

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202122168, 30 April 2021

Pencipta

Nama : **DYAH AYU FAJARIANINGTYAS, S,Si, M.Pd dan JEFRI NUR HIDAYAT, M.Si**
Alamat : JL. SEMANGKA BLOK MELATI B37 SUMENEP, SUMENEP, JAWA TIMUR, 69417
Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : **DYAH AYU FAJARIANINGTYAS, S,Si, M.Pd dan JEFRI NUR HIDAYAT, M.Si**
Alamat : JL. SEMANGKA BLOK MELATI B37 SUMENEP, SUMENEP, JAWA TIMUR, 69417
Kewarganegaraan : Indonesia
Jenis Ciptaan : **Buku Panduan/Petunjuk**
Judul Ciptaan : **LEMBAR KERJA MAHASISWA BIOLOGI DASAR**
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 28 April 2021, di Sumenep
Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.
Nomor pencatatan : 000249087

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

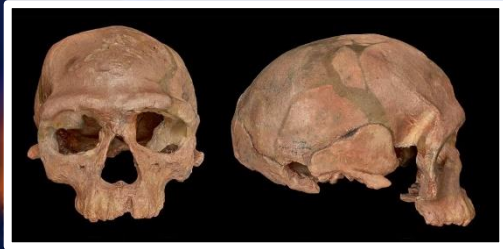
a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL



Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
NIP. 196611181994031001

Disclaimer:

Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.



Lembar Kerja Mahasiswa

BIOLOGI DASAR

Dyah Ayu Fajariningtyas, S.Si.,M.Pd.
Jefri Nur Hidayat, M.Si.

Universitas Wiraraja
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Sumenep, 2020



Kata Pengantar

Alhamdulillah, berkat rahmat Allah SWT serta dukungan dan partisipasi berbagai pihak akhirnya Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Biologi Dasar telah rampung disusun untuk mahasiswa Pendidikan IPA Semester I. Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Biologi Dasar ini merupakan lembar kerja yang diberikan kepada mahasiswa dalam mengikuti perkuliahan mata kuliah Biologi Dasar. Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Biologi Dasar ini ditujukan untuk menyajikan bahan ajar dan tugas-tugas yang memudahkan dan meningkatkan penguasaan mahasiswa terhadap materi yang diberikan.

Akhirnya kami ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan berpartisipasi dalam penyusunan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) Biologi Dasar ini. Kami doakan semoga semua dukungan dan partisipasi berupa pikiran, tenaga, waktu dan materi bernilai ibadah di sisi Tuhan Yang Maha Kuasa. Amin.

Sumenep, September 2020

Penulis

Daftar Isi

KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
MENJELAJAHI SEL	
<i>Identitas</i>	1
<i>Capaian Pembelajaran</i>	1
<i>Petunjuk</i>	1
<i>Materi Pembelajaran</i>	2
<i>Informasi Pendukung</i>	2
<i>Paparan Isi Materi</i>	2
<i>Penilaian</i>	7
<i>Evaluasi</i>	9
RESPIRASI SELULER	
<i>Identitas</i>	10
<i>Capaian Pembelajaran</i>	10
<i>Petunjuk</i>	10
<i>Materi Pembelajaran</i>	11
<i>Informasi Pendukung</i>	12
<i>Paparan Isi Materi</i>	12
<i>Penilaian</i>	18
<i>Evaluasi</i>	21
FOTOSINTESIS	
<i>Identitas</i>	22
<i>Capaian Pembelajaran</i>	22
<i>Petunjuk</i>	22
<i>Materi Pembelajaran</i>	23
<i>Informasi Pendukung</i>	24
<i>Paparan Isi Materi</i>	25
<i>Penilaian</i>	31
<i>Evaluasi</i>	32

BIOLOGI EVOLUSI

<i>Identitas</i>	33
<i>Capaian Pembelajaran</i>	33
<i>Petunjuk</i>	33
<i>Materi Pembelajaran</i>	34
<i>Informasi Pendukung</i>	34
<i>Paparan Isi Materi</i>	35
<i>Penilaian</i>	40
<i>Evaluasi</i>	42

DAFTAR PUSTAKA

Menjelajahi Sel



Identitas

1. Matakuliah : Biologi Dasar
2. Kode Matakuliah / SKS : IPA 1203/2 SKS
3. Program Studi / Fakultas : Pendidikan IPA/FKIP
4. Sifat Matakuliah : Wajib
5. Mata kuliah Prasyarat : -



Capaian Pembelajaran

1. Memanfaatkan IPTEKS untuk mengkomunikasikan gagasan dan temuan dalam konsep-konsep dasar sains biologi dan mampu beradaptasi terhadap situasi dan lingkungan yang dihadapi dalam menyelesaikan masalah.
2. Menguasai konsep-konsep dasar keilmuan tentang sel yang mencerminkan kemampuan memformulasikan penyelesaian masalah secara prosedural.
3. Mengambil keputusan strategis berdasarkan data dan informasi yang telah dilakukan, baik secara praktek maupun teori untuk memilih berbagai alternatif solusi
4. Bertanggung jawab pada tugas menyusun laporan kinerja hasil percobaan, tugas tugas terkait, pembuatan alat/media sebagai penerapan konsep dan memaparkan dalam presentasi atau seminar hasil.



Petunjuk

Materi ini akan dapat dikuasai oleh Mahasiswa secara komprehensif dengan mengikuti petunjuk belajar penggunaan *LKM*

1. Baca dan pahami capaian pembelajaran ini dengan cermat.
2. Pelajari dengan baik paparan isi materi yang disajikan pada *LKM*.
3. Perdalam pemahaman tentang materi ini dengan mengerjakan penilaian dan evaluasi yang ada di bagian akhir *LKM*. Jika

mengalami kesulitan carilah informasi penunjang yang relevan di buku, artikel ilmiah yang ada di jurnal, dll.



Materi Pembelajaran

Sel merupakan satuan dasar organisme hidup yang dibatasi oleh membran sel, mengandung material genetik sebagai sandi pembentukan molekul peptide, serta mengandung perangkat biosintesis untuk berlangsungnya metabolisme demi keberlangsungan hidup sel. Sel sebagai unit dasar kehidupan memiliki bentuk, ukuran, jumlah, dan struktur yang spesifik. Pada umumnya, sel memiliki karakteristik dasar yang akan mengalami perubahan saat terjadi aktivitas sel atau pengaruh dari lingkungan luar sel.



Informasi Pendukung

Penyajian permasalahan

- A. Mencantumkan pertanyaan essential
 1. Bagaimana sel hidup baru muncul?
 2. Apakah anda dapat melihat sel yang tidak berukuran mikroskopis?
 3. Bagaimana caranya agar dapat sel dapat memenuhi kebutuhan hidupnya secara otonom?
- B. Permasalahan berkaitan dengan pokok bahasan
Perbedaan struktural antara eukariotik dan prokariotik terletak pada nukleus yang melakukan fungsi spesifik pada eukariotik. Pikirkan, apakah prokariotik dapat melakukan fungsi spesifik?
- C. Permasalahan yang terjadi di lingkungan sekitar.
Tahukan anda bahwa jumlah total sel (± 10 triliyun) yang ada di tubuh kita jauh lebih sedikit dibandingkan jumlah sel (50 sampai 70 triliyun) bakteri?



Paparan Isi Materi

A. Sel sebagai Unit Dasar Kehidupan

Fungsi utama sel antara lain untuk melakukan proses metabolisme dan menyimpan kode informasi biologis yang akan diwariskan kepada keturunannya. Kemampuan yang dimiliki sel tersebut bertujuan untuk mempertahankan kelangsungan hidup dan jenisnya.

Tabel 1. Kemampuan Sel sebagai Organisme yang Hidup

Iritabilitas	Melakukan reaksi atau memberikan tanggapan terhadap perubahan lingkungan (stimulus/rangsangan)
Konduktivitas	Menghantarkan impuls yang dimulai dari tempat sentuhan rangsangan (reseptor) ke bagian efektor
Transmisi impuls	Memindahkan impuls dari suatu sel ke sel lain
Transportasi membran	Memindahkan molekul-molekul melalui membran semipermeable secara langsung maupun tidak langsung dengan bantuan protein.
Kontraktibilitas	Melakukan perubahan ukuran Panjang sel menjadi lebih pendek sehingga menimbulkan Gerakan yang dapat teramati.
Gerakan Silia dan Gerakan lain	Melakukan Gerakan silia dan Gerakan lain berdasarkan komponen mikrotubulus.
Respirasi	Proses oksidasi yang terjadi pada mitokondria untuk menghasilkan energi dalam bentuk ATP.
Konversi energi	Perubahan energi ADP menjadi ATP melalui proses perombakan molekul (katabolisme)
Pertumbuhan dan Pembelahan	Pembesaran atau penambahan volume sel karena adanya pertumbuhan protoplasma yang diikuti dengan pembelahan sel.

B. Perkembangan Teori Sel

Beberapa ahli telah mencoba menyelidiki tentang struktur dan fungsi sel, dan kemudian muncul beberapa teori tentang sel. Sejarah ditemukannya teori tentang sel Biologi Sel 4 diawali penemuan mikroskop yang menjadi sarana untuk mempermudah melihat struktur sel. Berbagai penelitian para ahli biologi, antara lain seperti berikut.

1. Teori sel menurut Schleiden & T. Schwann. Schleiden berpendapat bahwa setiap tubuh tumbuhan tersusun atas sel sedangkan Schwann berpendapat bahwa setiap tubuh hewan tersusun atas sel. Dari kedua pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa sel merupakan unit struktural (penyusun) tubuh organisme.
2. Teori sel menurut Max Schultze. Max Schultze berpendapat bahwa protoplasma merupakan struktur dasar organisme dan merupakan bagian penting dari sel. Pendapat ini mendapat dukungan dari Felix Dujardin yang menyatakan bahwa protoplasma merupakan cairan hidup yang terdapat di dalam sel hidup. Di dalam protoplasma terdapat organel yang berfungsi melaksanakan fungsi hidup (bernafas, tumbuh, berkembang). Maka muncul teori yang menyatakan bahwa sel merupakan unit (kesatuan)



Gambar 1. Max Schultze

fungsional. Sel tidak hanya penyusun tubuh organisme tetapi juga pelaksana hidup, dengan demikian fungsi hidup di laksanakan oleh sel.

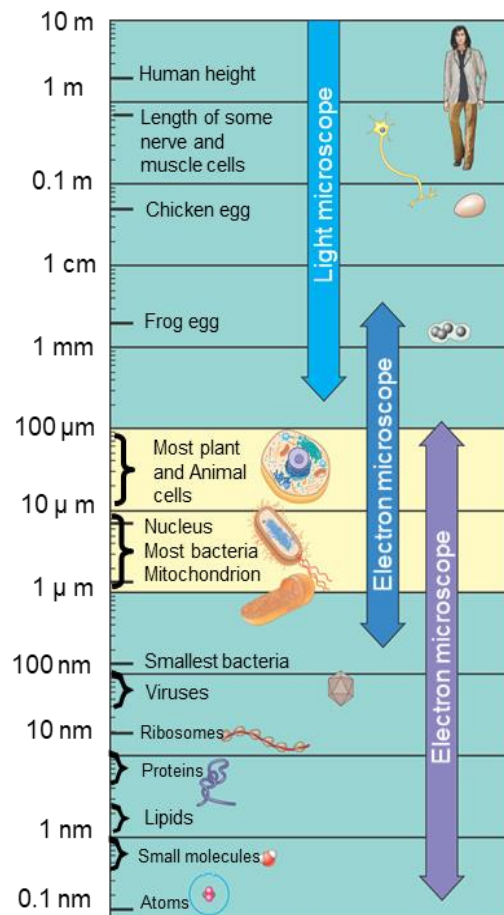
3. Teori sel menurut Rudolf Virchow. Rudolf Virchow menyatakan bahwa sel berasal dari sel sebelumnya. Sel di dalam tubuh organisme di samping memiliki kemampuan membelah juga memiliki kemampuan tumbuh. Berdasarkan hal tersebut dapat di simpulkan bahwa sel merupakan unit pertumbuhan.
4. Teori sel sebagai akibat perkembangan teknologi. Setelah ditemukannya alat bantu canggih dan cara pewarnaan bagian sel, bagian dalam protoplasma dapat diketahui sehingga ditemukan berbagai organel (inti sel, mitokondria, ribosom, kromosom dll). Perkembangan selanjutnya diketahui bahwa di dalam kromosom terdapat faktor pembawa sifat (gen). Kemudian muncul teori yang menyatakan bahwa sel merupakan unit (kesatuan) hereditas. Kehidupan suatu organisme diawali oleh satu sel (zigot). Zigot melakukan pembelahan sehingga terjadi pertumbuhan membentuk embrio, di dalam embrio, sel mengalami berbagai spesialisasi fungsi dan bentuk sel yang berbeda.

Hal ini menunjukkan bahwa sel sebagai satuan struktural atau dengan kata lain dari semua teori tersebut dapat disimpulkan menjadi tiga konsep yaitu (1) semua organisme tersusun atas satu sel atau lebih sel, (2) sel adalah unit terkecil yang memiliki semua persyaratan hidup, dan (3) keberlangsungan kehidupan berasal dari pertumbuhan dan pembelahan sel.

C. Bentuk, Ukuran, Jumlah dan Struktur Sel

Perubahan struktur sel dapat disebabkan oleh adanya perubahan letak, sifat dan fungsi sel, tegangan permukaan membrane, viskositas sitoplasma, rigiditas membrane sel, serta pengaruh mekanis di sekitarnya.

Pada umumnya, sel berukuran mikroskopis sehingga memerlukan alat bantu untuk

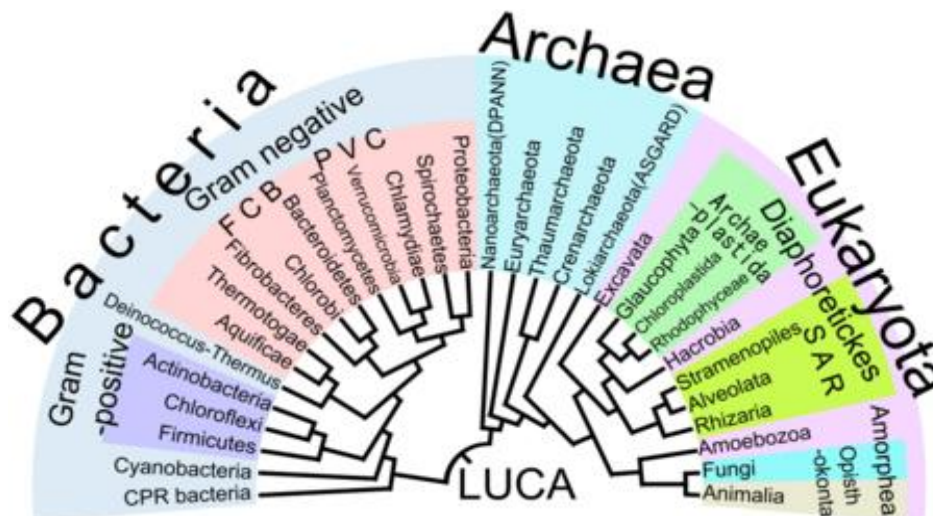


Gambar 2. Bentuk dan Ukuran Sel

pengamatan, misalnya mikroskop cahaya maupun mikroskop electron, sesuai dengan ukuran sel yang akan diamati. Sebagai sel tidak berukuran mikroskopis, misalnya sel telur, sehingga sel tersebut dapat teramati dengan baik secara visual tanpa alat bantu.

