil dan Pertanyaan

1. Gambar jaringan meristem (kambium) pada penampang melintang batang tumbuhan pada perbesaran 400X.
2. (Untuk gambar no. 1 di atas) Bagaimanakah bentuk sel kambium yang kamu amati? Dan bagaimanakah keadaan dinding sel kambium tersebut?
.....
.....
3. Apakah Anda menemukan jaringan meristem pada semua jenis tanaman, baik dikotil maupun monokotil ? Jelaskan jawaban saudara dengan keberadaan pertumbuhan primer dan sekunder pada tumbuhan



.....
.....
4. Gambar jaringan meristem (titik tumbuh) pada penampang memanjang akar/pucuk tumbuhan.

5. (Untuk gambar no. 4 di atas) Bagaimanakah bentuk sel meristem yang kamu amati? Bagaimanakah inti selnya dibandingkan dengan ukuran sel itu sendiri?
.....
.....

6. Deskripsikan oleh Anda bagaimana keadaan jaringan meristem tersebut dibandingkan jaringan-jaringan lain di sekitarnya ! Hubungkan penjelasan Anda dengan sifat jaringan meristem.
.....
.....

Kegiatan III. Jaringan Penyokong dan Pengangkut pada Tumbuhan

I. Tujuan

Setelah melakukan kegiatan ini Anda diharapkan dapat:

1. Mengidentifikasi keberadaan jaringan pengangkut dan penyokong pada batang tumbuhan.
2. Menjelaskan perbedaan dan persamaan struktur jaringan pengangkut serta penyokong pada batang tumbuhan dikotil dan monokotil

II. Alat dan bahan

1. Mikroskop
2. Penampang melintang dan memanjang batang labu
3. Penampang melintang dan memanjang batang jagung

III. Cara kerja

1. Jaringan pada batang labu
 - a. Amati preparat permanen penampang melintang batang labu di bawah mikroskop. Perhatikan susunan jaringan pada batang tersebut. Bagaimanakah susunan ikatan pengangkut/pembuluh dan



- sel apakah yang Anda temui pada jaringan penyokong ? Amati pula preparat permanen penampang memanjang batang labu.
- b. Buatlah gambar atau bagan dari hasil pengamatan Anda dan beri keterangan untuk masing-masing jaringan.
2. jaringan pada batang jagung
- a. Amati preparat permanen penampang melintang batang jagung di bawah mikroskop. Perhatikan susunan jaringan pada batang tersebut. Bagaimanakah susunan ikatan pengangkut/pembuluh dan sel apakah yang Anda temui pada jaringan penyokong ? Amati pula preparat permanen penampang memanjang batang labu.
 - b. Buatlah gambar atau bagan dari hasil pengamatan Anda dan beri keterangan untuk masing-masing jaringan.

IV. Hasil dan Pertanyaan

1. Gambar jaringan penampang melintang dan memanjang batang labu.



2. Sel pada jaringan penyokong yang Anda amati antara lain:
.....
.....
.....
.....
3. Deskripsikan oleh Anda ciri-ciri xylem, floem, serta sel-sel penyusun jaringan penyokong yang Anda amati !
.....
.....
.....
4. Jelaskanlah oleh Anda keterkaitan antara struktur yang dimiliki jaringan tersebut dengan fungsi yang dimilikinya



.....
.....
.....

5. Gambar jaringan penampang melintang dan memanjang batang jagung.



V. Pertanyaan

1. Sel pada jaringan penyokong yang Anda amati antara lain:
.....
.....
.....
2. Deskripsikan oleh Anda ciri-ciri xylem, floem, serta sel-sel penyusun jaringan penyokong yang Anda amati !
.....
.....
.....
3. Jelaskanlah oleh Anda keterkaitan antara struktur yang dimiliki jaringan tersebut dengan fungsi yang dimilikinya
.....
.....

E. Latihan/Kasus/Tugas

Bacalah terlebih dahulu pernyataan di bawah ini dengan baik, kemudian pilihlah jawaban yang Anda anggap paling benar dengan memberi tanda (x) pada jawaban tersebut.

1. Ada 2 jenis jaringan yang dikenal pada tumbuhan, yaitu ...
 - A. jaringan meristem dan jaringan epidermis
 - B. jaringan meristem dan jaringan permanen
 - C. jaringan permanen dan jaringan penguat
 - D. jaringan permanen dan jaringan pembuluh



2. Meristem yang telah ada ketika tumbuhan masih dalam bentuk embrio dinamakan
 - A. meristem apikal
 - B. meristem lateral
 - C. meristem interkalar
 - D. promeristem
3. Akibat dari pertumbuhan primer yang dihasilkan oleh meristem apikal adalah....
 - A. tumbuhan semakin tinggi
 - B. tumbuhan semakin besar ke samping
 - C. tumbuhan segera berbunga
 - D. tumbuhan semakin mengeras lapisan luarnya
4. Menurut Anda, yang menyebabkan garis tengah (diameter) batang tanaman tumbuh semakin membesar adalah
 - A. aktivitas meristem interkalar pada batang
 - B. diferensiasi pada sel-sel anakan dari sel meristem
 - C. aktivitas kambium vaskuler pada batang
 - D. pergantian musim dalam satu tahun
5. Berikut adalah ciri-ciri dari suatu jaringan:
 1. terdiri dari sel-sel hidup;
 2. berbentuk persegi panjang;
 3. sel-selnya rapat tanpa ruang antarsel;
 4. tidak memiliki klorofil;
 5. mampu melakukan modifikasi.

Jaringan yang paling tepat untuk memiliki ciri-ciri di atas adalah

- A. meristem
- B. penyokong/penguat
- C. pembuluh
- D. epidermis



6. Struktur pada jaringan epidermis yang merupakan diferensiasi dari sel-sel epidermis yang dapat membuka dan menutup, dan tempat terjadinya pertukaran gas adalah ...
 - A. Trikomata
 - B. Stomata
 - C. Kutikula
 - D. Lentisel

7. Apabila lingkungan dalam kondisi kering, maka salah satu bentuk adaptasi tumbuhan adalah ditunjukkan dengan ciri ...
 - A. Ukuran daun lebar-lebar
 - B. Ukuran akar pendek-pendek
 - C. Stomata sedikit
 - D. Batang dilapisi kutikula

8. Jaringan yang dapat ditemukan di hampir setiap organ tumbuhan dan bisa memiliki beragam fungsi adalah ...
 - A. Epidermis
 - B. Meristem
 - C. Parenkim
 - D. Pembuluh

9. Berikut adalah beberapa ciri sel tumbuhan :
 1. sel hidup
 2. bisa memiliki beberapa fungsi
 3. bentuknya pipih
 4. jarak antar sel renggang
 5. mempertahankan sifat meristematis
 6. vakuola berukuran besar
 7. sel-selnya rapat tanpa celah

Yang merupakan ciri sel parenkim adalah ...

 - A. 1, 3, 5
 - B. 1, 2, 7



- C. 2, 3, 4
D. 2, 4, 5
10. Jaringan parenkim pada tumbuhan terletak di ...
A. Bagian batang tumbuhan dikotil
B. Bagian batang tumbuhan monokotil
C. Bagian daun semua jenis tumbuhan
D. Semua bagian tumbuhan
11. Tulang pada manusia salah satunya berfungsi dalam menyokong bentuk tubuh dan melindungi organ yang lunak.
Fungsi yang mirip dengan tulang pada jaringan tumbuhan adalah
A. batang tumbuhan
B. parenkim
C. jaringan penyokong
D. berkas pembuluh
12. Jaringan penyokong terdiri dari 2 jenis, yaitu ...
A. Parenkim dan jaringan gabus
B. Kolenkim dan parenkim
C. Kolenkim dan sklerenkim
D. Parenkim dan sklerenkim
13. Sel-sel yang bisa ditemukan pada organ-organ yang aktif tumbuh karena sifatnya yang lentur dan dapat meregang adalah sel jaringan penyokong yang bernama ...
A. Kolenkim
B. Sklerenkim
C. Parenkim
D. Sklereid
14. Xilem adalah jaringan yang berfungsi untuk
A. Mengisi organ tanaman
B. Mengangkut air dan mineral dari akar



- C. Menghantarkan gas
- D. Mendistribusikan hasil fotosintesis

15. Berikut adalah sifat-sifat dari sel-sel pembuluh:

- 1. sel mati
- 2. Bahan penyusun dinding adalah selulosa
- 3. Dinding sel ukurannya tebal
- 4. sel dibatasi dengan sitoplasma
- 5. arah pengangkutan ke atas dan ke bawah
- 6. Jaringan memiliki serabut/tanpa sel pendamping

Yang merupakan ciri-ciri dari pembuluh floem adalah:

- A. 1, 2, dan 3
- B. 1, 2, dan 4
- C. 2, 3, dan 5
- D. 2, 4, dan 5

F. Rangkuman

Jaringan tumbuhan terdiri atas 2 jenis, yaitu jaringan meristem (selnya aktif membelah dan tetap bersifat meristematik) dan jaringan permanen (sel-selnya sudah terspesialisasi, menjadi jaringan tertentu pada tumbuhan).

Berdasarkan asal pembentukannya, meristem dikelompokkan menjadi promeristem, meristem primer, dan meristem sekunder. Sedangkan berdasarkan posisinya, jaringan meristem dibedakan menjadi meristem apikal, meristem lateral, dan meristem interkalar. Meristem apikal menghasilkan pertumbuhan primer yang membuat tumbuhan semakin tinggi dan akarnya semakin dalam. Meristem sekunder menghasilkan pertumbuhan sekunder yang membuat tumbuhan membesar diameter batangnya.

Jaringan permanen berdasarkan fungsinya terdiri atas jaringan epidermis, Jaringan dasar, jaringan penyokong, jaringan pengangkut, dan jaringan gabus. Jaringan epidermis ibarat pakaian yang terletak di bagian paling luar, melindungi bagian dalam organ. Sel-selnya dapat berdiferensiasi untuk



membantu menjalankan fungsi jaringan epidermis, menjadi stomata dan trikomata.

Jaringan dasar atau parenkim terdapat di setiap organ baik pada jaringan akar, batang, daun, maupun buah. Jaringan dasar tersusun dari sel-sel parenkim yang bisa berfungsi sebagai tempat fotosintesis, untuk menyimpan makanan dan air, dan sebagainya (tergantung jenis tumbuhan atau lokasi sel).

Jaringan penyokong berfungsi untuk menunjang dan menguatkan bentuk tumbuhan karena sel-selnya memiliki dinding sel yang kuat dan telah terspesialisasi bentuknya. Ada 2 jenis jaringan penyokong yaitu jaringan kolenkim dan jaringan sklerenkim. Jaringan kolenkim ditemukan dekat organ yang masih muda, sementara jaringan sklerenkim ditemukan pada organ tumbuhan yang telah dewasa.

Jaringan pengangkut/pembuluh terdiri atas xylem dan floem. Xilem berfungsi untuk menyalurkan air dan unsur hara dari akar ke daun, sementara floem berfungsi untuk mengangkut lalu menyalurkan zat-zat makanan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh bagian tumbuhan.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah Anda menyelesaikan soal latihandi atas, Anda dapat menghitung tingkat keberhasilan Anda dengan menggunakan kunci/rambu-rambu jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 80%, silahkan terus mempelajari kegiatan Pembelajaran berikutnya. Namun jika Anda pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali mempelajari kegiatan pembelajaran ini.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3: SISTEM PERNAFASAN PADA MANUSIA

A. Tujuan

Setelah mengkaji bahan ajar Sistem Pernapasan pada manusia diharapkan guru mampu:

1. mengidentifikasi struktur dan fungsi dari organ-organ penyusun sistem pernapasan pada manusia dengan benar.
2. menjelaskan proses pernapasan yang terjadi pada manusia dengan benar.
3. mengidentifikasi berbagai gangguan atau penyakit pada sistem pernapasan manusia dengan tepat.

B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

1. Menyebutkan organ-organ penyusun sistem pernapasan pada manusia.
2. Menjelaskan struktur organ-organ penyusun sistem pernapasan pada manusia.
3. Menjelaskan fungsi organ-organ penyusun sistem pernapasan pada manusia.
4. Menjelaskan mekanisme pernapasan yang terjadi pada manusia.
5. Menyebutkan berbagai gangguan atau penyakit pada sistem pernapasan manusia.
6. Menjelaskan penyebab gangguan atau penyakit pada sistem pernapasan manusia.

C. Uraian Materi

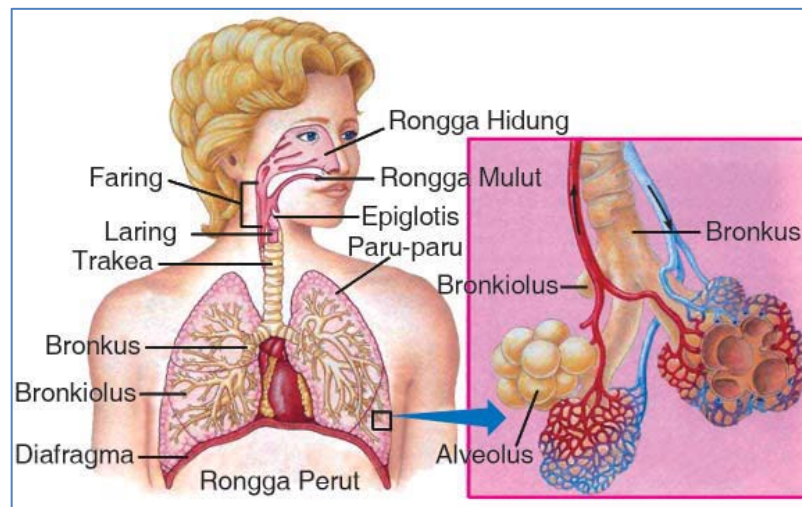
Antara tubuh dan lingkungan sekitarnya berlangsung proses pertukaran gas O_2 dan CO_2 yang dikenal sebagai proses pernapasan atau proses *respirasi*. Proses bernapas merupakan proses pertukaran gas, yaitu pengambilan O_2 molekuler dari lingkungan dan pelepasan CO_2 ke lingkungan. O_2 banyak terdapat di udara,



menyusun sekitar 21% volume atmosfer bumi. Manusia hanya mengambil sekitar 25% O_2 dari udara yang dihirupnya.

1. Organ-Organ Pernapasan Manusia dan Fungsinya

Untuk sampai ke sel dalam tubuh, O_2 dari lingkungan akan masuk dan bergerak melalui organ-organ pernapasan. Organ-organ pernapasan manusia terdiri atas hidung, laring, trakea, bronkus, bronkiolus, dan paru-paru.



Gambar 3.1. Organ-Organ Pernapasan Manusia

(Sumber: <http://mahfudyppi.blogspot.com/2013/11/sistem-respirasi-manusia.html> diunduh tanggal 9/9/2015)

a. Hidung

Hidung merupakan bagian awal alat pernapasan yang dilalui udara. Di dalam hidung terdapat saraf-saraf penciuman. Rongga hidung memiliki tiga fungsi utama, yaitu menghangatkan, menyaring, dan melembapkan udara.

1) Menghangatkan Udara

Pada rongga hidung terdapat suatu struktur yang disebut concha. Permukaan concha ini diliputi banyak pembuluh darah kapiler sehingga suhunya selalu hangat. Udara yang menuju paru-paru akan dihangatkan pada saat melalui concha.

2) Menyaring udara.

Hidung berfungsi mencegah pemasukan gas-gas yang membahayakan ke dalam paru-paru. Hal ini dimungkinkan oleh adanya indera pembau pada hidung, sehingga jika tercium bau gas yang tidak enak merupakan petunjuk agar hidung



ditutup. Selain itu, hidung juga mencegah masuknya debu-debu yang terkandung di dalam udara. Penyaringan ini dimungkinkan oleh adanya rambut-rambut halus (silia), yang meliputi selaput mukosa hidung.

3) Melembapkan udara

Keadaan selaput mukosa hidung selalu lembap dan selalu memberikan sebagian kelembapannya untuk udara yang terisap masuk melalui hidung. Oleh karena itu, udara akan menjadi lembap dan hangat sebelum masuk paru-paru.

Pada bagian ujung belakang rongga hidung terdapat daerah yang disebut faring (tekak). Faring merupakan lanjutan dari saluran hidung yang meneruskan udara ke laring. Pada bagian belakang faring terdapat laring, tempat terletak pita suara. Masuknya udara melalui faring akan menyebabkan pita suara bergetar dan terdengar sebagai suara.

b. Laring (Pangkal Tenggorokan)

Laring terdiri dari lempengan-lempengan tulang rawan dan tulang-tulang rawan pembentuk jakun. Jakun tersusun dari katup pangkal tenggorok, perisai tulang rawan, serta gelang-gelang tulang rawan. Pada laring juga terdapat selaput suara yang akan bergetar jika ada udara yang melaluinya, misalnya pada saat berbicara. Laring memiliki katup yang disebut epiglotis (anak tekak). Epiglotis selalu dalam keadaan terbuka, dan hanya menutup jika ada makanan yang masuk ke kerongkongan. Bagian dalam dindingnya digerakkan oleh otot yang berfungsi menutup serta membuka glotis. Glotis adalah lubang mirip celah yang menghubungkan trakea dengan faring. Dari laring, udara mengalir ke dalam trakea. Kartilago memperkuat dinding-dinding laring dan trakea sehingga bagian saluran udara ini tetap terbuka.

c. Trakea (Batang Tenggorokan)

Batang tenggorok atau trakea merupakan saluran pernapasan yang memanjang dari pangkal rongga mulut sampai dengan rongga dada. Trakea berbentuk pipa tersusun dari cincin-cincin tulang rawan terletak di depan kerongkongan. Trakea menghubungkan rongga hidung maupun rongga mulut dengan paru-paru. Oleh karena itu, udara pernapasan dapat juga diambil melalui mulut.

Batang tenggorok selalu dalam keadaan terbuka sehingga proses pernapasan dapat dilakukan setiap saat. Permukaan bagian dalam trakea licin dilapisi oleh



selaput lendir dan mempunyai lapisan yang terdiri dari sel-sel bersilia. Lapisan bersilia ini berfungsi untuk menahan debu atau kotoran dalam udara agar tidak masuk ke dalam paru-paru. Dari trakea, terdapat dua cabang yang disebut bronkus, masing-masing mengarah ke salah satu paru-paru.

d. Bronkus (Cabang Batang Tenggorokan)

Bronkus merupakan bagian yang menghubungkan paru-paru dengan trakea. Bronkus terdapat di paru-paru kanan dan kiri. Cabang bronkus ke kiri lebih mendatar bila dibandingkan dengan cabang bronkus ke kanan. Hal ini merupakan penyebab mengapa paru-paru kanan lebih mudah diserang penyakit dibanding paru-paru kiri. Setiap bronkus terdiri dari lempengan tulang rawan dan dindingnya terdiri dari otot halus. Di dalam paru-paru, bronkus bercabang-cabang lagi menjadi saluran-saluran yang semakin halus, disebut bronkiolus. Dinding bronkiolus tipis dan tidak bertulang rawan.

e. Pulmo (Paru-Paru)

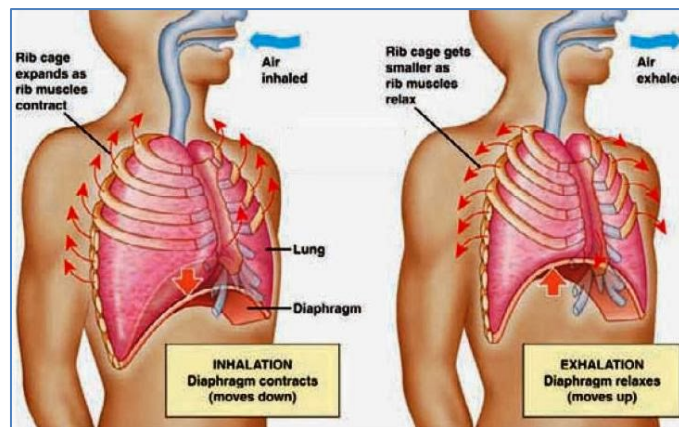
Paru-paru diselubungi oleh selaput elastis yang disebut pleura. Paru-paru terdiri dari dua bagian, yaitu paru-paru kiri dan paru-paru kanan. Paru-paru kiri terdiri dari dua gelambir, sedangkan paru-paru kanan terdiri dari tiga gelambir. Di dalam paru-paru terdapat bronkus dan bronkiolus. Bronkiolus paru-paru bercabang-cabang lagi membentuk pembuluh-pembuluh halus. Pembuluh-pembuluh halus ini berakhir pada gelembung-gelembung halus mirip buah anggur yang berisi udara yang disebut alveolus (jamak = alveoli). Alveolus sangat tipis, namun elastis dan mengandung pembuluh-pembuluh darah kapiler yang membentuk jaring-jaring.

2. Mekanisme Pernapasan pada Manusia

Bernapas adalah pengambilan udara pernapasan masuk kedalam paru-paru (inspirasi) dan pengeluarannya (ekspirasi). Inspirasi dan ekspirasi ini berlangsung 15 sampai 18 kali setiap menit. Proses tersebut diatur oleh otot-otot diafragma dan otot antar tulang rusuk. Mengembangkan rongga dada selama inspirasi melibatkan otot-otot rusuk dan diafragma, selapis otot rangka yang membentuk dinding dasar rongga dada. Mengontraksikan otot-otot rusuk akan mengembangkan sangkar rusuk, dinding depan dari rongga dada, dengan menarik rusuk ke atas dan tunas dada keluar. Pada waktu yang bersamaan, diafragma berkontraksi, mengembangkan rongga dada ke bawah. Dengan



menggunakan kontraksi untuk mengembangkan rongga dada secara aktif, manusia menurunkan tekanan udara dalam paru-parunya sehingga lebih rendah daripada tekanan udara di luar tubuh. Udara mengalir melalui lubang hidung dan mulut, menuruni saluran-saluran pernapasan menuju ke alveoli. Selama ekspirasi, otot-otot yang mengontrol rongga dada akan berelaksasi, dan volume rongga tersebut akan berkurang. Tekanan udara yang meningkat di dalam alveoli mendorong udara ke atas menuju saluran-saluran udara dan keluar dari tubuh. Dengan demikian, inspirasi selalu aktif dan membutuhkan kerja, sementara ekspirasi biasanya pasif.