Berdasarkan jumlah sel dalam organisme, maka organisme dapat diklasifikasikan menjadi organisme uniseluler dan organisme multiseluler. Organisme **uniseluler (bersel tunggal)** yaitu organisme yang tubuhnya terdiri atas satu sel dan digolongkan dalam kelompok Protista. Organisme **multiseluler** yaitu organisme yang tubuhnya terdiri dari banyak sel dan digolongkan menjadi dua yaitu sederhana (terdiri dari beberapa puluh sel dan terorganisasi atas berbagai tugas, misalnya ganggang, jamur) dan kompleks (terdiri dari sel yang terorganisasi atas berbagai macam jaringan dan bekerja sama menyusun suatu organ, misalnya jantung, kulit dan usus).

D. Penggolongan Organisme Seluler



Gambar 3. Penggolongan Organisme

Berdasarkan organisasi dan struktur sel, organisme seluler terdiri atas prokariotik (*pro*=sebelum, *karyon*=inti) dan eukariotik (*eu*=benar, *karyon*=inti). Organisme prokariotik merupakan organisme dengan nucleus yang tidak utuh karena tidak memiliki membrane. Organisme eukariotik merupakan organisme yang mempunyai nukleus yang utuh dengan adanya selaput nukleus. Ciri khusus eukariotik memiliki organisasi komponen sel yang jauh lebih teratur dan memiliki pembagian ruang yang jelas antara komponen sel yang satu dengan yang lain. Kelompok ini dapat dibedakan menjadi eukariotik tingkat tinggi dan tingkat rendah. Perbedaan yang mendasar adalah adanya proses diferensiasi pada eukariotik tingkat tinggi. Pada organisme tingkat rendah terdapat bahan genetic ekstrakromosom (plasmid), sedangkan pada organisme eukariotik tingkat tinggi, bahan genetic utama

umumnya terdiri lebih dari satu kromosom berbentuk linear yang dikemas sedemikian rupa dengan adanya protein yang disebut histon.

Tabel 2. Perbedaan Prokariotik dan Eukariotik

Perbedaan	Prokariotik	Eukariotik
Organisme	Bakteri, arkhaea	Protista, fungi, tumbuhan, hewan
Ukuran sel	1-5 micrometer	10-100 micrometer
Nukleus (inti sel)	Tidak memiliki membran inti, tidak ada nukleus	Memiliki membran inti, ada nukleus
Kromosom	Kromosom tunggal	Banyak kromosom
Mitokondria	Tidak ada	Ada
Kloroplas	Tidak ada	Ada pada alga dan tanaman
Retikulum endoplasma	Tidak ada	ada
Kompleks golgi	Tidak ada	ada
Mesosom	Ada	Tidak ada
Ribosom	50 S dan 30 S	60 S dan 40 S
Flagella	Sederhana, tersusun atas flagellin	Kompleks, tersusun atas tubulin
Pembelahan sel	Pembelahan biner	Mitosis dan meiosis
Organisasi sel	Sel tunggal	Sel tunggal dan sel banyak

E. Tingkat Organisasi dalam Biologi

Dalam organisme hidup terdapat tingkat organisasi yang menggambarkan lingkungan organisasi misalnya gen, kromosom, dan sebagainya. Berdasarkan struktur dan ukurannya, batas tingkat organisasi dapat menunjukkan adanya perbedaan ruang lingkup pengkajian biologi yaitu anatomi, histologi, biologi sel dan biologi molekuler.

F. Riset yang Mendukung

1. Tanaman rosella (*Hibiscus sabdariffa* var. *Sabdariffa*) dikenal sebagai tanaman obat dan penghasil serat. Penemuan terbaru, serat rosella juga berpotensi sebagai bahan baku industri kertas (pulp). Perkembangan serat batang rosella sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan. terdapat interaksi pengaruh naungan dan penyiraman terhadap perkembangan serat batang rosella. Perlakuan naungan pada semua volume penyiraman berpengaruh meningkatkan diameter dan panjang sel serat rossella, sedang perlakuan tanpa naungan dengan penyiraman pada kapasitas lapang berpengaruh meningkatkan jumlah sel serat rosella (Astuti dan Darmanti, 2010).
2. Ada tiga model peraga yang digunakan untuk menjelaskan biologi sel adalah batu bata, kolam renang, dan tas. Batu bata mencerminkan sel. Suatu bangunan tersusun oleh banyak batu bata. Satu batu bata mewakili satu sel. Sehingga, dengan demikian tubuh makhluk hidup tersusun atas banyak sel yang tidak terhingga jumlahnya dan sel itu sendiri adalah satuan dasar dan fungsional penyusun tubuh makhluk hidup. Ada tiga struktur utama sel yang dapat dilihat di bawah mikroskop cahaya, yaitu 1) membran sel atau membran plasma atau plasmalema, 2) sitoplasma atau sitosol, 3) inti sel atau nukleus.

Bagian tepi kolam renang mewakili membran sel, air kolam renang mewakili sitoplasma, dan gambar satu manusia melambangkan inti sel atau nukleus. Tas berisikan barang-barang sekolah artinya adalah barang-barang melambangkan sel yang mengandung organela. Setiap jenis organela memiliki fungsi yang berbeda satu sama lain. Batu bata dan kolam renang divisualisasikan dalam bentuk gambar di dalam slide power point, sedangkan tas divisualisasikan dalam benda nyata, yaitu tas (Adrianto, dkk., 2020).



Penilaian

Penilaian ini dapat anda kerjakan dengan baik apabila mengikuti rambu-rambu berikut ini yang mengarah kepada ketercapaian keterampilan komunikasi!

A. Mencantumkan soal-soal pemahaman peserta didik

1. Apa perbedaan karakteristik sel pada organisme prokariotik dan eukariotik?

Jawab :

.....
.....
keterampilan menyajikan hasil percobaan ke dalam tabel atau gambar

2. Bagaimanakah perbedaan karakteristik prokariotik dan eukariotik terhadap efisiensi aktivitas kehidupan sel?

Jawab :

.....
.....
keterampilan membaca hasil percobaan yang disajikan dalam bentuk tabel atau gambar

3. Bagaimana tingkat organisasi dalam organisme hidup dapat mempengaruhi perbedaan ruang lingkup kajian biologi?

Jawab :

.....
.....
keterampilan menjelaskan hasil percobaan yang disajikan dalam bentuk tabel atau gambar

Penilaian ini dapat anda kerjakan dengan baik apabila mengikuti rambu-rambu berikut ini yang mengarah kepada ketercapaian keterampilan kolaborasi!

B. Menemukan solusi permasalahan dengan membuat sesuatu alat yang dapat membantu permasalahan tersebut

1. Mengapa bakteri lebih mudah menginfeksi hewan dan manusia dibandingkan dengan sebaliknya?

Jawab :

.....
.....
berkontribusi secara aktif (Memanfaatkan perbedaan sosial dan budaya untuk menghasilkan ide baru)

2. Bagaimana antibiotik secara tepat sasaran menyerang bakteri diantara triliunan sel manusia?

Jawab :

.....
.....
bekerja secara produktif (meningkatkan inovasi serta kualitas pekerjaan)

3. Apa yang membuat antibiotik dapat menjadi alternatif suatu penyakit?

Jawab :

.....
.....
menunjukkan sikap fleksibilitas (berkompromi)

C. Membimbing peserta didik menyampaikan ide atau pertanyaan dengan jelas dan mudah dipahami

1. Kafein dalam teh yang membuat kita kuat terjaga juga melindungi tumbuhan teh dari herbivor. Dari pernyataan ini, buatlah pertanyaan/ide yang relevan dengan materi.

Jawab :

.....
.....
menunjukkan sikap tanggung jawab (menunjukkan tanggung jawab)

2. Tanpa sitoskeleton, sel-sel kita akan runtuh ke dalam, mirip rumah yang runtuh ketika penyangga-penyangganya lemah. Bagaimana anda menyikapi pernyataan ini?

Jawab :

.....
.....
menghargai orang lain (menunjukkan sikap respek)



Evaluasi

- A. Memberikan kesempatan pada semua kelompok belajar untuk melakukan refleksi dan evaluasi terhadap proses belajar yang dilakukan

Jawab :

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

Respirasi Seluler



Identitas

1. Matakuliah : Biologi Dasar
2. Kode Matakuliah / SKS : IPA 1203/2 SKS
3. Program Studi / Fakultas : Pendidikan IPA/FKIP
4. Sifat Matakuliah : Wajib
5. Mata kuliah Prasyarat : -



Capaian Pembelajaran

1. Memanfaatkan IPTEKS untuk mengkomunikasikan gagasan dan temuan dalam konsep-konsep dasar sains biologi dan mampu beradaptasi terhadap situasi dan lingkungan yang dihadapi dalam menyelesaikan masalah.
2. Menguasai konsep-konsep dasar keilmuan tentang respirasi seluler yang mencerminkan kemampuan memformulasikan penyelesaian masalah secara prosedural.
3. Mengambil keputusan strategis berdasarkan data dan informasi yang telah dilakukan, baik secara praktek maupun teori untuk memilih berbagai alternatif solusi
4. Bertanggung jawab pada tugas menyusun laporan kinerja hasil percobaan, tugas tugas terkait, pembuatan alat/media sebagai penerapan konsep dan memaparkan dalam presentasi atau seminar hasil.



Petunjuk

Materi ini akan dapat dikuasai oleh Mahasiswa secara komprehensif dengan mengikuti petunjuk belajar penggunaan *LKM*

1. Baca dan pahami capaian pembelajaran ini dengan cermat.
2. Pelajari dengan baik paparan isi materi yang disajikan pada *LKM*.
3. Perdalam pemahaman tentang materi ini dengan mengerjakan penilaian dan evaluasi yang ada di bagian akhir *LKM*. Jika

mengalami kesulitan carilah informasi penunjang yang relevan di buku, artikel ilmiah yang ada di jurnal, dll.

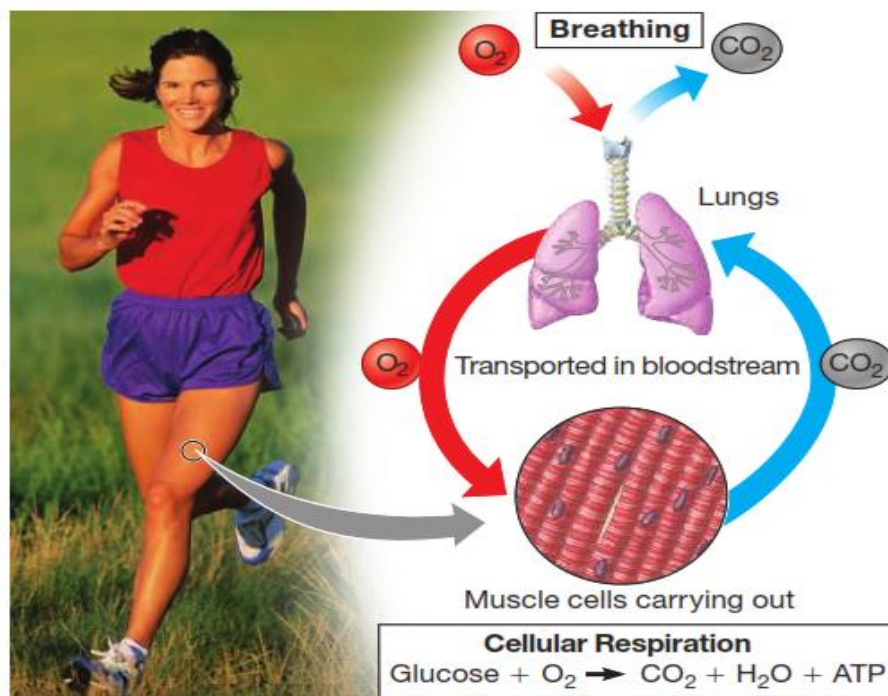


Materi Pembelajaran

Kita sering menggunakan kata respirasi sebagai sinonim dari "bernapas". Dalam hal ini, mengacu pada respirasi merupakan pertukaran gas: Organisme memperoleh gas O_2 dari lingkungannya dan melepaskan gas CO_2 sebagai produk limbah. Untuk membedakannya dari pernapasan, respirasi dapat juga diartikan pemanenan energi aerobik (membutuhkan oksigen) dari molekul makanan oleh sel, proses ini disebut respirasi seluler. Sedangkan pemanenan energi anaerob (tidak membutuhkan oksigen) disebut fermentasi.

Pernapasan dan respirasi sel sangat erat kaitannya, pelari menghirup udara (gambar 1), paru-parunya mengambil O_2 dan berikan ke sel darah. Aliran darah membawa O_2 ke sel otot, di mana O_2 digunakan dalam proses respirasi sel untuk memanen energi dari glukosa dan molekul organik lainnya.

Sel otot menggunakan ATP yang dihasilkan oleh respirasi sel untuk menggerakkan kontraksi. Aliran darah dan paru-paru pelari juga melakukan fungsi vital membuang CO_2 , limbah yang dihasilkan dalam respirasi sel.



Gambar 1. Hubungan Antara Pernafasan dan Respirasi Sel



Informasi Pendukung

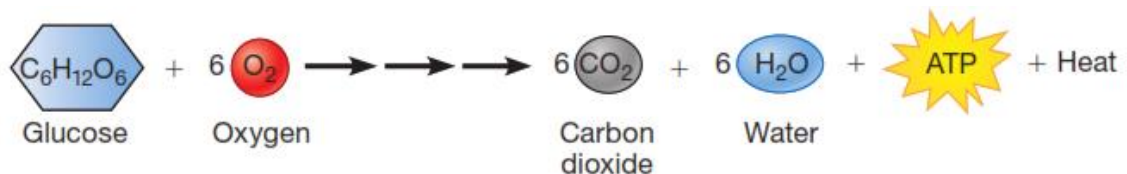
Penyajian Permasalahan

- A. Mencamtumkan pertanyaan essensial.
Apakah semua makhluk hidup "bernafas".
- B. Permasalahan berkaitan dengan pokok bahasan.
Lakukan kegiatan berikut. Duduk, berlari di tempat, dan tidur selama lima menit. Perhatikan dan catatlah hembusan nafas selama satu menit. Apakah ada perbedaan frekuensi pernafasan selama satu menit?
- C. Permasalahan yang terjadi di lingkungan sekitar
Apa perbedaan antara *respiration* dan *breathing*? Ingatlah bahwa organisme memperoleh energi dalam proses yang disebut respirasi sel. Fungsi respirasi sel adalah memanen elektron dari senyawa karbon, seperti glukosa, dan menggunakan energi itu untuk membuat ATP. ATP digunakan untuk menyediakan energi bagi sel untuk bekerja.