Gambar 3.2. Kedudukan Tulang Rusuk dan Diafragma pada Saat Inspirasi dan ekspirasi
(Sumber : <http://pancanaka-airgun.blogspot.com/2014/02/referat-marksmanship-bagian-3-kontrol.html> diunduh tanggal 9/9/2015)

Volume udara yang dihirup dan diembuskan pada setiap napas disebut volume tidal. Rata-ratanya adalah 500 mL pada manusia dalam kondisi istirahat. Volume tidal selama inspirasi dan ekspirasi maksimal adalah kapasitas vital, yang mencapai sekitar 3,4 L untuk perempuan dewasa dan 4,8 L untuk laki-laki dewasa. Udara yang tersisa setelah ekspirasi yang ditekan disebut volume residual. Seiring bertambahnya usia kita, paru-paru akan kehilangan kelenturannya, dan volume residual meningkat pada pengeluaran kapasitas vital.

Pertukaran gas terjadi di alveoli, kantong-kantong udara di ujung bronkiolus paling kecil. Paru-paru manusia mengandung jutaan alveoli, yang memiliki area permukaan sekitar 100 m². O₂ di udara yang memasuki alveoli terlarut di dalam selaput lembap yang melapisi permukaan dalam dan berdifusi dengan cepat melintasi epitelium ke dalam jejaring kapiler yang mengelilingi setiap alveoli. CO₂



berdifusi dalam arah yang berlawanan, dari kapiler melintasi epitelium alveoli dan menuju ke dalam rongga udara.

a. Kontrol Pernapasan pada Manusia

Sebagian besar waktu pernapasan Anda diregulasi oleh mekanisme tak sadar. Mekanisme kontrol, ini memastikan pertukaran gas terkoordinasi dengan sirkulasi darah dan kebutuhan metabolik. Jejaring-jejaring neuron yang meregulasi pernapasan, disebut pusat-pusat kontrol pernapasan, terletak di dua wilayah otak, medula oblongata dan pons. Sirkuit kontrol di dalam medula menentukan ritme pernapasan, sementara neuron-neuron di dalam pons meregulasi temponya. Ketika Anda bernapas dalam-dalam, mekanisme umpan balik negatif mencegah paru-paru mengembang berlebihan. Selama inspirasi, sensor-sensor yang mendeteksi perentangan jaringan paru-paru mengirimkan impuls-impuls ke sirkuit-sirkuit kontrol di dalam medula, sehingga menghambat inspirasi lebih lanjut.

Aktivitas metabolik yang meningkat, misalnya terjadi selama berolahraga, menurunkan pH dengan meningkatkan konsentrasi CO₂ di dalam darah. Sebagai responsnya, sirkuit-sirkuit kontrol medula meningkatkan kedalaman dan laju pernapasan.

b. Mekanisme Pengambilan dan Pengeluaran Udara

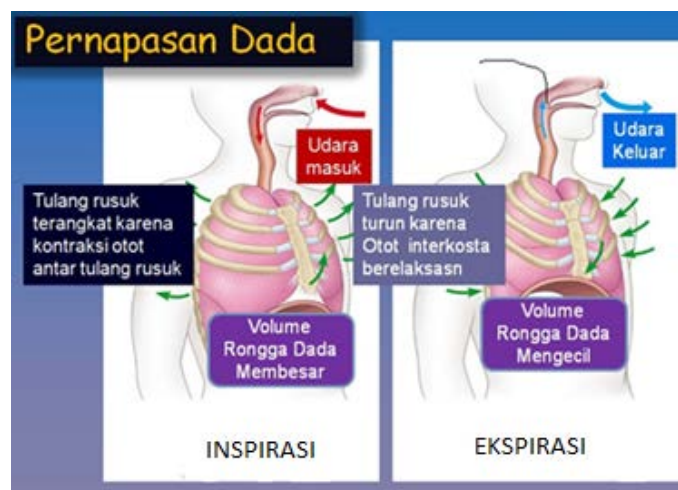
Proses bernapas selalu terjadi dua siklus, yaitu inspirasi dan ekspirasi. Berdasarkan cara melakukan inspirasi dan ekspirasi serta tempat terjadinya, manusia dapat melakukan dua mekanisme pernapasan, yaitu pernapasan dada dan pernapasan perut.

1) Pernapasan Dada

Pernapasan dada disebut juga pernapasan tulang rusuk. Proses inspirasi diawali dengan berkontraksinya otot antar tulang rusuk, menyebabkan terangkatnya tulang rusuk. Keadaan ini menyebabkan rongga dada membesar sehingga tekanan udara di dalam dada menurun dan paru-paru mengembang. Paru-paru yang mengembang menyebabkan tekanan udara rongga paru-paru menjadi lebih rendah dari tekanan udara luar. Dengan demikian udara dari luar masuk ke dalam paru-paru.



Sebaliknya proses ekspirasi berlangsung pada saat otot antar tulang rusuk berelaksasi sehingga tulang rusuk turun kembali. Keadaan ini mengakibatkan rongga dada menyempit, sehingga tekanan udara dalam rongga dada meningkat dan paru-paru mengecil. Paru-paru yang mengecil menyebabkan tekanan udara dalam rongga paru-paru menjadi lebih tinggi dibanding tekanan udara luar, sehingga udara keluar dari paru-paru.

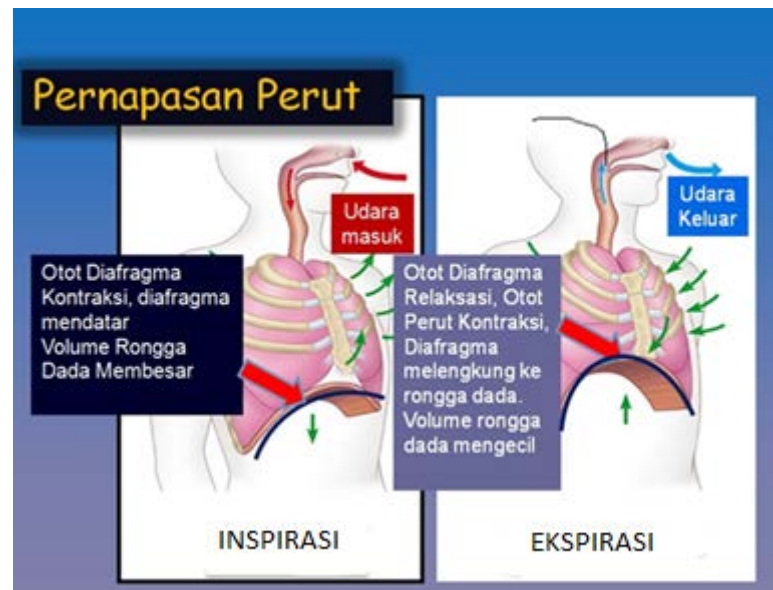


Gambar 3.3. Inspirasi dan Ekspirasi Pada Pernapasan Dada
(Sumber: <http://spynhara.mywapblog.com/fase-inspirasi-dan-fase-ekspirasi-pada-p.xhtml> diunduh tanggal 9/9/2015)

2) Pernapasan Perut

Mekanisme proses inspirasi pernapasan perut diawali dengan berkontraksinya otot diafragma, sehingga diafragma yang semula melengkung berubah menjadi datar. Keadaan diafragma yang datar mengakibatkan rongga dada dan paru-paru mengembang. Tekanan udara yang rendah dalam paru-paru menyebabkan udara dari luar masuk ke paru-paru.

Proses ekspirasi terjadi pada saat otot diafragma berelaksasi, sehingga diafragma kembali melengkung. Keadaan melengkungnya diafragma mengakibatkan rongga dada dan paru-paru mengempis, tekanan udara dalam paru-paru naik, maka udara keluar dari paru-paru.



Gambar 3.4. Inspirasi dan Ekspirasi Pada Pernapasan Perut
(Sumber : <http://spynhara.mywapblog.com/fase-inspirasi-dan-fase-ekspirasi-pada-p.xhtml>
diunduh tanggal 9/9/2015)

c. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pernapasan Manusia

Cepat lambatnya manusia melakukan pernapasan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya sebagai berikut.

1) Umur

Bertambahnya umur mengakibatkan frekuensi pernapasan menjadi semakin lambat. Pada usia lanjut, energi yang digunakan lebih sedikit dibandingkan pada saat usia pertumbuhan, sehingga O_2 yang diperlukan relatif lebih sedikit. Adapun pada bayi dan anak-anak, frekuensi pernapasan lebih tinggi dibandingkan dengan orang tua karena sedang mengalami pertumbuhan sehingga memerlukan energi yang banyak, O_2 yang dibutuhkannya pun banyak.

2) Jenis Kelamin

Pada umumnya, laki-laki memiliki lebih banyak aktivitas daripada perempuan sehinggamembutuhkan energi yang lebih banyak, oleh karena itu laki-laki memerlukan O_2 yang lebih banyak dari pada perempuan.

3) Suhu Tubuh

Manusia memiliki suhu tubuh yang konstan (berkisar antara $36-37^{\circ}C$) karena manusia mampu mengatur produksi panas tubuhnya dengan cara meningkatkan laju metabolisme. Jika suhu tubuh turun, maka tubuh akan meningkatkan



metabolismenya sehingga kebutuhan akan O_2 meningkat. Untuk memenuhi kebutuhan O_2 maka frekuensi pernapasan meningkat.

4) Aktivitas

Aktivitas tubuh akan mempengaruhi banyaknya otot yang bekerja. Misalnya pada saat berlari, otot akan berkontraksi sehingga O_2 yang dibutuhkan lebih banyak dan laju pernapasan pun akan meningkat dibandingkan pada saat orang berdiri.

5) Kesehatan

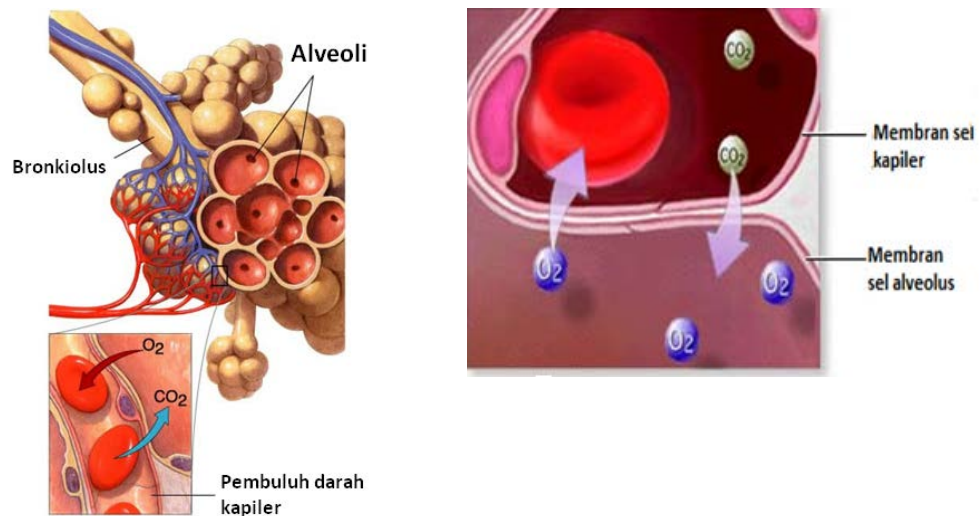
Pada orang yang sehat sistem kardiovaskuler dan pernapasan dapat menyediakan O_2 yang cukup untuk memenuhi kebutuhan tubuh. Akan tetapi penyakit pada sistem kardiovaskuler kadang berakibat pada terganggunya pengiriman O_2 ke sel-sel tubuh. Selain itu penyakit-penyakit pada sistem pernapasan dapat mempunyai efek sebaliknya terhadap O_2 darah. Salah satu contoh kondisi kardiovaskuler yang mempengaruhi O_2 adalah anemia, karena hemoglobin berfungsi membawa O_2 dan CO_2 maka anemia dapat mempengaruhi transportasi gas-gas tersebut ke dan dari sel.

3. Pertukaran Oksigen dan Karbondioksida

Pertukaran gas antara oksigen dan karbondioksida terjadi melalui proses difusi, berlangsung di alveolus dan di sel jaringan tubuh. Proses difusi berlangsung sederhana, yaitu hanya dengan gerakan molekul-molekul secara bebas melalui membran sel dari konsentrasi tinggi atau tekanan tinggi menuju ke konsentrasi rendah atau tekanan rendah.

a. Mekanisme Pertukaran Oksigen (O_2) dan Karbondioksida (CO_2)

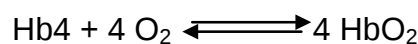
Oksigen masuk ke dalam tubuh melalui inspirasi dari rongga hidung sampai alveolus. Di alveolus terjadi difusi O_2 ke kapiler paru-paru yang terletak di dinding alveolus. Masuknya O_2 dari luar (lingkungan) menyebabkan tekanan parsial O_2 di alveolus lebih tinggi dibandingkan dengan di kapiler paru-paru. Oleh karena itu, O_2 akan bergerak dari alveolus menuju kapiler paru-paru, yang disebabkan proses difusi selalu terjadi dari daerah yang bertekanan parsial tinggi ke daerah yang bertekanan parsial rendah.



Gambar 3.5. Mekanisme Pertukaran O₂ dan CO₂ Pada Alveolus dan Pembuluh Darah Kapiler(Sumber:

http://www.besthealth.com/besthealth/bodyguide/reftext/html/resp_sys_fin.htm
ldiunduh tanggal 9/9/2015)

Oksigen di kapiler arteri diikat oleh eritrosit yang mengandung hemoglobin sampai menjadi jenuh. Makin tinggi tekanan parsial O₂ di alveolus, semakin banyak O₂ yang terikat oleh hemoglobin dalam darah. Hemoglobin terdiri dari empat sub unit, setiap sub unit terdiri dari bagian yang disebut heme. Di setiap pusat heme terdapat unsur besi yang dapat berikatan dengan O₂, sehingga setiap molekul hemoglobin dapat membawa empat molekul O₂ berbentuk oksihemoglobin. Reaksi antara hemoglobin dan O₂ berlangsung secara reversibel (bolak-balik) yang dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: pH, suhu, konsentrasi O₂ dan CO₂, serta tekanan parsial. Reaksi pengikatan O₂ oleh Hb adalah sebagai berikut.

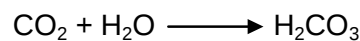


Arah reaksi tersebut ke kiri bila terjadi di jaringan tubuh, arah ke kanan bila di jaringan paru-paru. Hemoglobin akan mengangkut O₂ ke jaringan tubuh kemudian berdifusi masuk ke sel-sel tubuh. Di dalam sel-sel tubuh atau jaringan tubuh, O₂ digunakan untuk proses pernapasan di dalam mitokondria sel. Semakin banyak O₂ yang digunakan oleh sel-sel tubuh, semakin banyak CO₂



yang terbentuk dari proses pernapasan. Hal tersebut menyebabkan tekanan partial CO_2 di dalam sel-sel tubuh lebih tinggi dibandingkan tekanan partial CO_2 dalam kapiler vena sel-sel tubuh. Oleh karenanya CO_2 dapat berdifusi dari sel-sel tubuh ke dalam kapiler vena sel-sel tubuh, kemudian akan di bawa menuju ke paru-paru. Di paru-paru terjadi difusi CO_2 dari kapiler vena menuju alveolus. Proses tersebut terjadi karena tekanan parsial CO_2 pada kapiler vena lebih tinggi dari pada tekanan parsial CO_2 dalam alveolus.

Seperti telah diketahui, pengangkutan O_2 terutama dilaksanakan oleh Hb, sedangkan pengangkutan CO_2 dilakukan oleh plasma darah. CO_2 dapat larut dengan baik di dalam plasma darah dan membentuk asam karbonat:



b. Volume dan Kapasitas Paru-Paru

Volume udara pernapasan pada setiap orang berbeda-beda, tergantung pada ukuran paru-paru, kekuatan bernapas, dan cara bernapas. Pada orang dewasa, volume paru-paru berkisar antara 5 – 6 liter yang terdiri dari:

- 1) Volume Tidal (VT). Volume udara tidal adalah volume udara hasil inspirasi atau ekspirasi pada setiap kali bernapas normal. Volume udara tidal bervariasi tergantung pada tingkat kegiatan seseorang. Pada kondisi tubuh istirahat, volume udara tidal sebanyak kira-kira 500 mililiter pada rata-rata orang dewasa muda, dan besarnya akan meningkat bila kegiatan tubuh meningkat. Dari 500 mililiter udara tidal yang di pernapaskan pada kondisi istirahat tersebut hanya 350 mililiter saja yang dapat sampai di alveolus, sedang yang 150 mililiter mengisi ruang yang terdapat pada saluran pernapasan (disebut ruang rugi).
- 2) Volume Cadangan Inspirasi (VCI), adalah volume udara yang dapat dihisap dengan kekuatan inspirasi yang lebih kuat setelah volume tidal dilakukan, pada keadaan normal sebanyak kira-kira 3000 mililiter.
- 3) Volume Cadangan Ekspirasi (VCE), adalah volume udara ekstra yang dapat dikeluarkan (dihembuskan) dengan ekspirasi kuat pada akhir ekspirasi normal, pada keadaan normal sebanyak kira-kira 1000 mililiter.



- 4) Volume Residu (VR), yaitu volume udara yang masih tetap berada dalam paru-paru setelah ekspirasi kuat, kira-kira sebanyak 1500 mililiter.

c. Regulasi Kimiawi Pada Pernapasan

Pusat pernapasan dirangsang oleh tiga macam kondisi kimiawi dari darah yaitu:

- 1) Tekanan CO_2 di dalam darah

Stimulus yang paling penting bagi pusat pernapasan, adalah meningkatnya tekanan CO_2 di dalam darah (hipercapnia). Sedikit saja terjadi peningkatan kadar CO_2 di dalam darah akan meningkatkan tekanan CO_2 dan hal ini merupakan rangsangan yang memacu kegiatan pusat pernapasan sehingga berlangsung proses pernapasan yang cepat dan dalam. Sebagai contoh, penambahan sebanyak 0.22% volume CO_2 ke dalam darah alveolar, akan meningkatkan tekanan CO_2 dari darah (normalnya adalah 40 mmHg) menjadi 41.5 mmHg. Peningkatan ini akan mengakibatkan peningkatan aktivitas pernapasan sebanyak dua kali lipat.

- 2) Kadar O_2 di dalam darah

Berkurangnya kadar O_2 di dalam darah akan segera merangsang pusat pernapasan. Reaksi kekurangan O_2 ini telah terlihat pada perubahan kadar udara pernapasan dari 21% - 18% (pernapasan cepat dan dalam).

Bila kadar O_2 dari udara pernapasan telah mencapai 13% maka reaksi kekurangan O_2 menjadi lebih nyata. Tetapi bila udara pernapasan hanya mengandung O_2 sebanyak 10%, maka timbul cyanosis dan pada kadar 4% maka berhentilah proses pernapasan.

- 3) PH darah

Meningkatnya kadar CO_2 dalam darah akan menyebabkan meningkatnya kadar H_2CO_3 ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$).

Peningkatan kadar H_2CO_3 di dalam darah mengakibatkan meningkatnya kadar ion H^+ , sehingga pH darah menurun. Penurunan pH darah merupakan rangsangan terhadap pusat pernapasan di medula oblongata, dan meningkatkan kegiatan pernapasan.



d. Kandungan Udara Ekspirasi

Selama 24 jam kita bernapas kurang lebih membutuhkan 15.000 liter udara bersih. Dengan demikian kebersihan udara disekitar kita merupakan suatu hal yang sangat penting. Udara inspirasi dan udara ekspirasi memiliki komponen yang berbeda. Perbedaan yang paling mencolok adalah kandungan CO_2 , yaitu sebelum masuk paru-paru $\pm 0,03\%$ dari total volume udara yang masuk. Setelah masuk paru-paru dan terjadi pertukaran gas, akhirnya kandungan CO_2 yang dikeluarkan dari paru-paru meningkat menjadi $\pm 5,6\%$ dari total volume udara yang dikeluarkan.

Sebaliknya, kandungan O_2 dalam udara sebelum masuk ke dalam paru-paru adalah $\pm 20,9\%$ dari total volume udara yang masuk. Setelah masuk ke dalam paru-paru dan terjadi pertukaran gas, akhirnya kandungan O_2 yang dikeluarkan dari paru-paru terjadi penurunan, yaitu menjadi $14,6\%$ dari total volume yang dikeluarkan.

Sedangkan untuk gas-gas yang lainnya, misalnya nitrogen, SO_2 , NO_2 , dan yang lainnya cenderung tidak mengalami perubahan jumlah antara sebelum masuk paru-paru dengan pada saat dikeluarkan dari paru-paru. Namun demikian, polusi sangat mempengaruhi persentase komponen gas yang terkandung dalam udara sehingga dapat mengganggu mekanisme pernapasan pada manusia.