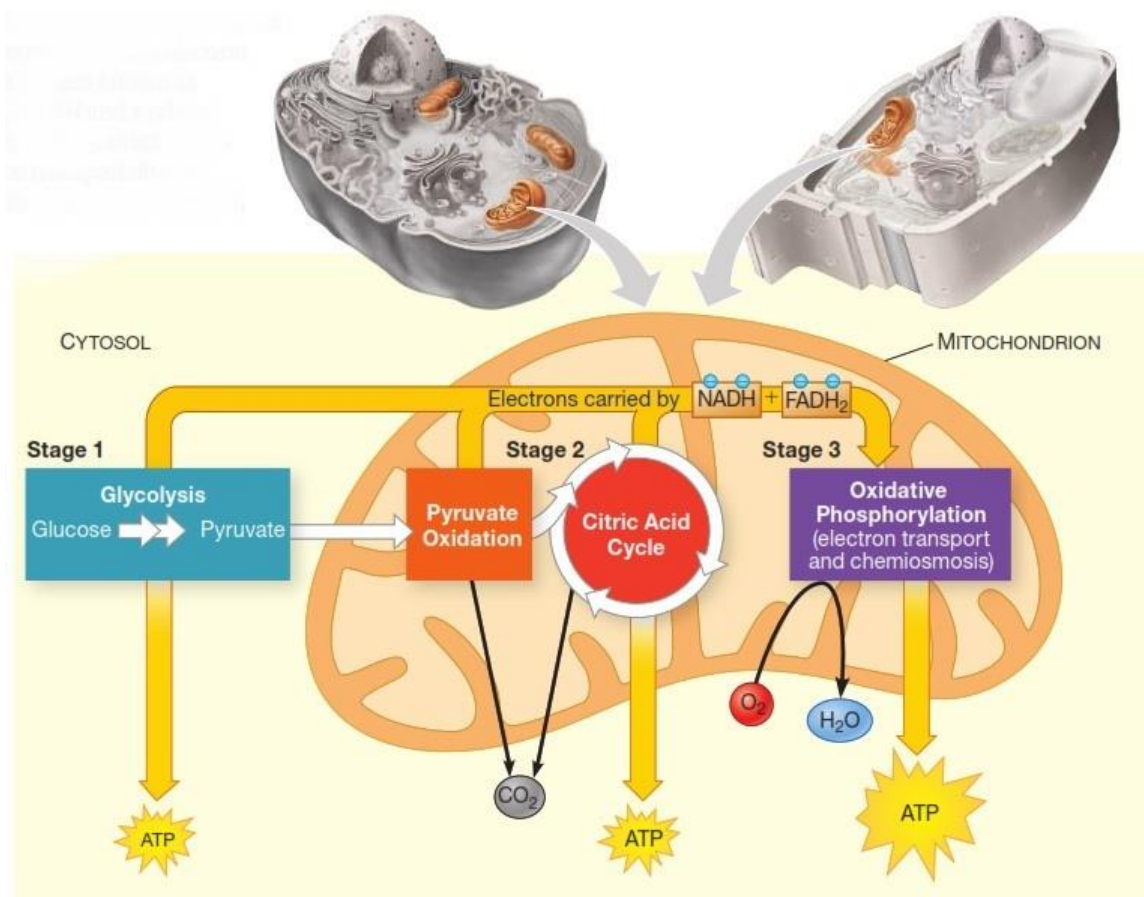
Paparan Isi Materi

Anda menghirup udara dan makan makanan (bahan baku) untuk proses respirasi sel. Glukosa yang sangat sederhana ($C_6H_{12}O_6$) adalah bahan bakar yang paling sering digunakan sel, meskipun molekul organik lain juga dapat "dibakar" dalam respirasi sel. Persamaan tersebut memberi tahu kita bahwa atom dari molekul reaktan $C_6H_{12}O_6$ dan O_2 disusun ulang untuk membentuk produk CO_2 dan H_2O (gambar 2). Dalam proses eksergonik (pelepasan energi) ini, energi kimia dari ikatan dalam glukosa dilepaskan, dan sebagian disimpan (atau "dibelokkan") dalam ATP sedangkan sisanya dilepaskan sebagai panas.



Gambar 2. Persamaan Respirasi Seluler

Respirasi sel terdiri dari 3 (tiga) tahapan yaitu glikolisis, oksidasi asam piruvat dan siklus Krebs (siklus asam sitrat), dan transport rantai elektron (gambar 3). Respirasi seluler dapat menghasilkan hingga 32 molekul ATP untuk setiap molekul glukosa. Respirasi menghasilkan sekitar 34% energi yang semula disimpan dalam glukosa. Sebagian sisa energi hilang sebagai panas, yang membantu mempertahankan suhu hangat tubuh.



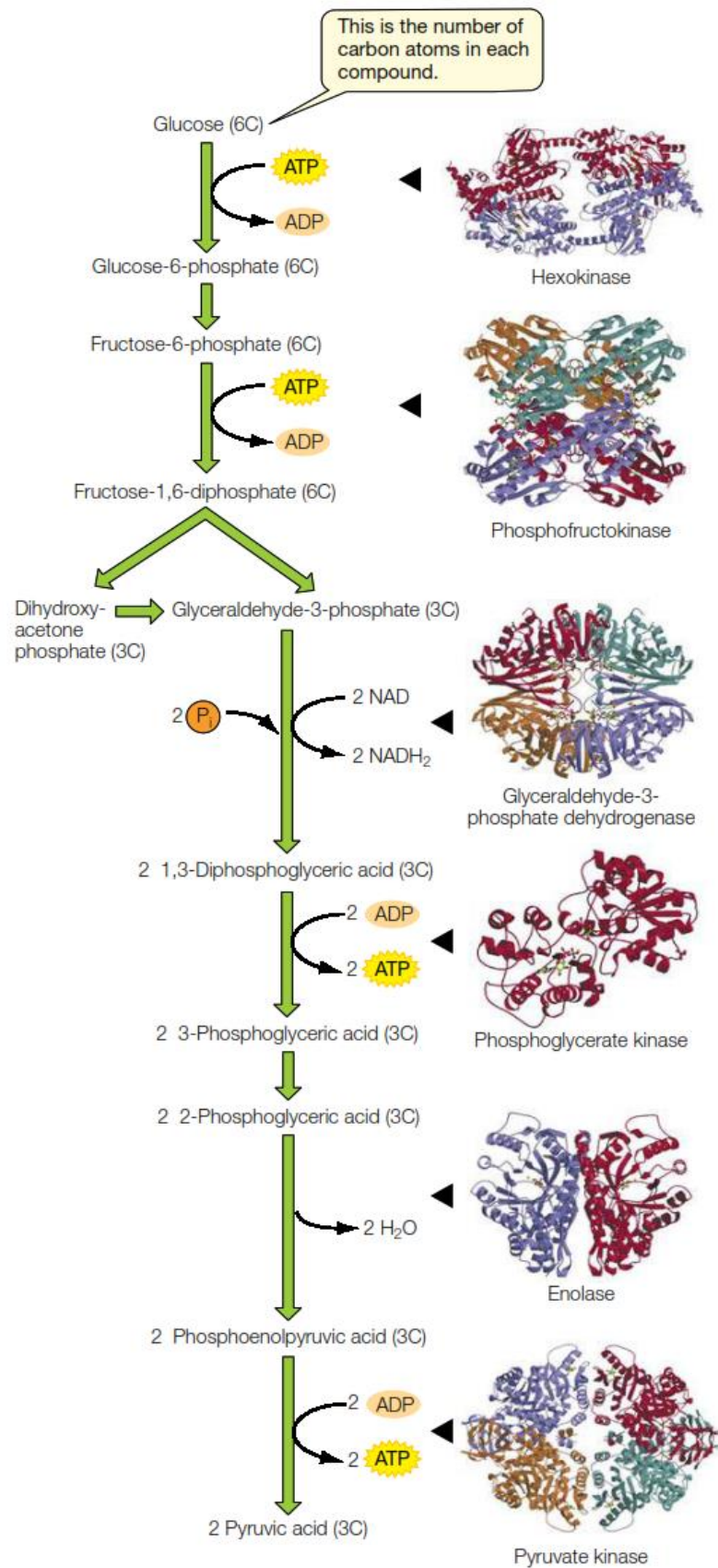
Gambar 3. Tahapan Respirasi Seluler

Tahap Glikolisis

Glikolisis terjadi di sitosol sel (gambar 4), memulai respirasi sel dengan memecah 1 molekul glukosa (6C) menjadi 2 (dua) molekul asam piruvat (3C).

Ada 3 hal penting dalam glikolisis

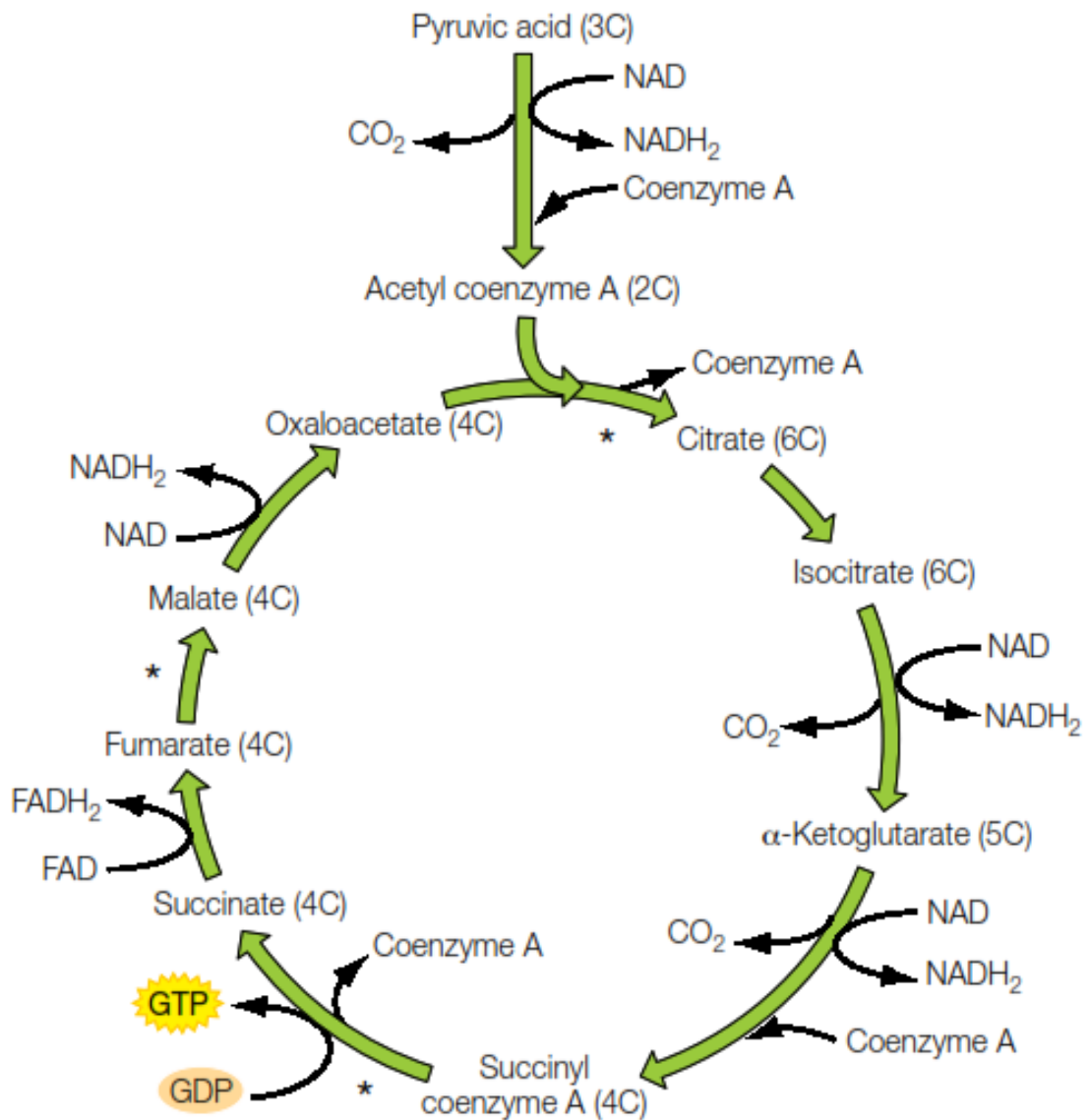
1. Setiap molekul glukosa diubah menjadi dua molekul asam piruvat.
2. Dua molekul NAD direduksi menjadi NADH₂ per molekul glukosa yang dikatabolisme.
3. Dua molekul ATP digunakan dan empat ATP dibentuk untuk setiap 1 molekul glukosa yang diproses, memberikan hasil bersih dua molekul ATP per molekul glukosa.



Gambar 4. Reaksi Glikolisis

Tahap Oksidasi Asam Piruvat dan Siklus Krebs

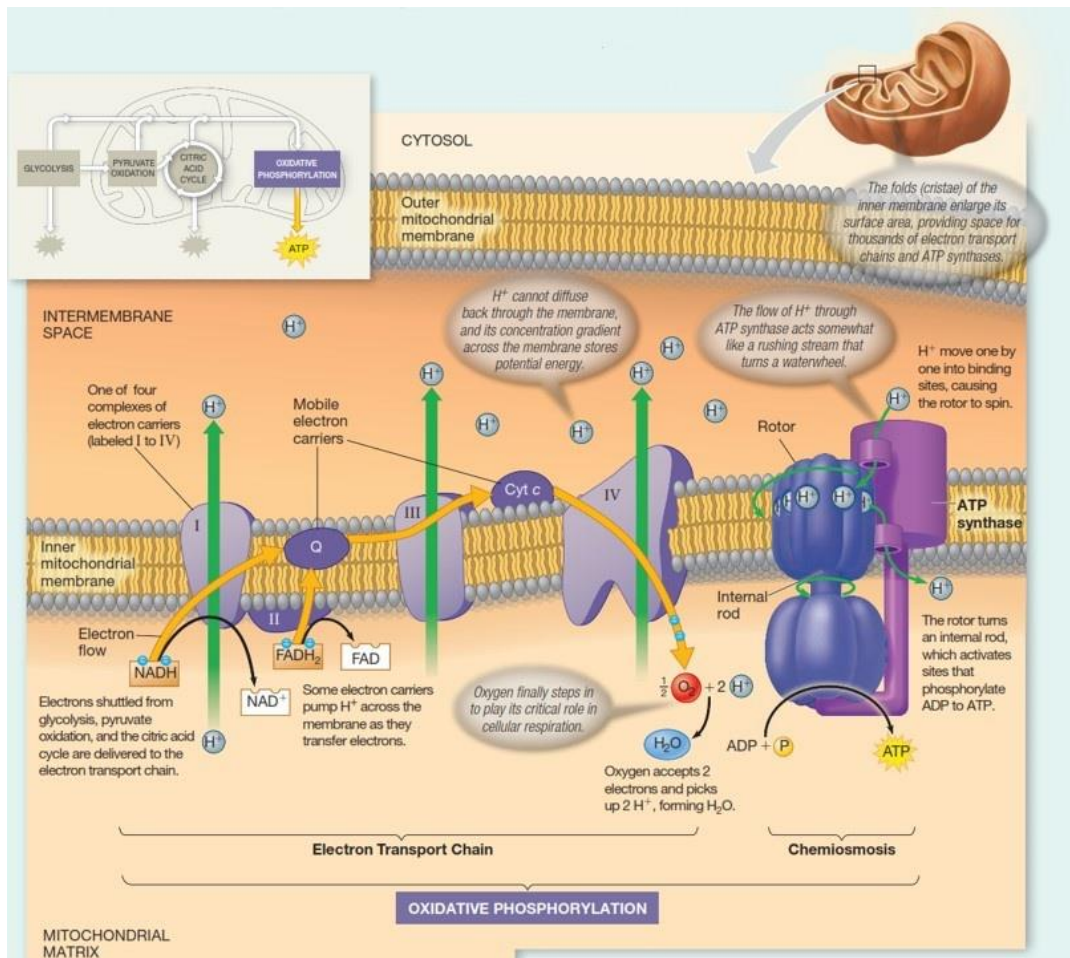
Tahap ini disebut juga siklus asam sitrat, berlangsung di dalam mitokondria. Piruvat dioksidasi menjadi senyawa dua karbon. Siklus asam sitrat kemudian menyelesaikan pemecahan glukosa menjadi karbon dioksida. Jadi, CO₂ yang Anda hembuskan terbentuk di mitokondria sel Anda selama tahap pernapasan ini.