4. Gangguan dan Penyakit pada Sistem Respirasi

Beberapa gangguan dan penyakit dapat terjadi pada sistem pernapasan manusia, baik pada saluran pernapasan maupun alveolus.

a. Gangguan pada Saluran Pernapasan

- 1) Faringitis, merupakan peradangan pada faring sehingga timbul rasa nyeri pada waktu menelan makanan ataupun kerongkongan terasa kering. Gangguan ini disebabkan oleh infeksi bakteri atau virus dan dapat juga disebabkan banyak merokok.



Gambar 3.6. Keadaan Faring Normal
(Sumber: <http://obatjantungtradisional.com/category/uncategorized/page/8/> diunduh tanggal 5/1/2016)



Gambar 3.7. Peradangan Pada Faring
(Sumber: <http://es.slideshare.net/jgenaro/faringitis-9407454> diunduh tanggal 10/9/2015)

- 2) Difteri, merupakan penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri *Corynebacterium diptherial* yang dapat menimbulkan penyumbatan pada rongga faring (faringitis) maupun laring (laringitis) oleh lendir yang dihasilkan bakteri tersebut. Bila racun difteri menyebar melalui aliran darah, maka hal ini akan merusak selaput jantung, demam, kelelahan, dan kadang-kadang lumpuh dan seringkali menimbulkan kematian.

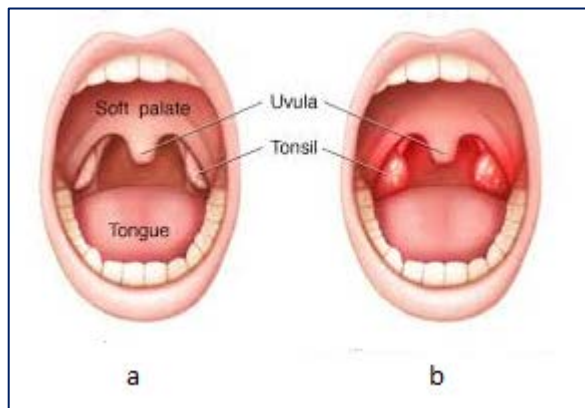


Gambar 3.8. Keadaan Saluran Pernapasan Normal
(Sumber: <http://obatjantungtradisional.com/category/uncategorized/page/8/> diunduh tanggal 5/1/2016)



Gambar 3.9. Saluran pernapasan Yang Mengalami Infeksi Akibat Difteri
(Sumber : <http://www.hmpd-untad.org/buletin-disease-x-difteri/> diunduh tanggal 10/9/2015)

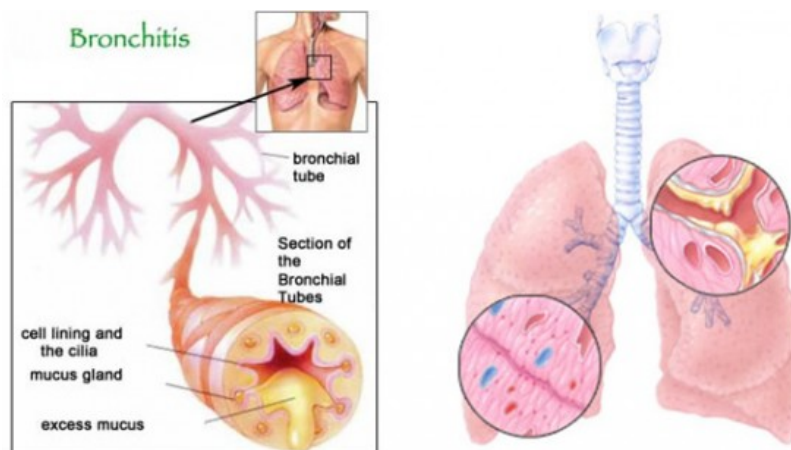
- 3) Tonsilitis, adalah radang disebabkan infeksi pada tonsil disebabkan oleh bakteri. Gejalanya adalah sakit tenggorokan, sulit menelan, temperatur badan naik, demam, dan otot-otot terasa sakit.



Gambar 3.10. (a) Keadaan Tonsil Normal; Gambar 3.11. (b) Keadaan Tonsil yang mengalami Peradangan/tonsilitis

(Sumber: http://www.riversideonline.com/health_reference/healthy-baby/ds00273.cfmdiunduh tanggal 5/1/2016)

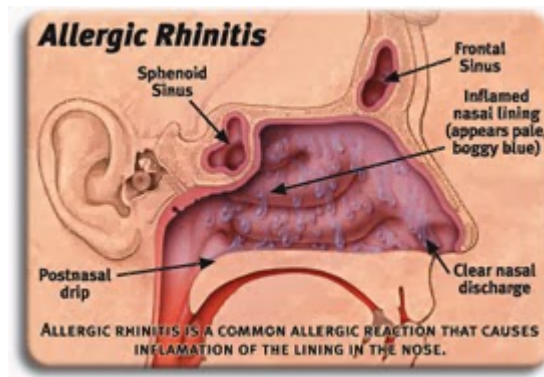
- 4) Bronkitis, adalah radang selaput lendir pada trakea dan saluran bronkial. Gejalanya adalah batuk-batuk, demam, sakit di bagian dada.



Gambar 3.12. Keadaan Saluran Bronkial Penderita Bronhitis

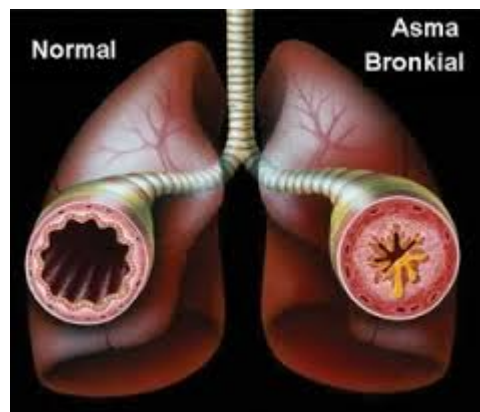
(Sumber: <http://www.zdravlje.eu/wp-content/uploads/2011/04/diunduh> tanggal 10/9/2015)

- 5) Rinitis, adalah radang membran mukosa pada rongga hidung menyebabkan bengkak dan mengeluarkan banyak lendir (sekresi). Peradangan ini disebabkan oleh alergi terhadap sesuatu benda atau suasana.



Gambar 3.13. Radang Membran Mukosa Pada Penderita Rhinitis
(Sumber : <http://penyembuhankankers.blogspot.com/2013/11/cara-mengobati-penyakit-rinitis-alergi.html> diunduh tanggal 10/9/2015)

- 6) Asma, adalah gangguan pada sistem pernapasan dengan gejala sukar bernapas ditandai dengan kontraksi yang kaku dari bronkiolus menyebabkan kesukaran bernapas. Asma biasanya disebabkan oleh hipersensitivitas bronkiolus (disebut asma bronkiale) terhadap benda-benda asing di udara. Pada penderita di bawah usia 30 tahun, asma kira-kira 70% disebabkan oleh hipersensitivitas alergi, terutama hipersensitivitas terhadap tumbuhan. Pada penderita yang lebih tua, kira-kira 70% asma disebabkan karena alergi pada bahan kimia dan kabut/debu.

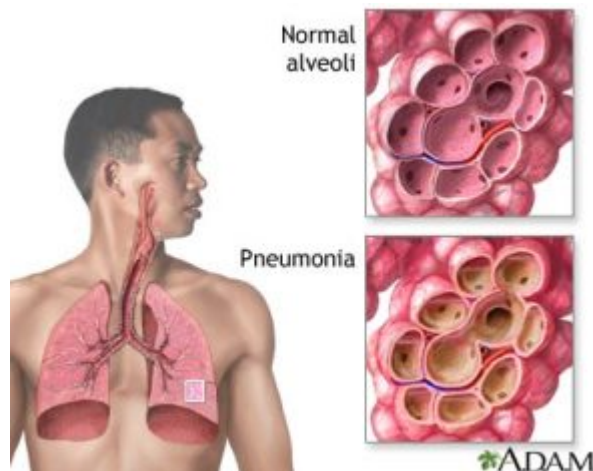


Gambar 3.14. Bronkiolus Pada Penderita Asma
(Sumber: <http://penyebabasma.com/> diunduh tanggal 10/9/2015)

- b. Gangguan pada Alveolus
- 1) Pneumonia adalah peradangan paru-paru di mana alveolus biasanya berisi cairan dan eritrosit yang berlebihan. Jenis pneumonia yang umum adalah pneumonia bakteri. Penyakit ini dimulai dengan infeksi dalam alveolus, yaitu



membran paru-paru mengalami peradangan dan berlubang-lubang sehingga cairan dan eritrosit masuk ke dalam paru-paru. Dengan demikian, alveolus terinfeksi oleh cairan dan eritrosit. Infeksi disebarkan oleh bakteri dari satu alveolus lain sehingga dapat meluas ke seluruh lobus bahkan seluruh paru-paru.

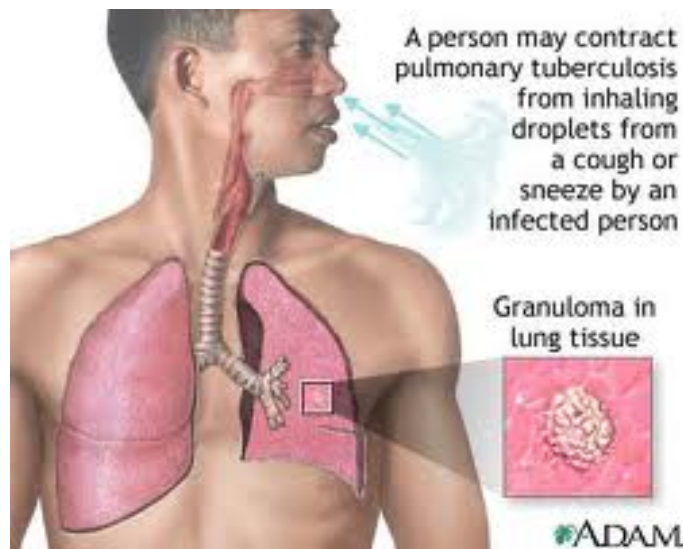


Gambar 3.15. Keadaan Alveoli Pada Penderita Pneumonia
(Sumber: <http://paru-paru.com/radang-paru-paru//diunduh tanggal 10/9/2015>)

- 2) Tuberkulosis (TBC). Merupakan penyakit spesifik yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri ini dapat menyerang semua organ tubuh, tetapi yang paling sering adalah paru-paru dan tulang.
- 3) Pada tuberkulosis, serangan bakteri menyebabkan reaksi jaringan yang aneh dalam paru-paru. Daerah yang terinfeksi akan diserang oleh makrofag, sehingga daerah tersebut rusak dan akan dikelilingi oleh jaringan fibrotik untuk membentuk tonjolan yang disebut tuberkel. Proses ini membantu membatasi penyebaran tuberkel yang mengandung bakteri dalam paru-paru. Tetapi hampir 3% dari seluruh penderita tuberkulosis tidak terbentuk proses (pendindingan) ini, sehingga tuberkel yang berisi bakteri menyebar ke seluruh paru-paru. Pada stadium lanjut akan menyebabkan daerah fibrotik di seluruh paru-paru sehingga mengurangi jumlah jaringan paru-paru fungsional. Keadaan ini menyebabkan:
 - a) peningkatan kerja sebagian otot pernapasan yang berfungsi untuk pertukaran udara paru-paru,



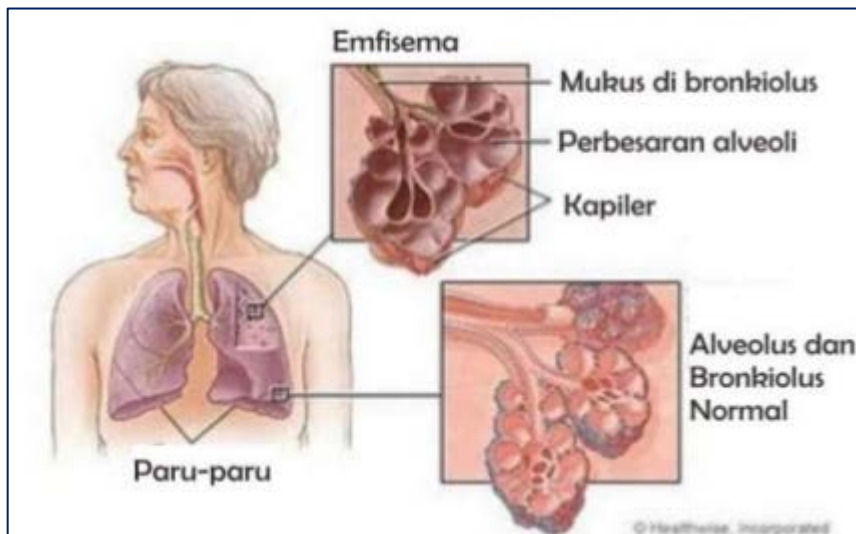
- b) mengurangi kapasitas vital dan kapasitas pernapasan,
- c) mengurangi luas permukaan membran pernapasan, yang akan meningkatkan ketebalan membran pernapasan sehingga menimbulkan penurunan kapasitas difusi paru-paru.



Gambar 3.16. Paru-paru yang Terkena TBC

(Sumber: <https://susukambingsurabaya.wordpress.com/2011/08/07/susu-kambing-sebagai-obat-herbal-bagi-tuberculosis-tbc/diunduh tanggal 10/9/2015>)

- 4) Emfisema paru-paru, adalah suatu kondisi di mana alveoli menjadi luas secara berlebihan, mengakibatkan penggelembungan paru-paru yang berlebihan sehingga terdapat udara yang berlebihan di dalam paru-paru. Dengan demikian pernapasan menjadi sulit, hal ini disebabkan oleh:
 - a) infeksi kronik karena rokok atau bahan-bahan lain yang mengiritasi bronkus dengan serius sehingga mengacaukan mekanisme pertahanan normal saluran pernapasan.
 - b) infeksi akibat kelebihan mukus akibat peradangan dan edema epitel bronkiolus.
 - c) gangguan saluran pernapasan, menyebabkan kesukaran ekspirasi dan udara yang terperangkap dalam alveolus menyebabkan alveolus menjadi renggang.



Gambar 3.17. Keadaan Paru-paru Yang Terkena Emfisema
(Sumber : <http://www.slideshare.net/dianapujatie/sitem-pernapasan-kelompok-2diunduh>
tanggal 10/9/2015)

c. Gangguan pada Sistem Transportasi

- 1) Asfiksi adalah gangguan dalam pengangkutan O_2 ke jaringan atau gangguan penggunaan O_2 oleh jaringan disebabkan terganggunya fungsi paru-paru, pembuluh darah maupun jaringan tubuh. Misalnya pada orang tenggelam menyebabkan alveolus terisi air. Gangguan lain adalah keracunan Karbonmonoksida karena hemoglobin (Hb) mengikat karbonmonoksida (CO) sehingga pengangkutan oksigen (O_2) dalam darah berkurang.
- 2) Hipoksia adalah kekurangan O_2 di dalam jaringan. Bila cukup berat, hipoksia dapat menyebabkan kematian sel-sel, tetapi pada tingkat yang kurang berat akan mengakibatkan:
 - a) penekanan aktivitas mental, kadang-kadang memuncak sampai koma, dan
 - b) menurunkan kapasitas kerja otot
- 3) Asidosis disebabkan meningkatnya kadar asam karbonat dan asam bikarbonat dalam darah menyebabkan terganggunya pernapasan.



- 4) Sianosis adalah kebiruan pada kulit disebabkan karena jumlah hemoglobin deoksigenisasi yang berlebihan di dalam pembuluh darah kulit, terutama dalam kapiler.

d. Menghindari Gangguan Sistem Pernapasan

Sistem pernapasan, terutama paru-paru bersih adalah bagian penting dari keseluruhan kesehatan Anda. Orang-orang yang tinggal di kota besar, hampir bisa dipastikan tidak ada yang mempunyai paru-paru yang benar-benar sehat. Hal ini disebabkan tingginya tingkat polusi udara. Akan tetapi, kita dapat mengantisipasinya melalui beberapa aktivitas yang bisa dilakukan untuk menjaga kesehatan paru-paru sehingga hidup menjadi lebih sehat.

1) Pola Makan Sehat

Jadwal makan harus teratur, lebih baik makan dalam jumlah yang sedikit tapi sering dan teratur daripada makan dalam porsi banyak tapi tidak teratur. Saat makan, jumlah kalori harus sesuai dengan kebutuhan. Anda harus menyesuaikan jumlah kalori antara energi yang keluar, baik saat berolahraga atau beraktivitas, dan energi yang masuk. Pola makan yang sehat membuat tubuh selalu kuat, stamina terjaga, dan terhindar dari penyakit.

Makanan yang harus dikonsumsi meliputi karbohidrat, protein, lemak seimbang, dan nutrisi spesifik yang terpenuhi. Kalau kurang memperhatikan pola makan, berbagai penyakit dapat menyerang tubuh. Dalam pola makan sehat, Anda dianjurkan untuk mengonsumsi bahan makanan yang mengandung vitamin lengkap, terutama vitamin C, E, B kompleks, B6, B12, dan makanan yang mengandung protein. Oleh karena itu jadikan buah dan sayur selalu masuk dalam daftar menu utama keluarga. Selanjutnya hindari konsumsi bahan makanan yang banyak mengandung bahan pengawet, penyedap rasa, zat pewarna atau zat-zat aditif/tambahan lainnya.



2) Olahraga Teratur

Lakukan olahraga secara teratur agar daya tahan tubuh prima. Olahraga atau latihan fisik pada dasarnya adalah suatu upaya sistematis untuk meningkatkan kemampuan fisik dan berguna sebagai upaya untuk pengembangan prestasi fisik, juga untuk meningkatkan derajat kesehatan. Latihan yang benar akan memberikan efek latihan yang positif berupa peningkatan kemampuan fisik, baik berbentuk kekuatan otot, ketahanan otot, ketahanan peredaran darah dan pernapasan, kelenturan, dan keseimbangan badan. Semua itu membentuk kemampuan fisik (physical fitness). Semakin tinggi kemampuan fisik seseorang akan semakin besar kemampuan kerja/produktivitasnya dan semakin tinggi derajat kesehatannya.

3) Hindari Rokok dan Zat Berbahaya Lain

Anda sebaiknya tidak merokok dan jangan pula menjadi perokok pasif. Itulah sebabnya orang tua hendaknya tidak merokok di dekat anak karena asap rokok akan memposisikan anak-anak jadi perokok pasif. Begitu pula hindari alkohol dan obat-obatan terlarang yang dapat menimbulkan efek kecanduan seperti narkoba. Hindari stres yang dapat memicu konsumsi alkohol dan pemakaian obat berbahaya.

4) Hindari Polusi

Tingkat polusi udara terutama disebabkan oleh asap kendaraan di Indonesia yang saat ini merupakan level yang mengkhawatirkan. Polusi udara dari asap kendaraan dapat menimbulkan gangguan pada mata, saluran pernapasan, jantung, dan otak manusia. Lebih dari itu, zat-zat yang terkandung dalam gas buang kendaraan seperti timbal dan karbon monoksida (CO) membahayakan kesehatan manusia. Pada anak-anak, timbal yang masuk ke dalam tubuh akan merusak sel darah merah, maka jumlahnya makin lama makin berkurang dan bisa menyebabkan anemia. Jika kondisi udara kotor, Anda disarankan untuk memakai masker agar udara yang kotor tidak masuk ke dalam paru-paru, sehingga paru kita akan sehat.



Jika anda memilih tempat tinggal, pilihlah lingkungan tempat tinggal yang tingkat pencemaran udaranya rendah. Anda harus menghindari lingkungan perumahan yang terus-menerus terpapar zat polutif, seperti asap pabrik dan asap kendaraan bermotor. Selain itu, sirkulasi udara di dalam rumah pun harus lancar sehingga tidak terjadi penumpukan debu yang dapat memicu gangguan pada sistem pernapasan. Usahakan ruangan di dalam rumah dapat terjangkau sinar matahari. Kurangnya sinar matahari menyebabkan udara di dalam ruangan menjadi lembap. Kondisi lembap di dalam ruangan dapat memicu perkembangan jamur dan bakteri penyebab gangguan pernapasan.

5) Segera Periksa

Jika memungkinkan, sebaiknya anda memeriksakan kesehatan anda secara rutin ke rumah sakit, minimal satu tahun satu kali. Berdasarkan hasil pemeriksaan, anda akan mengetahui kondisi tubuh sendiri. Jika sudah muncul keluhan pada sistem pernapasan, misalnya batuk dalam waktu lama dan tak kunjung sembuh, sesak napas apalagi kalau disertai demam, jangan buang-buang waktu untuk segera memeriksakan diri ke dokter. Penanganan dan deteksi penyakit lebih awal akan menurunkan risiko penyakit yang lebih parah.

D. Aktivitas Pembelajaran

Lembar Kegiatan: Pengukuran kadar karbon dioksida udara ekspirasi

1. Respirasi sel adalah proses penguraian zat organik menjadi molekul yang lebih kecil dan membebaskan energi. Salah satu hasil respirasi ialah karbon dioksida atau CO_2 . Kita dapat mengukur kecepatan respirasi secara tidak langsung dengan mengukur kadar CO_2 udara ekspirasi. Udara ekspirasi adalah udara yang dihembuskan sebagai hasil respirasi (pernapasan).
2. CO_2 bereaksi dengan air membentuk asam karbonat (H_2CO_3). Air menjadi lebih asam jika CO_2 bertambah. Keasaman larutan dapat dinetralkan dengan suatu basa misalnya NaOH . Anda dapat menentukan terjadinya penetralan



dengan menambahkan indikator ke dalam larutan. Fenolftalein merupakan suatu indikator pH yang berwarna merah muda atau merah dalam larutan basa. Penetralkan larutan asam ditunjukkan jika fenolftalein dalam larutan mulai berubah dari bening menjadi berwarna. Dengan menghitung volume NaOH yang diperlukan untuk menetralkan asam dapat diketahui volume CO₂ dalam larutan. Teknik ini dapat digunakan untuk mengukur kecepatan ekspirasi pada waktu istirahat dan pada waktu mengadakan kegiatan.