Gambar 5. Reaksi Asam Piruvat dan Siklus Asam Sitrat

Tahap transport rantai elektron

Tahap ini disebut juga Fosforilasi oksidatif, berlangsung di dalam mitokondria (gambar 6), tepatnya pada membrane dalam mitokondria. Fosforilasi oksidatif terdiri transportasi elektron dan kemiosmosis.



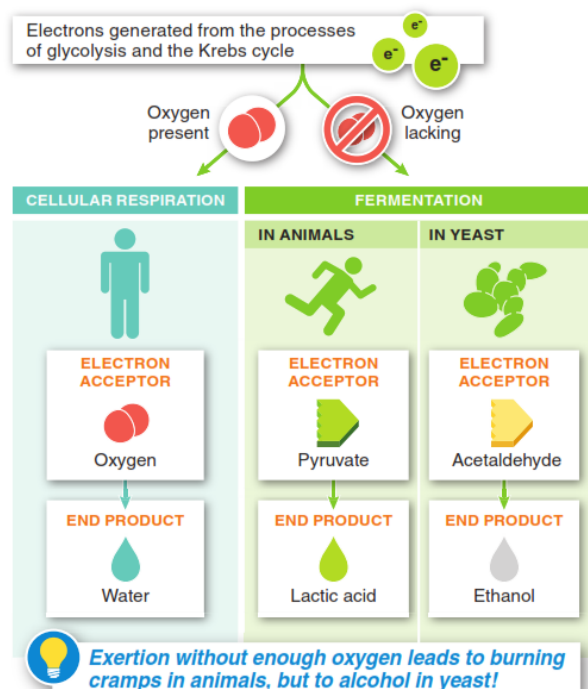
Gambar 6. Proses Transport Rantai Elektron

Fermentasi: mendapatkan energi tanpa O₂

Fermentasi merupakan cara memanen energi yang tidak membutuhkan oksigen (Gambar 7). Jalur yang menghasilkan ATP selama fermentasi adalah glikolisis. Ingat bahwa glikolisis tidak menggunakan oksigen. Ada 2 macam fermentasi, asam laktat dan alkohol.

Fermentasi Asam Laktat

Sel otot kita dan bakteri tertentu dapat meregenerasi NAD⁺ melalui proses ini (gambar 8). Anda dapat melihat bahwa NADH teroksidasi kembali menjadi NAD⁺ karena piruvat direduksi menjadi laktat (bentuk



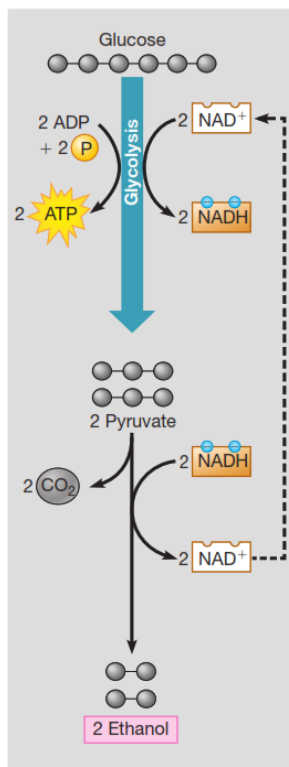
Gambar 7. Jalur Pemanenan Energi Berdasarkan Ketersediaan Gas O₂

terionisasi dari asam laktat). Sel otot dapat beralih ke fermentasi asam laktat ketika kebutuhan akan ATP melebihi pengiriman O₂ melalui aliran darah. Laktat yang menumpuk di sel otot dianggap menyebabkan nyeri otot yang terjadi sehari-hari atau lebih setelah latihan/olahraga. Bukti menunjukkan, bahwa dalam satu jam, laktat dibawa oleh darah ke hati, diubah kembali menjadi piruvat dan teroksidasi. Nyeri otot yang lebih mungkin disebabkan oleh trauma pada sel otot yang menyebabkan peradangan dan nyeri.

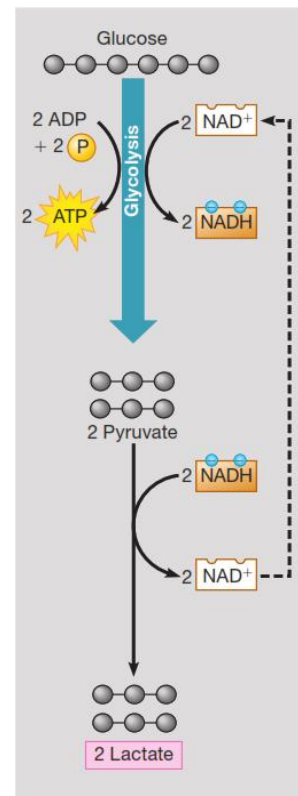
Industri susu menggunakan fermentasi asam laktat oleh bakteri untuk membuat keju dan yogurt. Jenis fermentasi lainnya mengubah kedelai menjadi kecap dan kubis menjadi *sauerkraut*.

Fermentasi Alkohol

Fermentasi Alkohol sudah dilakukan selama ribuan tahun, dalam pembuatan bir, pembuatan anggur, dan pembuatan kue. *Yeast* adalah jamur bersel tunggal yang biasanya menggunakan respirasi aerobik untuk mengolah makanannya. Tetapi mereka juga mampu bertahan di lingkungan anaerobik. *Yeast* dan bakteri tertentu dapat meregenerasi NAD⁺ menjadi NADH, serta mengubah piruvat menjadi CO₂ dan etanol (Gambar 9).



Gambar 9. Regenerasi NAD⁺ saat asam piruvat menjadi gas CO₂ dan etanol



Gambar 8. Regenerasi NAD⁺ saat asam piruvat menjadi asam laktat

Gas CO₂ menghasilkan gelembung-gelembung dalam bir dan sampanye. Gelembung CO₂ yang dihasilkan oleh ragi pembuat roti menyebabkan adonan roti mengembang. Etanol (etil alkohol), merupakan produk akhir dua karbon, beracun bagi organisme yang memproduksinya. *Yeast* pada umumnya akan mulai mati saat konsentrasi alkohol mencapai 14%.

Banyak prokariota yang hidup di kolam dan jauh di dalam tanah melakukan respirasi anaerob obligat, artinya mereka memerlukan kondisi anaerobik dan akan mati ketika ada O₂. *Yeast*, bakteri dan sel kita dapat melakukan respirasi anaerob fakultatif, dimana jika O₂ tersedia, sel akan selalu menggunakan respirasi aerobik yang lebih produktif.



Penilaian

Penilaian ini dapat anda kerjakan dengan baik apabila mengikuti rambu-rambu berikut ini yang mengarah kepada ketercapaian keterampilan komunikasi!

A. Mencantumkan soal-soal pemahaman peserta didik

1. Jelaskan reaktan dan produk dari respirasi berdasarkan reaksi reduksi-oksidasi?

Jawab :

.....
.....
keterampilan menyajikan hasil percobaan ke dalam tabel atau gambar

2. Perhatikan kalimat berikut "Gula Glukosa yang sangat sederhana ($C_6H_{12}O_6$) adalah bahan bakar yang paling sering digunakan sel, meskipun molekul organik lain juga dapat "dibakar" dalam respirasi sel". Apa yang dimaksud dengan "sederhana", "molekul organik lain", dan "dibakar"?

Jawab :

.....
.....
keterampilan membaca hasil percobaan yang disajikan dalam bentuk tabel atau gambar

3. Jika anda makan nasi atau gula pasir, apakah makanan tersebut dapat menjadi bahan baku dalam proses respirasi?

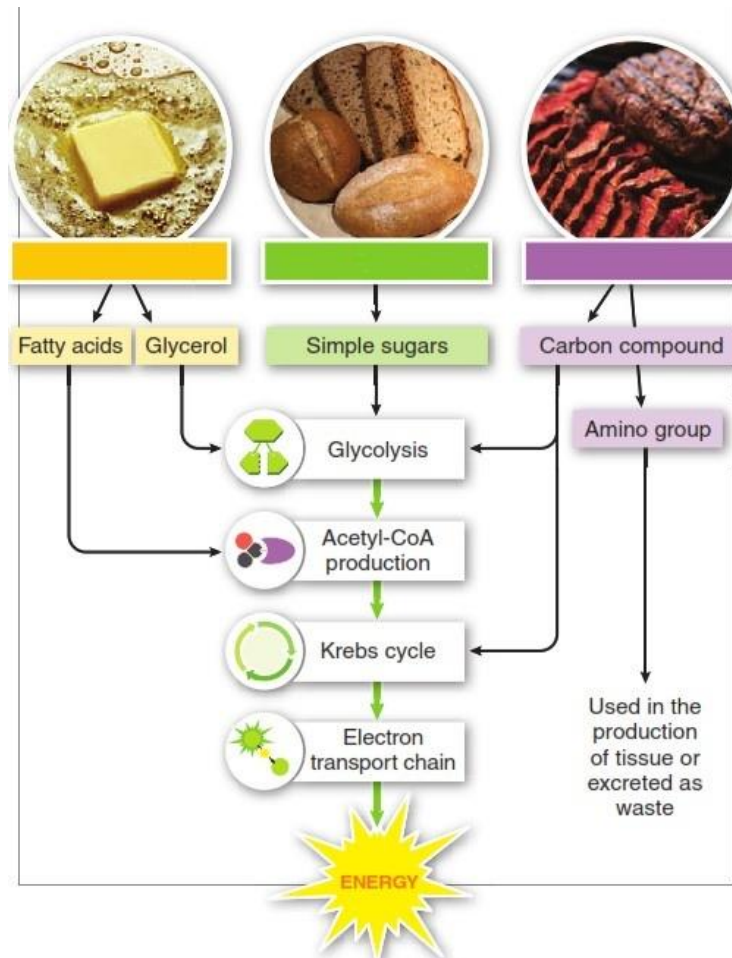
Jawab :

.....
.....
keterampilan menjelaskan hasil percobaan yang disajikan dalam bentuk table atau gambar

Penilaian ini dapat anda kerjakan dengan baik apabila mengikuti rambu-rambu berikut ini yang mengarah kepada ketercapaian keterampilan kolaborasi!

B. Menemukan solusi permasalahan dengan membuat sesuatu alat yang dapat membantu permasalahan tersebut

1. Lengkapi keterangan (molekul organik) gambar berikut, kemudian jelaskan kepada teman anda

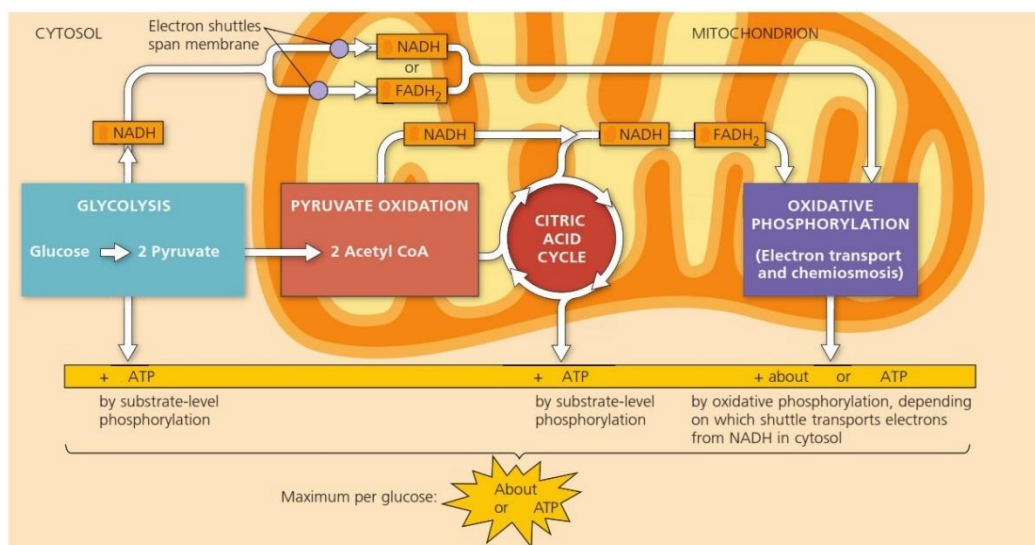


Jawab :

.....

 berkontribusi secara aktif (Memanfaatkan perbedaan social dan budaya untuk menghasilkan ide baru)

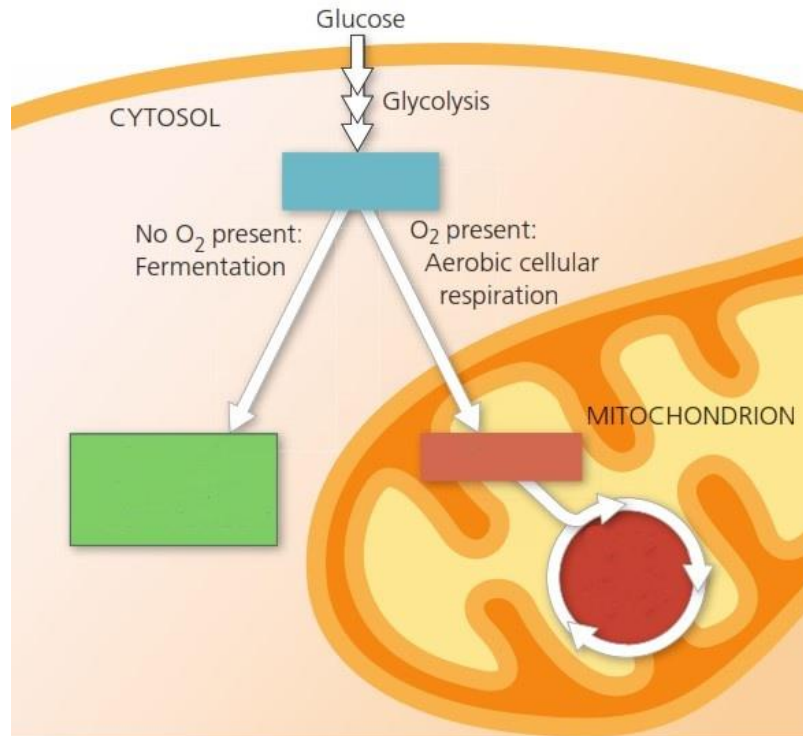
2. Perhatikan gambar dibawah, kemudian jelaskan berapa jumlah energi yang dihasilkan untuk 1 molekul glukosa



Jawab :

.....
.....
.....
bekerja secara produktif (meningkatkan inovasi serta kualitas pekerjaan)

3. Berdasarkan gambar dibawah, lengkapi keterangan gambar kemudian jelaskan proses respirasi yang bisa terjadi pada sel kita.



Jawab :

.....
.....
.....
menunjukkan sikap fleksibilitas (berkompromi)

C. Membimbing peserta didik menyampaikan ide atau pertanyaan dengan jelas dan mudah dipahami

1. Seorang atlet membutuhkan banyak energi. Menurut anda, sebaiknya atlet tersebut mengkonsumsi makanan apa? Diskusikan.

Jawab :

.....
.....
.....
menunjukkan sikap tanggung jawab (menunjukkan tanggung jawab)

2. Ketika atlet marathon selesai bertanding, maka atlet akan terlihat lelah, bernafas cepat, dan berkeringat. Mengapa? diskusikan.

Jawab :

.....
.....
menghargai orang lain (menunjukkan sikap respek)



Evaluasi

- A. Memberikan kesempatan pada semua kelompok belajar untuk melakukan refleksi dan evaluasi terhadap proses belajar yang dilakukan.

Jawab :

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

Fotosintesis



Identitas

1. Matakuliah : Biologi Dasar
2. Kode Matakuliah / SKS : IPA 1203/2 SKS
3. Program Studi / Fakultas : Pendidikan IPA/FKIP
4. Sifat Matakuliah : Wajib
5. Mata kuliah Prasyarat : -



Capaian Pembelajaran

1. Memanfaatkan IPTEKS untuk mengkomunikasikan gagasan dan temuan dalam konsep-konsep dasar sains biologi dan mampu beradaptasi terhadap situasi dan lingkungan yang dihadapi dalam menyelesaikan masalah
2. Menguasai konsep-konsep dasar keilmuan tentang fotosintesis yang mencerminkan kemampuan memformulasikan penyelesaian masalah secara prosedural.
3. Mengambil keputusan strategis berdasarkan data dan informasi yang telah dilakukan, baik secara praktek maupun teori untuk memilih berbagai alternatif solusi.
4. Bertanggung jawab pada tugas menyusun laporan kinerja hasil percobaan, tugas tugas terkait, pembuatan alat/media sebagai penerapan konsep dan memaparkan dalam presentasi atau seminar hasil.



Petunjuk

Materi ini akan dapat dikuasai oleh Mahasiswa secara komprehensif dengan mengikuti petunjuk belajar penggunaan *LKM*

1. Baca dan pahami capaian pembelajaran ini dengan cermat.
2. Pelajari dengan baik paparan isi materi yang disajikan pada *LKM*.
3. Perdalam pemahaman tentang materi ini dengan mengerjakan penilaian dan evaluasi yang ada di bagian akhir *LKM*. Jika

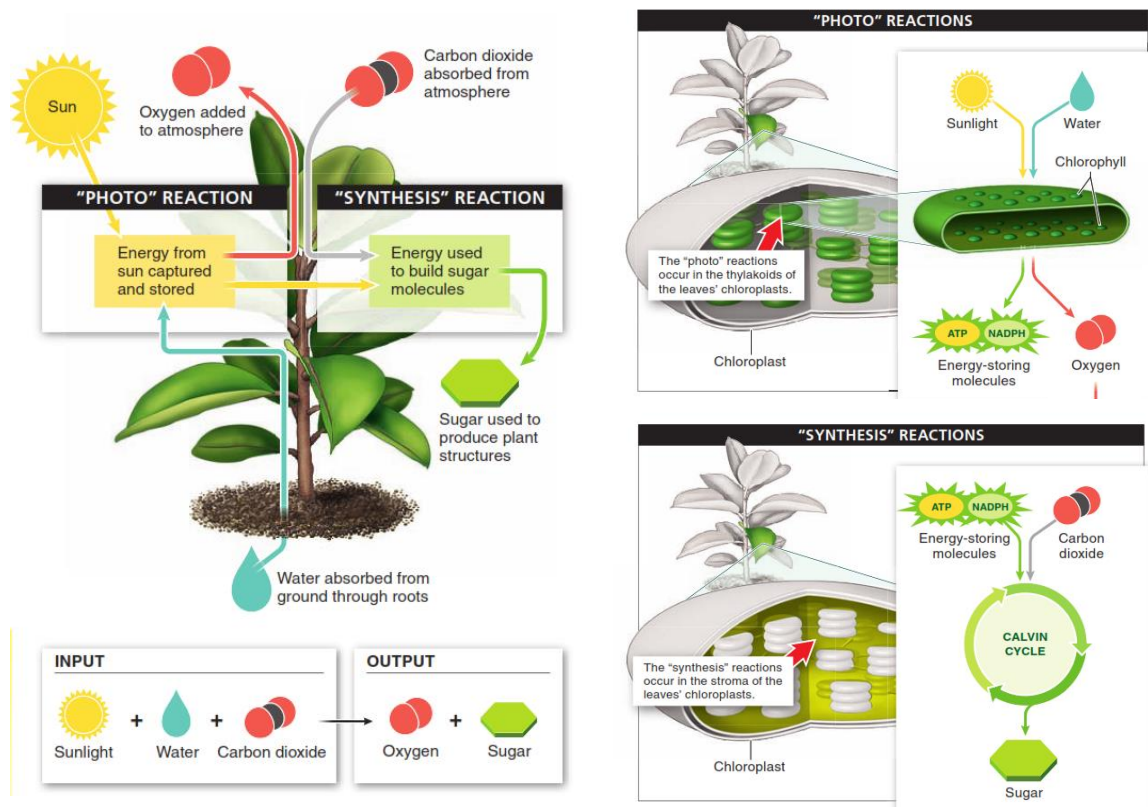
mengalami kesulitan carilah informasi penunjang yang relevan di buku, artikel ilmiah yang ada di jurnal, dll.



Materi Pembelajaran

- ✓ Fotosintesis merupakan proses pembentukan karbohidrat dari kombinasi CO₂ dengan H₂O menggunakan cahaya matahari (gambar 1). Energi matahari akan diubah menjadi energi kimia.
- ✓ Secara umum, reaksi persamaan fotosintesis:

$$6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} + \text{Energi matahari} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$$
- ✓ Reaksi terang mengubah energi matahari menjadi energi kimia (ATP dan NADPH).
- ✓ Siklus Calvin menggunakan energi kimia (ATP dan NADPH) untuk mereduksi CO₂ menjadi karbohidrat.
- ✓ Pigmen fotosintesis klorofil menyerap sebagian besar warna merah dan biru tetapi sangat sedikit menyerap cahaya hijau, sehingga daun tampak hijau.
- ✓ Hampir semua energi yang digunakan oleh hewan, jamur, dan lainnya adalah energi sinar matahari yang ditangkap melalui fotosintesis pada tumbuhan, alga, dan cyanobacteria.



Gambar 1. Fotosintesis



Penyajian Permasalahan

A. Mencamtumkan pertanyaan essensial.

- Apakah cahaya lampu saat malam hari dapat digunakan dalam fotosintesis.
- Apakah semua organ tumbuhan melakukan fotosintesis.

B. Permasalahan berkaitan dengan pokok bahasan.

Tumbuhan mengeluarkan suatu gas yang membuat api lilin dapat menyala walaupun dalam tabung gelas yang tertutup. Dalam sungkup tabung gelas tanpa tanaman, api lilin yang dinyalakan cepat padam. Namun setelah ke dalamnya disusupkan tanaman, pada beberapa hari kemudian ternyata lilin dapat dinyalakan lagi. Untuk memahami bagaimana pembahasan pada permasalahan tersebut, maka kita harus mempelajari mengenai fotosintesis.

C. Permasalahan yang terjadi di lingkungan sekitar

Kita manusia dapat tumbuh, karena pertumbuhan tersebut berasal dari makanan yang kita makan. Perhatikan tanaman yang tumbuh dalam pot (gambar 2).? Apakah pertumbuhan tersebut berasal dari makanan yang mereka makan? Apakah tanaman tumbuhan karena makan tanah atau air?

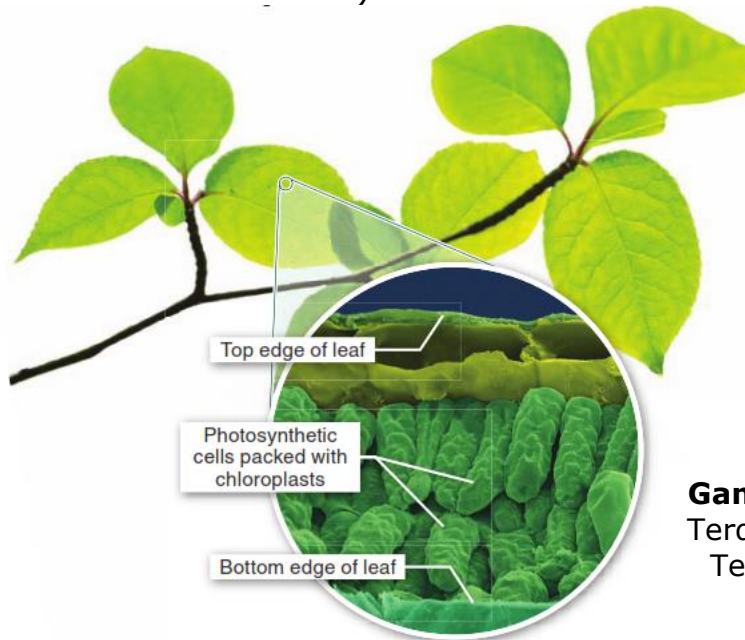


Gambar 2. Pertumbuhan Tanaman dalam Pot



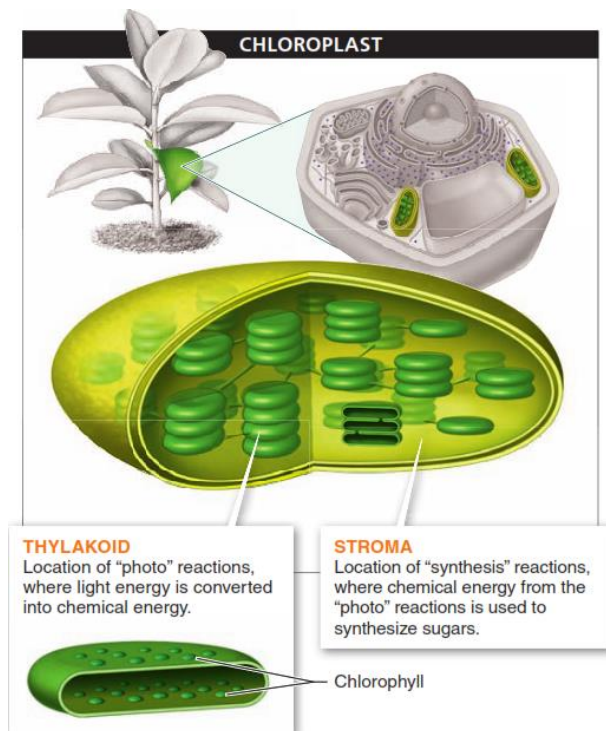
Paparan Isi Materi

Jika bagian tumbuhan berwarna hijau, maka Anda tahu itu tempat fotosintesis. Daun berwarna hijau karena sel-sel di dekat permukaannya penuh dengan **kloroplas** (gambar 3), organel yang menangkap cahaya, yang memungkinkan tanaman menggunakan energi dari cahaya matahari untuk membuat karbohidrat (makanan mereka) dan jaringan tanaman lainnya (sebagian besar digunakan hewan untuk makanan).



Gambar 3. Struktur Daun; Terdapat Kloroplas Sebagai Tempat Berlangsungnya Fotosintesis

Didalam organel kloroplas (gambar 4) terdapat cairan yang disebut **stroma** (tempat berlangsungnya **reaksi sintesis**; pembentukan karbohidrat). Didalam organel kloroplas juga terdapat struktur **membran** (tempat menempelnya **klorofil**) yang saling berhubungan yang disebut **tilakoid** (tempat **reaksi foto**; penangkapan cahaya matahari dan mengubahnya menjadi energi kimia).