3. Dengan melakukan kegiatan ini Anda dapat mengembangkan keterampilan mengamati dan menyimpulkan.

4. Tujuan

Setelah melakukan kegiatan ini Anda diharapkan dapat menentukan kadar CO₂ udara ekspirasi yang dihasilkan sebelum dan sesudah berlari-lari.

5. Alat & Bahan

- a. Pipet ukur
- b. Gelas kimia 500 ml
- c. Larutan fenolftalein dalam botol tetes
- d. Erlenmeyer 150 ml
- e. Larutan NaOH 0,01 M
- f. Karet berlubang satu
- g. Sedotan limun
- h. Batang pengaduk
- i. Kertas label

6. Cara kerja

- a. Isilah gelas kimia dengan 300 ml NaOH 0,0001 M. Tambahkan fenolftalein setetes demi setetes sampai timbul warna merah muda.
- b. Pindahkan larutan ini ke dalam 3 buah gelas erlenmeyer masing-masing 100 ml dan beri label gelas erlenmeyer dengan K untuk kontrol dan E₁, E₂ untuk eksperimen. Tutuplah ketiga erlenmeyer itu dengan sumbat karet berlubang satu atau plastik yang dilubangi sebesar sedotan limun.
- c. Masukkan sedotan limun melalui lubang plastik. Ujung sedotan limun harus sampai ke dasar gelas erlenmeyer.



- d. Hiruplah udara sebanyak-banyaknya, tahan di dalam paru-paru selama 5 detik, lalu hembuskan udara respirasi sebanyak-banyaknya melalui sedotan limun ke gelas erlenmeyer E₁.
 - e. Dengan menggunakan pipet ukur tambahkan NaOH ke dalam larutan yang telah ditiup tadi sampai warnanya sama dengan kontrol. Goyang-goyangkan erlenmeyer agar larutan tercampur. Hitung beberapa ml NaOH yang ditambahkan. Catat jumlah NaOH yang ditambahkan ke dalam larutan pada tabel.
 - f. Lari-larilah di tempat selama 2 menit, kemudian hiruplah udara sebanyak-banyaknya, lalu tiupkanlah udara ekspirasi sebanyak-banyaknya ke dalam tabung E₂. Tambahkan larutan NaOH dan lakukan seperti yang tertera pada no. 5.
7. Tabel Pengamatan
 8. Hasil pengamatan dari pengaruh latihan terhadap karbon dioksida udara ekpirasi

	Sebelum lari-lari	Sesudah lari-lari
NaOH yang ditambahkan	ml	ml

9. Pertanyaan-pertanyaan:

Pertanyaan 1: Apakah larutan dalam erlenmeyer K ini bersifat asam atau basa?

Pertanyaan 2: Apakah yang terjadi dengan warna larutan ketika melakukan cara kerja poin keempat dan apa artinya?

E. Latihan/Kasus/Tugas

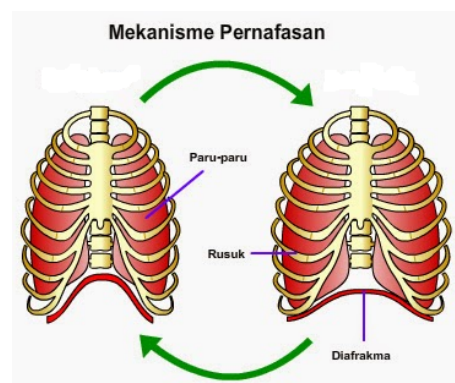
1. Proses bernapas dibedakan antara pernapasan dada dan pernapasan perut. Pada pernapasan dada yang berkontraksi adalah otot ...
 - a. diafragma
 - b. pengangkat rusuk
 - c. terjadinya pengeluaran CO₂
 - d. antar tulang rusuk



2. Makin bertambah umur seseorang akan makin rendah frekuensi pernapasannya. Hal ini berhubungan erat dengan
- Meningkatkan jumlah sel darah merah
 - Berkurangnya kebutuhan tubuh terhadap oksigen
 - Meningkatnya kebutuhan energi tubuh
 - Melemahnya kerja otot karena usia lanjut

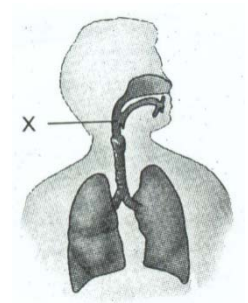
3. Inspirasi akan berlangsung bila otot

- antar tulang rusuk dalam dan otot diafragma berkontraksi
- perut dan otot antar tulang rusuk luar kontraksi
- antar tulang rusuk luar dan otot diafragma kontraksi
- diafragma dan otot antar tulang rusuk luar berelaksasi



4. Perhatikan gambar sistem pernapasan manusia berikut :
Ketika bernapas, udara dihirup dari rongga hidung masuk ke bagian trakea melewati bagian bertanda X yang disebut

- laring
- faring
- eustachius
- bronkus



5. Pada proses inspirasi dan ekspirasi terjadi pertukaran gas secara
- osmosis
 - difusi
 - transport aktif
 - endositosis
6. Celah yang menghubungkan faring dengan trakea adalah
- glotis
 - epiglottis
 - laring

d. tonsil

7. 1. menyaring udara

2. menghangatkan udara

3. mengatur kelembapan udara

4. memudahkan difusi oksigen

Fungsi rambut dan selaput lendir yang terdapat di dalam hidung ditunjukkan oleh nomor

a. 1 dan 3

c. 3 dan 4

b. 1 dan 4

d. 1, 2, dan 3

8. Organ-organ pernapasan:

1. bronkiolus

2. trakea

3. laring

4. alveolus

5. bronkus

Urutan jalannya udara pernapasan yang benar adalah

a. 2-1-4-3-5

d. 3-5-2-4-1

b. 2-3-5-1-4

c. 3-2-5-1-4

9. Penyakit penyumbatan saluran pernapasan yang disebabkan oleh reaksi alergi adalah

a. renitis

d. bronchitis

b. tuberkolusis e. sinusitis

c. asma

10. Perhatikan daftar alat-alat pernapasan berikut.

1. pulmo 4. trakea

2. alveolus 5. bronkus

3. bronkiolus

Urutan masuknya udara ke paru-paru adalah

a. $4 - 5 - 3 - 2$



- b. 4 – 3 – 5 – 2
- c. 1 – 2 – 3 – 4
- d. 4 – 5 – 2 – 1

F. Rangkuman

Antara tubuh dan lingkungan sekitarnya berlangsung proses pertukaran gas O_2 dan CO_2 yang dikenal sebagai proses pernapasan atau proses *respirasi*. Untuk sampai ke sel dalam tubuh, O_2 dari lingkungan akan masuk dan bergerak melalui organ-organ pernapasan. Organ-organ pernapasan manusia terdiri atas, hidung, laring, trakea, bronkus, bronkiolus, dan paru-paru. Rongga hidung memiliki tiga fungsi utama, yaitu menghangatkan, menyaring, dan melembapkan udara. Pada bagian ujung belakang rongga hidung terdapat daerah yang disebut faring (tekak). Faring merupakan lanjutan dari saluran hidung yang meneruskan udara ke laring. Laring terdiri dari lempengan-lempengan tulang rawan dan tulang-tulang rawan pembentuk jakun. Laring memiliki katup yang disebut epiglotis (anak tekak). Epiglotis selalu dalam keadaan terbuka, dan hanya menutup jika ada makanan yang masuk ke kerongkongan. Dari laring, udara mengalir ke dalam trakea. Trakea berbentuk pipa tersusun dari cincin-cincin tulang rawan terletak di depan kerongkongan. Permukaan bagian dalam trakea licin dilapisi oleh selaput lendir dan mempunyai lapisan yang terdiri dari sel-sel bersilia yang berfungsi untuk menahan debu atau kotoran dalam udara agar tidak masuk ke dalam paru-paru. Dari trakea, terdapat dua cabang yang disebut bronkus, masing-masing mengarah ke salah satu paru-paru. Di dalam paru-paru, bronkus bercabang-cabang lagi menjadi saluran-saluran yang semakin halus, disebut bronkiolus. Bronkiolus paru-paru bercabang-cabang lagi membentuk pembuluh-pembuluh halus. Pembuluh-pembuluh halus ini berakhir pada gelembung-gelembung halus mirip buah anggur yang berisi udara yang disebut alveolus (jamak = alveoli). Alveolus sangat tipis, namun elastis dan mengandung pembuluh-pembuluh darah kapiler yang membentuk jaring-jaring.

Proses bernapas diatur oleh otot-otot diafragma dan otot antar tulang rusuk. Sebagian besar waktu pernapasan Anda diregulasi oleh mekanisme tak sadar. Berdasarkan cara melakukan inspirasi dan ekspirasi serta tempat terjadinya,



manusia dapat melakukan dua mekanisme pernapasan, yaitu pernapasan dada dan pernapasan perut.

Cepat lambatnya manusia melakukan pernapasan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya umur, jenis kelamin, suhu tubuh, aktifitas, dan kesehatan. Beberapa gangguan dan penyakit dapat terjadi pada sistem pernapasan manusia, baik pada saluran pernapasan maupun alveolus. Gangguan pada saluran pernapasan diantaranya:

1. Faringitis, disebabkan oleh infeksi bakteri atau virus dan dapat juga disebabkan banyak merokok
2. Difteri, disebabkan oleh bakteri *Corynebacterium diphtherial*
3. Tonsilitis, radang disebabkan infeksi pada tonsil disebabkan oleh bakteri
4. Bronkitis, radang selaput lendir pada trakea dan saluran bronkial
5. Rinitis, peradangan membran mukosa rongga hidung yang disebabkan oleh alergi terhadap sesuatu benda atau suasana
6. Asma, biasanya disebabkan oleh hipersensitivitas bronkiolus (disebut asma bronkiale) terhadap benda-benda asing di udara

Gangguan pada alveolus diantaranya :

1. Pneumonia, peradangan alveolus karena terinfeksi oleh cairan dan eritrosit
2. TBC, penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*

Emfisema paru-paru, pernapasan menjadi sulit karena alveoli menjadi luas secara berlebihan, mengakibatkan penggelembungan paru-paru yang berlebihan sehingga terdapat udara yang berlebihan di dalam paru-paru.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah mempelajari materi sistem pernapasan pada manusia pada modul ini, Anda dapat meningkatkan pemahaman Anda dengan mencari literatur dari sumber lain yang relevan dengan materi ini, menganalisis video yang berkaitan dengan mekanisme pernapasan pada manusia, atau mendiskusikan kesulitan-kesulitan yang dihadapi dalam mempelajari materi ini pada forum MGMP.

KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS

A. KUNCI JAWABAN PEMBELAJARAN 1: PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN PADA MAKHLUK HIDUP

1	2	3	4	5	6	7
D	D	A	A	A	D	A

B. KUNCI JAWABAN PEMBELAJARAN 2: JARINGAN TUMBUHAN

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
B	D	A	C	D	B	C	C	D	D	C	C	A	B	D

C. KUNCI JAWABAN PEMBELAJARAN 3: SISTEM PERNAFASAN PADA MANUSIA

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

EVALUASI

1. Ada 2 jenis jaringan yang dikenal pada tumbuhan, yaitu ...
 - A. jaringan meristem dan jaringan epidermis
 - B. jaringan meristem dan jaringan permanen
 - C. jaringan permanen dan jaringan penguat
 - D. jaringan permanen dan jaringan pembuluh
2. Meristem yang telah ada ketika tumbuhan masih dalam bentuk embrio dinamakan
 - A. meristem apikal
 - B. meristem lateral
 - C. meristem interkalar
 - D. promeristem
3. Akibat dari pertumbuhan primer yang dihasilkan oleh meristem apikal adalah....
 - A. tumbuhan semakin tinggi
 - B. tumbuhan semakin besar ke samping
 - C. tumbuhan segera berbunga
 - D. tumbuhan semakin mengeras lapisan luarnya
4. Menurut Anda, yang menyebabkan garis tengah (diameter) batang tanaman tumbuh semakin membesar adalah
 - A. aktivitas meristem interkalar pada batang
 - B. diferensiasi pada sel-sel anakan dari sel meristem
 - C. aktivitas kambium vaskuler pada batang
 - D. pergantian musim dalam satu tahun



5. Berikut adalah ciri-ciri dari suatu jaringan:
- i) terdiri dari sel-sel hidup;
 - ii) berbentuk persegi panjang;
 - iii) sel-selnya rapat tanpa ruang antarsel;
 - iv) tidak memiliki klorofil;
 - v) mampu melakukan modifikasi.
- Jaringan yang paling tepat untuk memiliki ciri-ciri di atas adalah
- A. meristem
 - B. penyokong/penguat
 - C. pembuluh
 - D. epidermis
6. Struktur pada jaringan epidermis yang merupakan diferensiasi dari sel-sel epidermis yang dapat membuka dan menutup, dan tempat terjadinya pertukaran gas adalah ...
- A. Trikomata
 - B. Stomata
 - C. Kutikula
 - D. lentisel
7. Apabila lingkungan dalam kondisi kering, maka salah satu bentuk adaptasi tumbuhan adalah ditunjukkan dengan ciri ...
- A. Ukuran daun lebar-lebar
 - B. Ukuran akar pendek-pendek
 - C. Stomata sedikit
 - D. Batang dilapisi kutikula
8. Jaringan yang dapat ditemukan di hampir setiap organ tumbuhan dan bisa memiliki beragam fungsi adalah ...
- A. Epidermis
 - B. Meristem
 - C. Parenkim
 - D. Pembuluh



9. Berikut adalah beberapa ciri sel tumbuhan :

1. Sel hidup
2. bisa memiliki beberapa fungsi
3. bentuknya pipih
4. jarak antar sel renggang
5. mempertahankan sifat meristematis
6. vakuola berukuran besar
7. sel-selnya rapat tanpa celah

Yang merupakan ciri sel parenkim adalah ...

- A. 1, 3, 5
- B. 1, 2, 7
- C. 2, 3, 4
- D. 2, 4, 5

10. Jaringan parenkim pada tumbuhan terletak di ...

- A. Bagian batang tumbuhan dikotil
- B. Bagian batang tumbuhan monokotil
- C. Bagian daun semua jenis tumbuhan
- D. Semua bagian tumbuhan

11. Tulang pada manusia salah satunya berfungsi dalam menyokong bentuk tubuh dan melindungi organ yang lunak.

Fungsi yang mirip dengan tulang pada jaringan tumbuhan adalah

- A. batang tumbuhan
- B. parenkim
- C. jaringan penyokong
- D. berkas pembuluh

12. Jaringan penyokong terdiri dari 2 jenis, yaitu ...

- A. Parenkim dan jaringan gabus
- B. Kolenkim dan parenkim
- C. Kolenkim dan sklerenkim
- D. Parenkim dan sklerenkim



13. Sel-sel yang bisa ditemukan pada organ-organ yang aktif tumbuh karena sifatnya yang lentur dan dapat meregang adalah sel jaringan penyokong yang bernama ...
- Kolenkim
 - Sklerenkim
 - Parenkim
 - Sklereid
14. Xilem adalah jaringan yang berfungsi untuk
- Mengisi organ tanaman
 - Mengangkut air dan mineral dari akar
 - Menghantarkan gas
 - Mendistribusikan hasil fotosintesis
15. Berikut adalah sifat-sifat dari sel-sel pembuluh:
- sel mati
 - Bahan penyusun dinding adalah selulosa
 - Dinding sel ukurannya tebal
 - sel dibatasi dengan sitoplasma
 - arah pengangkutan ke atas dan ke bawah
 - Jaringan memiliki serabut/tanpa sel pendamping
- Yang merupakan ciri-ciri dari pembuluh floem adalah :
- 1, 2, dan 3
 - 1, 2, dan 4
 - 2, 3, dan 5
 - 2, 4, dan 5
16. Proses bernapas dibedakan antara pernapasan dada dan pernapasan perut. Pada pernapasan dada yang berkontraksi adalah otot ...
- diafragma
 - pengangkat rusuk
 - terjadinya pengeluaran CO₂
 - antar tulang rusuk

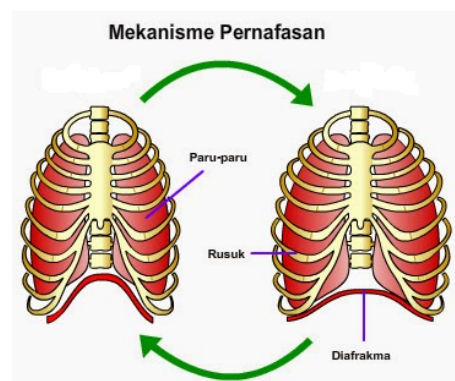


17. Makin bertambah umur seseorang akan makin rendah frekuensi pernapasannya. Hal ini berhubungan erat dengan

- A. Meningkatkan jumlah sel darah merah
- B. Berkurangnya kebutuhan tubuh terhadap oksigen
- C. Meningkatnya kebutuhan energi tubuh
- D. Melemahnya kerja otot karena usia lanjut

18. Inspirasi akan berlangsung bila otot

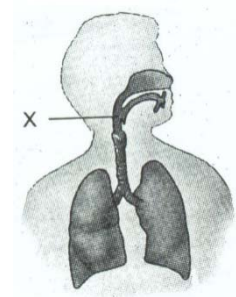
- A. antar tulang rusuk dalam dan otot diafragma berkontraksi
- B. perut dan otot antar tulang rusuk luar kontraksi
- C. antar tulang rusuk luar dan otot diafragma kontraksi
- D. diafragma dan otot antar tulang rusuk luar berelaksasi



19. Perhatikan gambar sistem pernapasan manusia berikut:

Ketika bernapas, udara dihirup dari rongga hidung masuk ke bagian trakea melewati bagian bertanda X yang disebut

- A. laring
- B. faring
- C. eustachius
- D. bronkus



20. Pada proses inspirasi dan ekspirasi terjadi pertukaran gas secara

- A. osmosis
- B. difusi
- C. transport aktif
- D. endositosis

PENUTUP

Modul Profesional Guru Pembelajar Mata Pelajaran Biologi Kelompok Kompetensi C yang berjudul Respirasi, Jaringan Tumbuhan, dan Sistem Pernafasan pada Manusia disiapkan untuk membantu guru pembelajar baik secara mandiri maupun tatap muka di lembaga pelatihan atau di MGMP. Materi modul di susun sesuai dengan kompetensi profesional yang harus dicapai guru pada Kelompok Kompetensi C. Guru dapat belajar sesuai dengan rambu-rambu/instruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, latihan dan sebagainya. Modul ini juga mengarahkan dan membimbing guru pembelajar dan para widyaiswara/fasilitator untuk menciptakan proses kolaborasi belajar dan berlatih.

Untuk pencapaian kompetensi pada Kelompok Kompetensi C ini, guru diharapkan secara aktif menggali informasi, memecahkan masalah dan berlatih soal-soal evaluasi yang tersedia pada modul.

Isi modul ini masih dalam penyempurnaan, masukan-masukan atau perbaikan terhadap isi modul sangat kami harapkan.

DAFTAR PUSTAKA

Camphell N.A., J.B. Reece. 2002. *Biology. International Edition*. Sixth Edition. San Fransisco, Boston New York: Pearson Education, Inc, publishing as Benjamin Cummings.

Camphell N.A., J.B. Reece, L.G. Mitchel M.R. Taylor. 2003. *Biology. Concepst & Connections*. Fourth Edition. San Fransisco. California, Boston New York: Pearson Education, Inc, publishing as Benjamin Cummings.

Evan, Barabara, et. all. 2007. *Biology 2 4th Edition*. Melbourne: Heinemann.

Gibson J.M.D. 1995. *Anatomi dan Fisiologi Modern untuk Perawat (Modern Phsyology and Anatomy for Nurses)*. Alih Bahasa oleh NiLuh Yasmin Asih S.KP. Edisi kedua. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran.

Lim, How Kee. 2002. *Bilogy The Living Science*. Singapore: Pearson Education Asia Pte. Ltd.

GLOSARIUM

Alveolus	:	gelembung halus berisi udara yang merupakan akhir dari pembuluh halus pada paru-paru
Bronkiolus	:	saluran-saluran halus yang merupakan cabang dari bronkus
Bronkus	:	bagian yang menghubungkan paru-paru dengan trakea
Concha	:	terdapat pada rongga hidung, berfungsi menghangatkan udara yang menuju paru-paru
Diafragma	:	otot yang terletak di bawah rongga dada, memisahkan rongga dada dengan rongga perut
Visual	:	berdasarkan pengelihatan
Ekspirasi	:	Pengeluaran udara pernapasan dari paru-paru
Epiglotis	:	anak tekak, merupakan katup pada laring
Faring	:	lanjutan dari saluran hidung yang meneruskan udara ke laring
Glottis	:	adalah lubang mirip celah yang menghubungkan trakea dengan faring
Inspirasi	:	pengambilan udara pernapasan ke dalam paru-paru
Laring	:	Pangkal tenggorokan
Membranmukosa	:	Lapisan kulit bagian dalam
Silia	:	Rambut-rambut halus
Trakea	:	saluran pernapasan yang memanjang dari pangkal rongga mulut sampai dengan rongga dada



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016