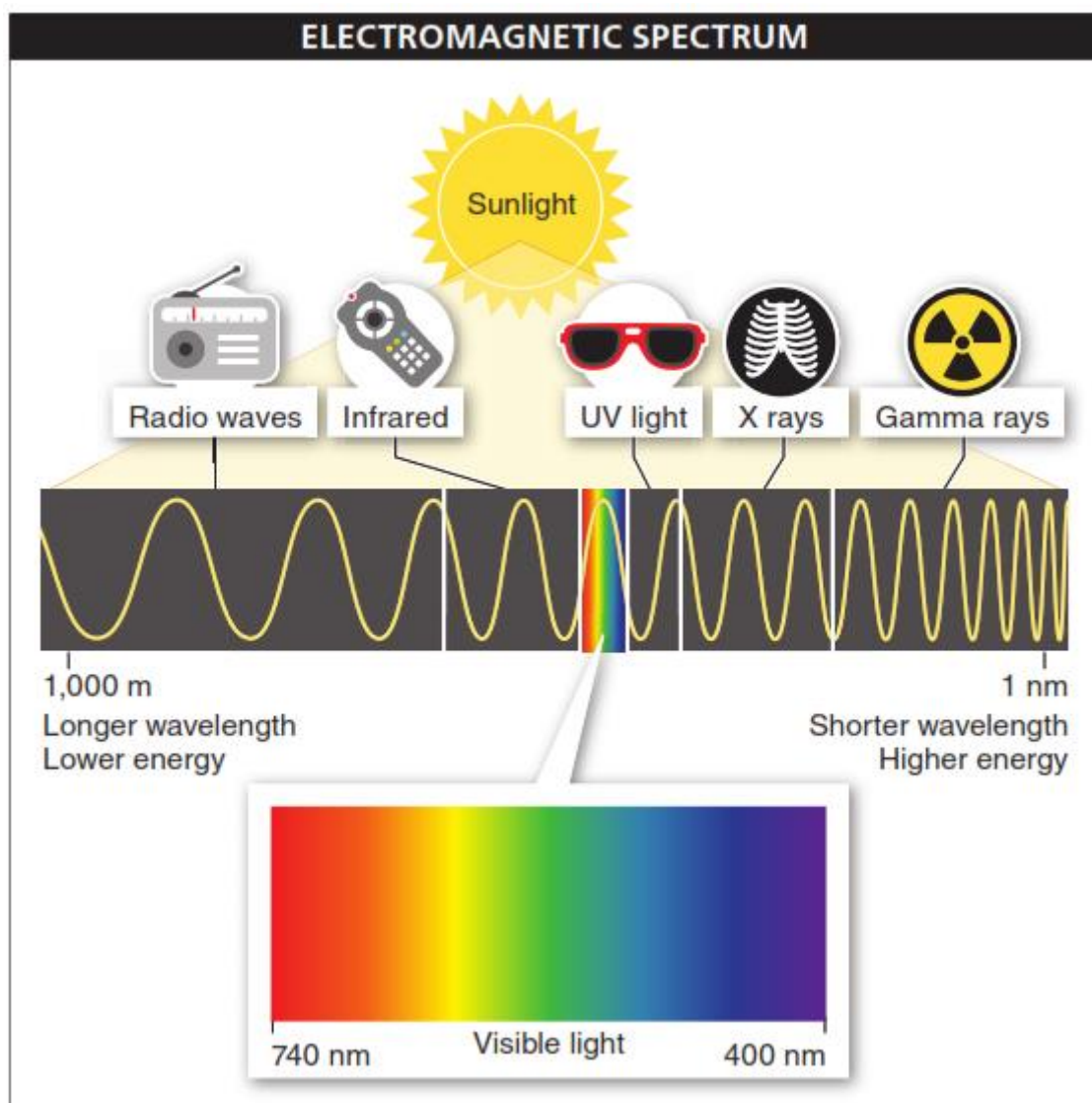


Gambar 4. Struktur kloroplas; tempat fotosintesis

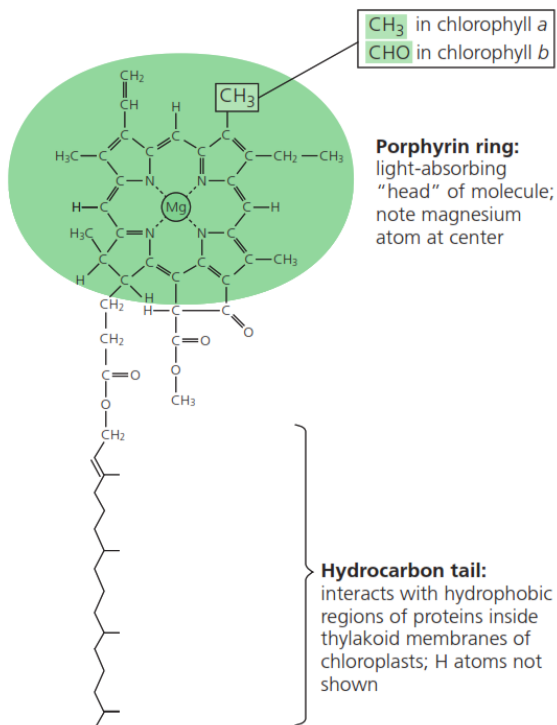
Cahaya matahari dalam bentuk gelombang (energi matahari); klorofil menyerap Panjang gelombang spesifik

Cahaya matahari (**sunlight**) merupakan energi kinetic dalam paket kecil yang disebut **foton**. Energi matahari dapat kita gambarkan dalam bentuk **gelombang** (Gambar 5). Berdasarkan panjang gelombangnya, cahaya matahari terdiri dari **gelombang** (radio dan inframerah), **cahaya** tampak (**visible light**; missal terlihat pada warna pelangi) dan **sinar** (**X-rays** dan **Gamma rays**). Foton memiliki jumlah energi yang bervariasi, dan panjang gelombang yang dilaluinya sesuai dengan jumlah energi yang dibawa oleh foton. Semakin pendek panjang gelombangnya, semakin banyak energi yang dibawa foton.

Sebuah sinar dari cahaya, terdapat foton berenergi super tinggi (foton dengan panjang gelombang pendek), foton berenergi relatif rendah (foton dengan panjang gelombang lebih panjang), dan di antaranya. Rentang ini, yang disebut **spektrum elektromagnetik**.



Gambar 5. Karakteristik gelombang pada cahaya matahari.



Gambar 6. Struktur klorofil a dan klorofil b

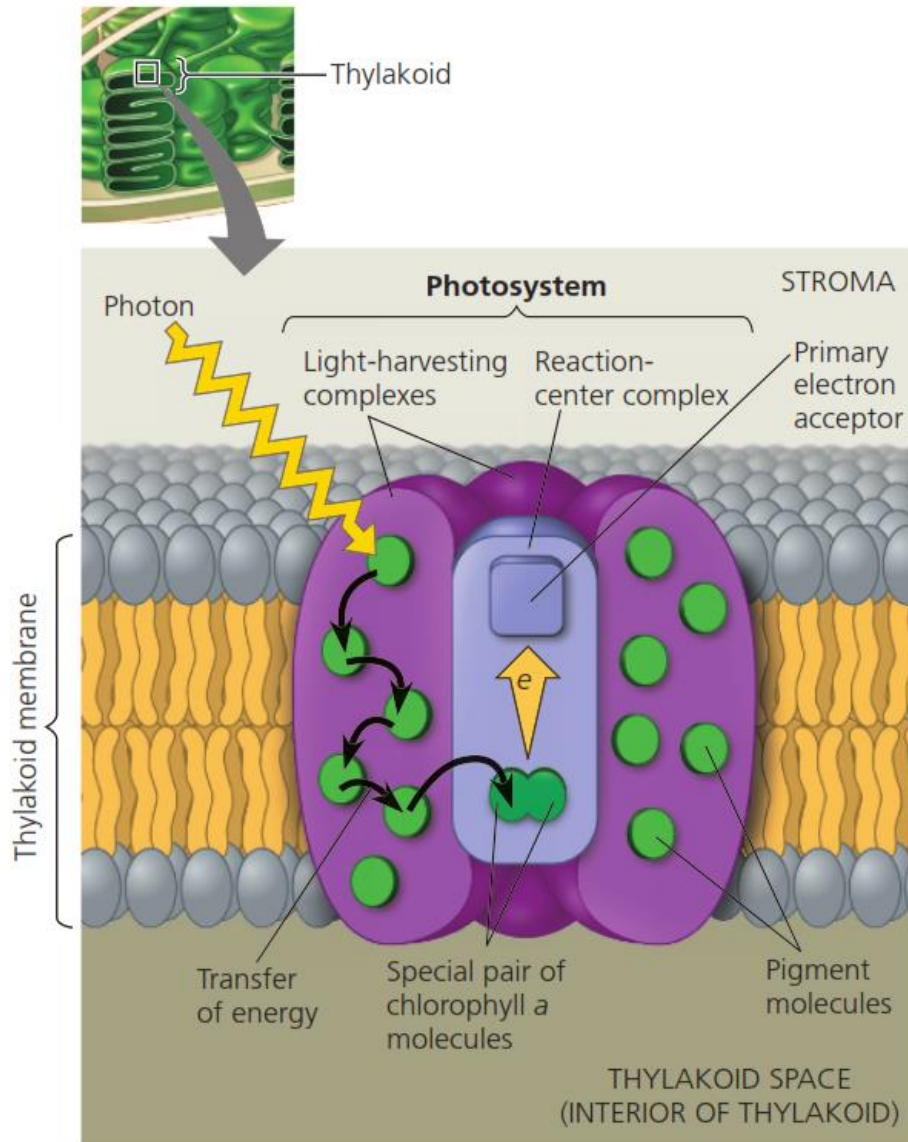
Klorofil (gambar 6) adalah pigmen utama (molekul) pada tumbuhan yang menyerap energi cahaya dari matahari. Molekul klorofil tertanam di membran tilakoid kloroplas, yang ditemukan terutama di daun tanaman. Tanaman memiliki beberapa pigmen penyerap cahaya yang berbeda. Pigmen fotosintesis primer, yang disebut **klorofil a**, menyerap panjang gelombang cahaya merah dan biru-ungu. Klorofil a tidak efisien menyerap cahaya hijau dan memantulkan panjang gelombang tersebut, sehingga kita melihat gelombang cahaya yang dipantulkan berwarna hijau (**daun tampak hijau**). Pigmen lain, **klorofil b**, memiliki struktur yang serupa tetapi menyerap panjang gelombang biru dan merah-oranye dan

memantulkan panjang gelombang kuning-hijau. Pigmen yang disebut karotenoid menyerap panjang gelombang biru-ungu dan biru-hijau dan memantulkan panjang gelombang kuning, oranye, dan merah.

Tahap ke 1: Reaksi Foto (light reaction; reaksi terang)

Pertama terjadi proses **penangkapan** energi matahari (**Solar energy**), diubah menjadi energi kimia, dengan memecah molekul air dan menghasilkan oksigen. Energi matahari pertama kali ditangkap saat elektron dalam klorofil tereksitasi, elektron dilewatkan dari satu molekul ke molekul lainnya, sehingga energi dilepaskan pada setiap transfer, beberapa di antaranya digunakan untuk membangun molekul energi dalam bentuk ATP dan NADPH.

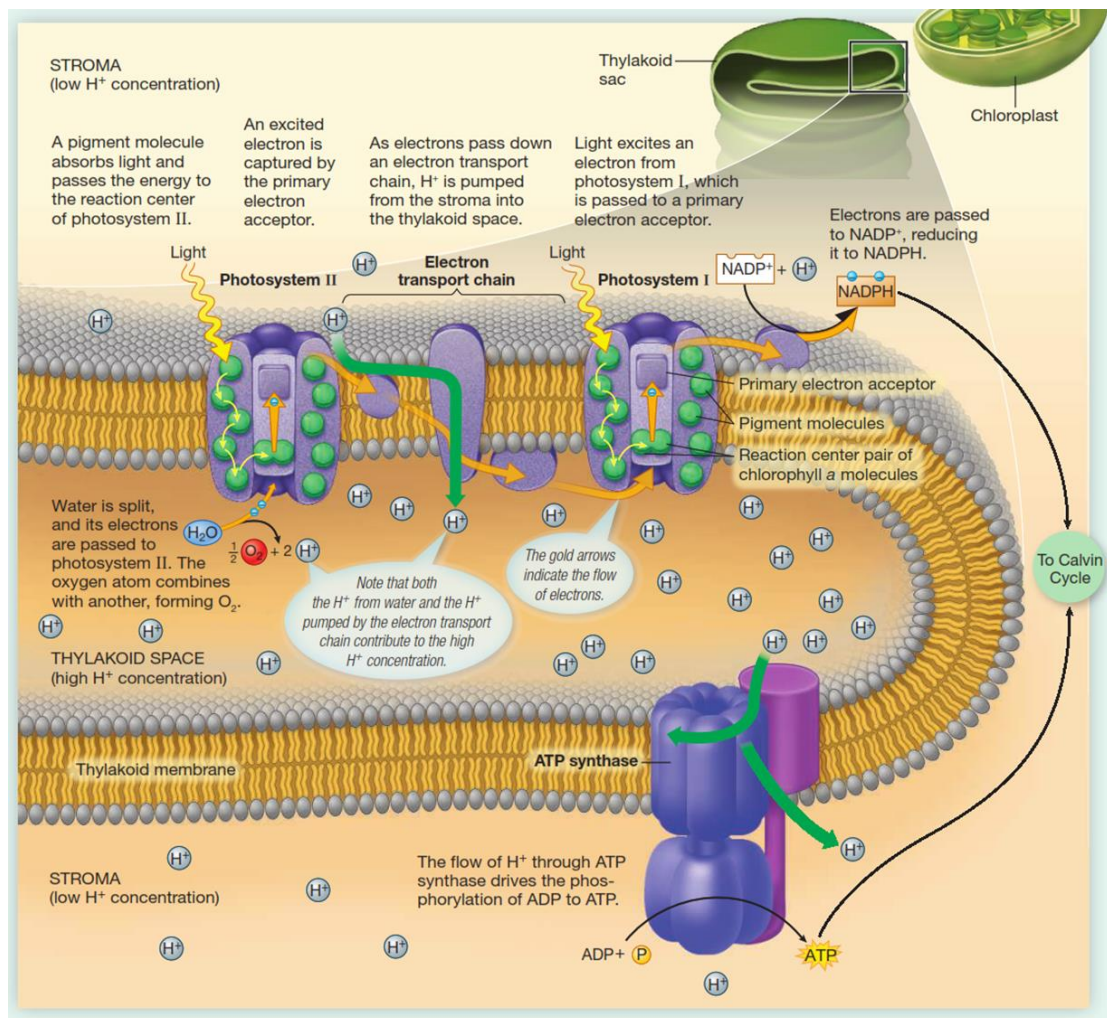
Proses penangkapan energi matahari terjadi dalam dua fotosistem (gambar 7), kita kenal dengan **fotosistem II** dan **fotosistem I**. Fotosistem merupakan kompleks pusat reaksi yang dikelilingi oleh beberapa kompleks penangkap cahaya.



Gambar 7. Struktur dan Fungsi Fotosistem

Ringkasan proses reaksi foto (reaksi terang; gambar 8)

- ✓ Fotosistem II: Energi matahari ditangkap dan digunakan untuk mentransfer elektron (e^-) ke akseptor elektron primer. Elektron disumbangkan oleh H_2O , melepaskan ion oksigen (O_2) dan hidrogen (H^+) sebagai produk.
- ✓ Transport rantai electron: Elektron (e^-) berenergi tinggi digunakan untuk memompa ion hidrogen ke dalam tilakoid. Energi kinetik dari pelepasan ion-ion ini digunakan untuk membangun ATP.
- ✓ Fotosistem I: Energi matahari ditangkap dan digunakan untuk mentransfer elektron (e^-) ke akseptor elektron primer. Elektron disumbangkan oleh transpor rantai electron, sehingga menghasilkan NADPH.
- ✓ Energi dalam bentuk ATP dan NADPH akan digunakan untuk reaksi gelap (siklus calvin)



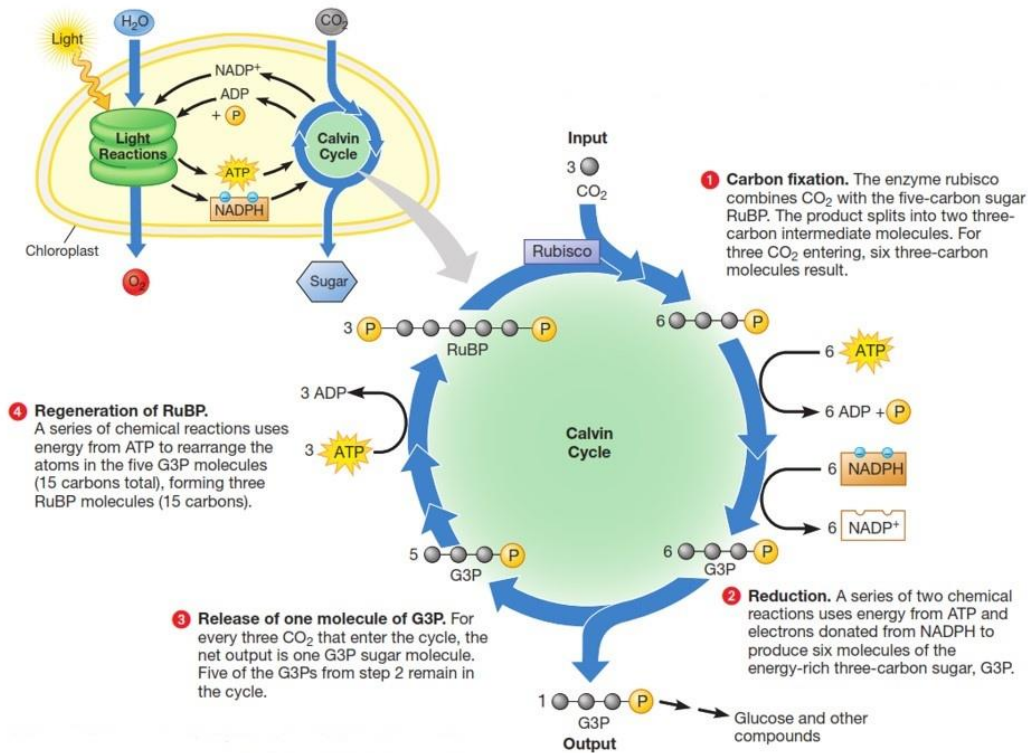
Gambar 8. Proses Reaksi Foto Pada Fotosintesis

Tahap ke 2: Reaksi Sintesis (Siklus Calvin; Dark Reaction; Reaksi Gelap)

Merupakan tahapan "sintesis", terjadi siklus Calvin di stroma kloroplas. Selama fase ini, karbon dari CO_2 di atmosfer melekat (difiksasi) ke molekul di kloroplas, gula terbentuk (sintesis), dan molekul dibuat ulang (regenerasi) untuk digunakan kembali dalam siklus Calvin. Proses fiksasi, sintesis, dan regenerasi mengkonsumsi energi ATP dan NADPH (yang merupakan produk dari reaksi foto).

Ringkasan proses reaksi sintesis (Gambar 9)

- ✓ Fiksasi: enzim rubisco mengambil atom karbon dari molekul CO_2 di udara. Atom karbon terikat pada molekul organik.
- ✓ Sintesis: molekul organik diubah menjadi gula kecil yang disebut G3P, menggunakan energi ATP dan NADPH. Beberapa molekul G3P digabungkan untuk membentuk gula enam karbon seperti glukosa atau fruktosa.
- ✓ Regenerasi: Beberapa molekul G3P digunakan untuk meregenerasi molekul organik, menggunakan energi dari ATP.



Gambar 9. Proses Reaksi Sintesis

Fotosintesis pada tanaman C3, C4, dan CAM

COMPARISON OF PHOTOSYNTHESIS METHODS		
<p>C3 PHOTOSYNTHESIS</p> <p>Gases are exchanged through open stomata.</p> <p>ADVANTAGE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energy efficient <p>DISADVANTAGE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Water lost to evaporation in hot climates <p>Oak tree</p>	<p>C4 PHOTOSYNTHESIS</p> <p>Gases are exchanged through slightly open stomata.</p> <p>Carbon uptake requires additional energy.</p> <p>ADVANTAGE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Water loss minimized in warm climates <p>DISADVANTAGE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Requires more energy <p>Corn</p>	<p>CAM PHOTOSYNTHESIS</p> <p>Gases are exchanged at night through open stomata.</p> <p>Carbon uptake requires additional energy.</p> <p>NIGHT</p> <p>DAY</p> <p>Stomata close during the day.</p> <p>ADVANTAGE</p> <ul style="list-style-type: none"> • Water loss minimized in hot climates <p>DISADVANTAGES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Requires more energy • Slow growth <p>Golden barrel cactus</p>



Penilaian

Penilaian ini dapat anda kerjakan dengan baik apabila mengikuti rambu-rambu berikut ini yang mengarah kepada ketercapaian keterampilan komunikasi!

A. Mencantumkan soal-soal pemahaman peserta didik

1. Apa makna sebenarnya dari kata foto dan sintesis dari sudut pandang sains?

Jawab :

.....
.....
keterampilan menyajikan hasil percobaan ke dalam tabel atau gambar

2. Mengapa tanaman harus mendapatkan air agar fotosintesis terjadi?

Jawab :

.....
.....
keterampilan membaca hasil percobaan yang disajikan dalam bentuk tabel atau gambar

3. Apa perbedaan fotosistem 1 dan fotosistem 2?

Jawab :

.....
.....
keterampilan menjelaskan hasil percobaan yang disajikan dalam bentuk table atau gambar

4. Hasil reaksi sintesis terbentuk gula, jelaskan perbedaan 2 jenis gula yang terbentuk!

Jawab :

.....
.....
keterampilan menjelaskan hasil percobaan yang disajikan dalam bentuk table atau gambar

Penilaian ini dapat anda kerjakan dengan baik apabila mengikuti rambu-rambu berikut ini yang mengarah kepada ketercapaian keterampilan kolaborasi!

B. Menemukan solusi permasalahan dengan membuat sesuatu alat yang dapat membantu permasalahan tersebut.

1. Mengapa tanaman jagung membutuhkan air yang banyak (ditanam saat musim penghujan)?

Jawab :

.....
.....
berkontribusi secara aktif (Memanfaatkan perbedaan social dan budaya untuk menghasilkan ide baru)

2. Mengapa kaktus dapat tumbuh pada lahan kering sedikit air?

Jawab :

.....
.....
bekerja secara produktif (meningkatkan inovasi serta kualitas pekerjaan)

3. Apakah rasa manis pada buah mangga merupakan hasil fotosintesis?

Jawab :

.....
.....
menunjukkan sikap fleksibilitas (berkompromi)



Evaluasi

- A. Memberikan kesempatan pada semua kelompok belajar untuk melakukan refleksi dan evaluasi terhadap proses belajar yang dilakukan

Jawab :

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

Biologi Evolusi



Identitas

1. Matakuliah : Biologi Dasar
2. Kode Matakuliah / SKS : IPA 1203/2 SKS
3. Program Studi / Fakultas : Pendidikan IPA/FKIP
4. Sifat Matakuliah : Wajib
5. Mata kuliah Prasyarat : -



Capaian Pembelajaran

1. Memanfaatkan IPTEKS untuk mengkomunikasikan gagasan dan temuan dalam konsep- konsep dasar sains biologi dan mampu beradaptasi terhadap situasi dan lingkungan yang dihadapi dalam menyelesaikan masalah
2. Menguasai konsep-konsep dasar keilmuan tentang biologi evolusi yang mencerminkan kemampuan memformulasikan penyelesaian masalah secara prosedural.
3. Mengambil keputusan strategis berdasarkan data dan informasi yang telah dilakukan, baik secara praktek maupun teori untuk memilih berbagai alternatif solusi
4. Bertanggung jawab pada tugas menyusun laporan kinerja hasil percobaan, tugas tugas terkait, pembuatan alat/media sebagai penerapan konsep dan memaparkan dalam presentasi atau seminar hasil



Petunjuk

Materi ini akan dapat dikuasai oleh Mahasiswa secara komprehensif dengan mengikuti petunjuk belajar penggunaan *LKM*

1. Baca dan pahami capaian pembelajaran ini dengan cermat.
2. Pelajari dengan baik paparan isi materi yang disajikan pada *LKM*.
3. Perdalam pemahaman tentang materi ini dengan mengerjakan penilaian dan evaluasi yang ada di bagian akhir *LKM*. Jika

mengalami kesulitan carilah informasi penunjang yang relevan di buku, artikel ilmiah yang ada di jurnal, dll.



Materi Pembelajaran

Saat menyusun teorinya, Darwin terkesan oleh para ahli biologi evolusionis sebelumnya, terutama seorang ahli biologi Perancis, Lamarck. Menurut Lamarck, makhluk hidup mewariskan ciri-ciri yang mereka dapatkan selama hidupnya dari satu generasi ke generasi berikutnya, sehingga terjadilah evolusi. Sebagai contoh, jerapah berevolusi dari binatang yang menyerupai antelop. Perubahan itu terjadi dengan memanjangkan leher mereka sedikit demi sedikit dari generasi ke generasi ketika berusaha menjangkau dahan yang lebih tinggi untuk memperoleh makanan. Darwin menggunakan hipotesis Lamarck tentang "pewarisan sifat-sifat yang diperoleh" sebagai faktor yang menyebabkan makhluk hidup berevolusi.



Informasi Pendukung

Penyajian permasalahan

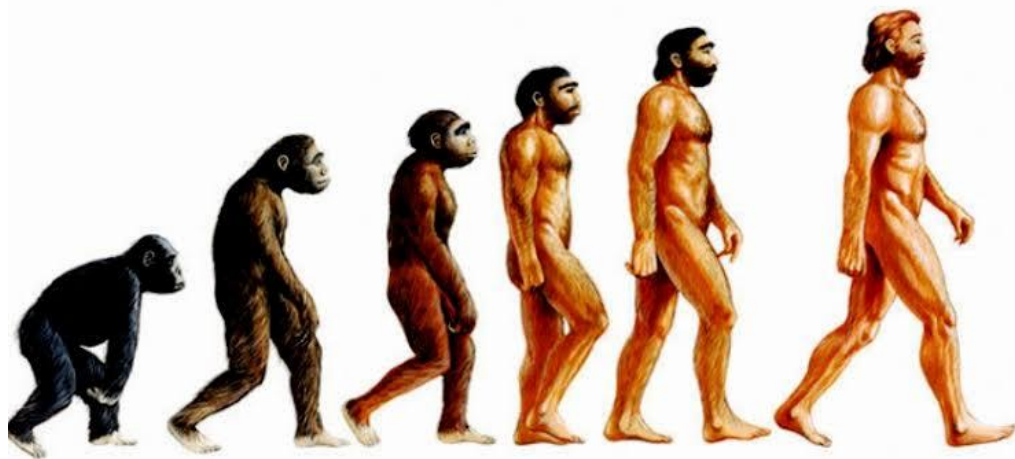
- A. Mencantumkan pertanyaan essensial
 - o Mari renungkan keanekaragaman hayati di sekeliling kita, bagaimana bisa bumi menjadi terisi oleh keanekaragaman yang melimpah ini?
- B. Permasalahan berkaitan dengan pokok bahasan
 - Populasi serangga menjadi kebal terhadap sejumlah pestisida yang paling banyak digunakan karena adanya proses seleksi alam; Tomat yang kita makan saat ini juga karena proses seleksi alam sehingga ukuran tomat tidak seperti ukuran *blueberry*. Bagaimana proses evolusi bekerja dan mengidentifikasi contoh-contoh evolusi yang terverifikasi dan terukur?
- C. Permasalahan yang terjadi di lingkungan sekitar
 - Organisme yang teradaptasi paling baik terhadap lingkungan didominasi oleh manusia. Lingkungan berperan besar dalam evolusi. Aktivitas manusia seperti agrikultur, pertambangan, pembakaran bahan-bahan fosil, dan penggunaan obat-obatan dapat mengubah lingkungan organisme dalam cara-cara yang menghasilkan evolusi cepat dan teramati.



A. Pengantar Evolusi

Evolusi dimulai pada perubahan dalam spesies. Evolusi adalah perubahan dalam gene pool (*DNA sequencing*) dari populasi sebagai respon terhadap berbagai stimuli (*environmental factors*) pada spesies sepanjang waktu. Perubahan ini merupakan bukti pada ahli sains untuk mempelajari evolusi melalui berbagai cara, antara lain fosil, DNA sequences, kemiripan anatomi, kemiripan fisiologis dan embriologi komparasi.

Orang yang mengemukakan teori evolusi yang dipertahankan sampai dewasa ini, adalah seorang naturalis amatir dari Inggris, Charles Robert Darwin. Darwin tidak pernah mengenyam pendidikan formal di bidang biologi. Darwin hanya memiliki ketertarikan amatir pada alam dan makhluk hidup. Minat tersebut mendorongnya bergabung secara sukarela dalam ekspedisi pelayaran dengan sebuah kapal bernama H.M.S. Beagle, yang berangkat dari Inggris tahun 1832 dan mengarungi berbagai belahan dunia selama lima tahun. Darwin muda sangat takjub melihat beragam spesies makhluk hidup, terutama jenis-jenis burung finch tertentu di kepulauan Galapagos. Ia mengira bahwa variasi pada paruh burung-burung tersebut disebabkan oleh adaptasi mereka terhadap habitat. Dengan pemikiran ini, ia menduga bahwa asal usul kehidupan dan spesies berdasar pada konsep "adaptasi terhadap lingkungan".



Gambar 1. Teori Evolusi Darwin

Menurut Darwin, aneka spesies makhluk hidup tidak diciptakan secara terpisah oleh Tuhan, tetapi berasal dari nenek moyang yang sama dan menjadi berbeda satu sama lain akibat kondisi alam. Hipotesis Darwin tidak berdasarkan penemuan atau

penelitian ilmiah apa pun; tetapi kemudian ia menjadikannya sebuah teori monumental berkat dukungan dan dorongan para ahli biologi materialis terkenal pada masanya. Gagasannya menyatakan bahwa individu-individu yang beradaptasi pada habitat mereka dengan cara terbaik, akan menurunkan sifat-sifat mereka kepada generasi berikutnya. Sifat-sifat yang menguntungkan ini lama-kelamaan terakumulasi dan mengubah suatu individu menjadi spesies yang sama sekali berbeda dengan nenek moyangnya. (Asal usul "sifat-sifat yang menguntungkan" ini belum diketahui pada waktu itu.) Menurut Darwin, manusia adalah hasil paling maju dari mekanisme ini. Darwin menamakan proses ini **"evolusi melalui seleksi alam"**. Ia mengira telah menemukan "asal usul spesies": suatu spesies berasal dari spesies lain. Ia mempublikasikan pandangannya ini pada tahun 1859 dalam bukunya yang berjudul *The Origin of Species, By Means of Natural Selection*.

Charles Darwin membuat sejumlah observasi ketika mengelilingi dunia yang memulai teorinya yaitu *theory of evolution by natural selection*, dimana dapat disimpulkan beberapa penjelasan mendasar sebagai berikut:

1. Potensial reproduksi dari spesies hewan mengalami ketidakstabilan;
2. Populasi khususnya tetap relatif stabil;
3. Pada saat terjadi perjuangan untuk hidup/tetap eksis (*struggle for existence*), sebagian besar hewan muda mati tanpa bereproduksi;
4. Variasi dijumpai/ada dalam ciri dari anggota banyak spesies;
5. Beberapa variasi diantara individu dapat diwariskan
6. Karena adanya variasi terwariskan tadi (*inherited attributes*), beberapa individu mungkin lebih baik dengan pelindung terhadap predatornya; parasit, tekanan iklim, dan kompetisi untuk makanan dan atau untuk kawin;
7. Sebagai hasil akhir, individu tersebut akan memiliki tingkat kelangsungan hidup yang panjang dan meninggalkan banyak keturunan dengan karakteristik adaptifnya dibandingkan spesies lain yang memiliki tingkat kesuksesan kelangsungan hidup rendah yang biasa disebut *differential reproduction*.

Asal usul variasi menguntungkan yang diasumsikan menjadi penyebab makhluk hidup berevolusi menjadi sebuah masalah yang tidak mampu dijelaskan oleh Darwin sendiri dan dielakkan dengan bergantung pada teori Lamarck. Gagasan mereka kali ini adalah **"mutasi acak" (random mutations)**. Mereka menamakan teori baru ini **"Teori Evolusi Sintetis Modern" (The Modern Synthetic Evolution Theory)**, yang dirumuskan dengan menambahkan konsep mutasi pada teori seleksi alam Darwin. Dalam waktu singkat, teori ini dikenal sebagai **"neo-Darwinisme"** dan mereka yang mengemukakannya disebut "neo-Darwinis". Beberapa dekade berikutnya menjadi era perjuangan berat untuk

membuktikan kebenaran neo-Darwinisme. Telah diketahui bahwa mutasi atau "perubahan" yang terjadi pada gen-gen makhluk hidup selalu membahayakan. Neo-Darwinis berupaya memberikan contoh "mutasi yang menguntungkan" dengan melakukan ribuan eksperimen mutasi. Akan tetapi semua upaya mereka berakhir dengan kegagalan total. Mereka juga berupaya membuktikan bahwa makhluk hidup pertama muncul secara kebetulan di bawah kondisi-kondisi bumi primitif, seperti yang diasumsikan teori tersebut. Akan tetapi eksperimen-eksperimen ini pun menemui kegagalan.

Setiap eksperimen yang bertujuan membuktikan bahwa kehidupan dapat dimunculkan secara kebetulan telah gagal. Perhitungan probabilitas membuktikan bahwa tidak ada satu pun protein, yang merupakan molekul penyusun kehidupan, dapat muncul secara kebetulan. Begitu pula sel, yang menurut anggapan evolusionis muncul secara kebetulan pada kondisi bumi primitif dan tidak terkendali, tidak dapat disintesis oleh laboratorium-laboratorium abad ke-20 yang terancang sekalipun. Teori neo-Darwinis telah ditumbangkan pula oleh catatan fosil. Tidak pernah ditemukan di belahan dunia mana pun "bentuk-bentuk transisi" yang diasumsikan teori neo-Darwinis sebagai bukti evolusi bertahap pada makhluk hidup dari spesies primitif ke spesies lebih maju. Begitu pula perbandingan anatomi menunjukkan bahwa spesies yang diduga telah berevolusi dari spesies lain ternyata memiliki ciri-ciri anatomi yang sangat berbeda, sehingga mereka tidak mungkin menjadi nenek moyang dan keturunannya. Bukti-bukti evolusi akibat seleksi alam didasarkan pada fakta-fakta rekaman fosil, studi anatomi dan fisiologi serta studi analisis DNA. Jadi secara umum bukti-bukti evolusi dapat ditinjau dari segi variasi interspesies (dalam satu keturunan), fosil, anatomi dan embriologi komparasi, perbandingan fisiologi, petunjuk biokimia, homologi dan analogi, sisa organ tubuh dan *genetic comparison*.

Evolusi atau sering disebut evolusi biologi merupakan perubahan dari waktu ke waktu pada satu atau lebih sifat terwariskan pada populasi organisme. Ciri-ciri yang terwariskan mencakup anatomi, biokimia, ataupun perilaku yang berjalan dari satu generasi ke generasi selanjutnya. Evolusi telah membentuk keanekaragaman makhluk hidup dari nenek moyang yang sama atau sebagaimana dinyatakan oleh Charles Darwin.

Ada empat utama mekanisme evolusi yakni:

1. Seleksi alam yakni suatu proses adanya perbedaan antar organisme dalam hal kemampuan bertahan hidup dan bereproduksi, perbedaan dalam satu atau lebih cirinya.
2. Penyimpangan genetic yakni suatu proses dimana terjadi perubahan acak terhadap sejumlah satu atau lebih sifat terwariskan di dalam populasi

3. Mutasi, yakni perubahan sekuens atau urutan DNA secara permanen
4. Gene flow atau aliran gen yakni penyisipan gen dari satu populasi ke populasi lain.

B. Mekanisme

Mekanisme yang dapat menyebabkan perubahan frekuensi alel adalah seleksi alam, penyimpangan genetic, dan aliran genetic.

1. Seleksi Alam

Seleksi alam umumnya membuat alam sebagai ukuran mengenai individu atau sifat-sifat individu yang cenderung bisa survive. Alam merujuk pada ekosistem yakni system berinteraksi dengan semua elemen fisik maupun biologi di dalam lingkungan lokalnya. Ada tiga tipe seleksi alam yaitu seleksi mengganggu, seleksi stabil, dan seleksi terarah.

2. Penyimpangan genetic

Perubahan frekuensi alel dari satu generasi ke generasi selanjutnya yang terjadi karena peran yang bermain dalam menentukan suatu individu akan bertahan hidup dan bereproduksi.

3. Mutasi

Mutasi yang menyebabkan hilangnya fungsi gen lebih sering terjadi dibanding mutasi yang membentuk gen baru yang berfungsi penuh.

4. Gene flow atau aliran gen

Aliran gen merupakan pertukaran gen antar populasi dan antar spesies. Apabila perbedaan genetic antar populasi berkembang, aliran gen antar populasi dapat mengintroduksi sifat atau alel yang tidak menguntungkan pada populasi local dan ini dapat menyebabkan organisme di dalam populasi yang berjauhan secara genetic, akhirnya terbentuk spesies baru.

C. Hasil Evolusi

Dalam waktu lama, evolusi menghasilkan spesies baru melalui pemisahan populasi moyang menghasilkan kelompok baru yang tidak dapat atau tidak akan kawin dengan sesamanya lagi. Hasil evolusi dibagi menjadi:

1. Makroevolusi, yakni evolusi yang terjadi diatas tingkat spesies seperti misalnya kepunahan dan spesiasi
2. Mikroevolusi, yakni perubahan evolusi yang lebih kecil, seperti misalnya adaptasi, di dalam spesies atau populasi.

D. Teori Evolusi Modern

Teori Darwin dikembangkan sebelum ditemukannya peran gen dalam pewarisan sifat. Gen merupakan substansi yang dijumpai di kromosom inti dan di organel lain seperti mitokondria dari semua benda hidup dan membentuk 4 varietas nukleotida DNA atau di

RNA yang akan ditranskripsikan dalam triplet (kodon) dengan kode-kode genetik untuk 20 macam asam amino berbeda; banyak gen memiliki bentuk alternatif dua atau lebih yang dikenal dengan alela. Alela gen bersifat diwariskan (ditransmisikan melalui proses reproduksi seksual dari parental pada filialnya). Jika suatu alela lebih sering diwariskan pada filial maka alela tersebut akan menjadi alela umum yang terdapat dalam suatu populasi; tekanan selektif akan mengarahkan alela untuk proses *survival* dan penyebaran alela yang sama ini dalam populasi. Kita tahu bahwa evolusi terjadi oleh seleksi alam yang merespon/bertindak sebagai aksi terhadap peluang mutasi (*chance mutations*) gen dan rekombinasi yang masing-masing menghasilkan alela baru dan kombinasi dengan keuntungan seperti *adaptive for survival and reproductive success*. Seleksi alam hanyalah komplemen/pelengkap mutasi dan rekombinasi yang menjadi faktor primer dari proses evolusi.

Genetika dan Evolusi merupakan unsur dasar dalam Biologi yang tidak dapat dipisahkan. **Unsur-unsur genetik** pada makhluk hidup pada struktur terkecil yaitu urutan basa-basa nitrogen pada setiap nukleotida DNA pada gen-gen yang terdapat dalam kromosom **menentukan tingkat kelangsungan hidup setiap organisme. Perubahan-perubahan yang terjadi pada basa-basa nukleotida tersebut melalui mekanisme mutasi akan memunculkan variasi (varian-varian) genetik baru yang akan berekombinasi membentuk individu dengan genotip baru.** Hal ini akan memungkinkan munculnya variasi pada fenotip organisme. Lingkungan yang selalu berinteraksi dengan varian baru tersebut secara tidak langsung akan menjadi faktor pembatas dalam setiap progresi perubahan makhluk hidup. **Setiap varian-varian yang mampu lebih adaptif terhadap progresi perubahan di lingkungan organisme akan cenderung lebih mampu untuk berjuang untuk mempertahankan hidupnya dan lebih survive.** Pada dasarnya **evolusi muncul akibat perubahan frekuensi alela** dalam suatu populasi makhluk hidup oleh beberapa faktor pemicu. Setiap perubahan pada frekuensi alela akan menyebabkan terjadinya proses mikroevolusi dan berlanjut pada kejadian yang lebih besar yaitu makroevolusi. Jadi dapat disimpulkan bahwa **genetika (gen) menjadi sumber utama dalam mekanisme evolusi makhluk hidup melalui proses mutasi dan rekombinasi genetik.** Seleksi alam merupakan komplemen dalam proses evolusi makhluk hidup yang menjadi faktor penentu akhir pada pembentukan organisme baru yang lebih adaptif (spesiasi).

E. Riset yang mendukung

Artikel ini mendeskripsikan pandangan Richard Dawkins mengenai teori evolusi men menganalisis pengaruh worldview ateis yang dipegang Dawkins terhadap teori evolusi. Pertama, Dawkins menganggap bahwa posisi teori evolusi sangat kuat sampai-sampai ia menganggapnya sebagai fakta atau realitas yang pasti terjadi. Namun kenyataannya tidak seperti yang dibayangkan Dawkins, teori evolusi sebenarnya masih berada pada taraf mungkin terjadi. Terlihat dari adanya kelemahan penyimpulan dari bukti fosil maupun DNA. Terlebih dari kajian sains historis, teori evolusi memang memiliki dua kelemahan sains historis sebagaimana yang diajukan Derec Turner. Kedua, terlihat jelas bahwa worldview naturalisme mempengaruhi penyimpulan sains. *Worldview* ini menjadi semacam penjara sehingga kesimpulan tidak boleh keluar dari kerangka naturalisme. Dari berbagai pilihan tafsir akan bukti fosil dan DNA, naturalisme mengharuskan Dawkins untuk memilih evolusi sebagai penjelasan satusatunya. Bahkan keberanian Dawkins berani menaikkan status evolusi dari teori menjadi fakta atau realitas merupakan konsekuensi *worldview* ini (Martanegara, Husaini, dan Syafrin, 2019).



Penilaian

Penilaian ini dapat anda kerjakan dengan baik apabila mengikuti rambu-rambu berikut ini yang mengarah kepada ketercapaian keterampilan komunikasi!

A. Mencantumkan soal-soal pemahaman peserta didik

1. Apa perbedaan karakteristik mikroevolusi, spesiasi, dan makroevolusi?

Jawab :

.....
.....
keterampilan menyajikan hasil percobaan ke dalam tabel atau gambar

2. Mengapa populasi yang kecil dan terisolasi lebih mungkin mengalami spesiasi daripada populasi yang besar?

Jawab :

.....
.....
keterampilan membaca hasil percobaan yang disajikan dalam bentuk tabel atau gambar

3. Bagaimana kepunahan massal dapat terjadi?

Jawab :

.....
.....
keterampilan menjelaskan hasil percobaan yang disajikan dalam bentuk table atau gambar.

Penilaian ini dapat anda kerjakan dengan baik apabila mengikuti rambu-rambu berikut ini yang mengarah kepada ketercapaian keterampilan kolaborasi!

B. Menemukan solusi permasalahan dengan membuat sesuatu alat yang dapat membantu permasalahan tersebut

1. Menurut konsep spesies biologis, apa yang menentukan spesies?

Jawab :

.....
.....
berkontribusi secara aktif (Memanfaatkan perbedaan social dan budaya untuk menghasilkan ide baru)

2. Bagaimana pendapat anda mengenai pernyataan berikut ini "Dalam rekam fosil, setiap kepunahan massal diikuti oleh periode perubahan evolusioner"?

Jawab :

.....
.....
bekerja secara produktif (meningkatkan inovasi serta kualitas pekerjaan)

3. Mekanisme mikroevolusi mana yang paling dipengaruhi oleh semakin mudahnya manusia berpindah-pindah ke seluruh dunia?

Jawab :

.....
.....
menunjukkan sikap fleksibilitas (berkompromi)

C. Membimbing peserta didik menyampaikan ide atau pertanyaan dengan jelas dan mudah dipahami

1. Mamalia mengisi peran-peran ekologis yang awalnya diisi dinosaurus sehingga mamalia menjadi hewan dominan di daratan saat ini. Dari pernyataan ini, buatlah pertanyaan/ide yang relevan dengan materi.

Jawab :

.....
.....
menunjukkan sikap tanggung jawab (menunjukkan tanggung jawab)

2. Kita manusia mungkin harus berterima kasih atas punahnya spesies-spesies yang lebih tua, karena dengan demikian kita bisa ada. Bagaimana anda menyikapi pernyataan ini?

Jawab :

.....
.....
menghargai orang lain (menunjukkan sikap respek)



Evaluasi

- A. Memberikan kesempatan pada semua kelompok belajar untuk melakukan refleksi dan evaluasi terhadap proses belajar yang dilakukan

Jawab :

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

Daftar Pustaka

- Adrianto, dkk. 2020. Pembelajaran Biologi Sel Dengan Peraga Sederhana. *JPB : Jurnal Pengabdian Bareleng*. 2(1). Hal. 7-12.
- Astuti dan Darmanti. 2010. Produksi Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) yang Diperlakukan dengan Naungan dan Volume Penyiraman Air yang Berbeda. *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi*. 11(1). Hal. 19-28.
- Bidlack, James E., and Jansky, Shelley. 2018. *Stern's Introductory Plant Biology. 14th Edition*. New York: McGraw-Hill
- Campbell, Neil A., Lisa A. Urry., Michael L. Cain., Steven A. Wasserman., Peter V. Minorsky., and Jane B. Reece. 2018. *Biology: A Global Approach. 11th Edition*. New York: Pearson Education
- Campbell. 2016. *Edisi ke 6. Intisari biologi*. Penerbit Erlangga. Jakarta
- Hill, Richard W., Wyse, Gordon A., and Anderson, Margaret. 2016. *Animal Physiology. 4th Edition*. USA: Copyright © 2016 by Sinauer Associates, Inc.
- Martanegara, Husaini, dan Syafrin. 2019. Pengaruh *worldview* ateis terhadap teori evolusi. *Ta'dibuna : Jurnal Pendidikan Islam*. 8(1). Hal. 146-162.
- Mauseth, James D. 2017. *Botany: An Introduction to Plant Biology. 6th Edition*. Massachusetts: Jones & Bartlett Learning.
- Munif Said Hassan, Eddyman W. Ferial. 2014. *Pengantar Biologi Evolusi*. Penerbit Erlangga. Jakarta
- Pendarvis, Murray P., and Crawley, John L. 2011. *Exploring Biology in the Laboratory*. Englewood: Morton Publishing Company
- Phelan, Jay. 2015. *What is Life? A Guide to Biology. 3rd Edition*. New York: W. H. Freeman and Company
- Reece, Jane B., Taylor, Martha R., Simon, Eric J., Dickey, Jean., and Hogan, Kelly A. 2018. *Campbell biology: Concepts and Connections. 9th Edition*. Boston: Pearson Education

Yunita, Oeke. 2016. *Biologi Sel Pendekatan Aplikatif Untuk Profesi Kesehatan*. Penerbit Erlangga. Jakarta

