

# Makhluk Hidup: Asal Mula, Ciri-ciri, dan Organisasi Kehidupan

Dr. Maman Rumanta, M.Si.  
 Dra. Krisna Iryani, M.Si  
 Dra. Anna Ratnaningsih, M.Si.



## PENDAHULUAN

---

Pada Modul 1, kita akan membahas kehidupan. Pertanyaan pertama yang ingin dijawab oleh para ilmuwan sejak dahulu kala adalah dari mana kehidupan di bumi berawal. Apakah makhluk hidup tercipta begitu saja atau diciptakan oleh Tuhan? Kajian ini menarik seilmuwan hingga kini dan belum terjawab secara meyakinkan. Selain itu, kita akan membahas ciri kehidupan. Apakah Anda sudah mengenalnya? Tentu saja, karena materi ini sudah kita pelajari sejak kita duduk di bangku SMP. Mari kenali ciri kehidupan mulai dari diri kita sendiri. Selain itu, kita juga akan membahas organisasi kehidupan, mulai dari sel, jaringan, organ, sistem organ dan organisme.

Dengan mempelajari materi pada modul ini, kami yakin Anda akan memperoleh bekal yang cukup untuk mengajarkan materi yang berkenaan dengan kehidupan di sekolah dasar. Dengan demikian, sebagai seorang guru profesional, Anda akan lebih percaya diri dalam mengajar di depan kelas.

Modul ini disajikan dalam tiga kegiatan belajar, yaitu

1. Kegiatan Belajar 1 tentang asal mula kehidupan;
2. Kegiatan Belajar 2 tentang ciri-ciri makhluk hidup; dan
3. Kegiatan Belajar 3 tentang organisasi kehidupan.

Setelah mempelajari modul ini, Anda diharapkan dapat menjelaskan teori asal mula kehidupan, ciri-ciri makhluk hidup, dan organisasi kehidupan. Secara lebih rinci, setelah mempelajari modul ini, Anda diharapkan dapat

1. menjelaskan dan memberikan contoh teori
  - a. abiogenesis,
  - b. biogenesis,

- c. evolusi kimia/neoabiogenesis,
  - d. panspermia, dan
  - e. penciptaan,
2. membedakan makhluk hidup dari makhluk tak hidup,
  3. menjelaskan ciri-ciri fisiologis makhluk hidup yang membedakannya dengan makhluk tak hidup,
  4. menjelaskan perbedaan dan persamaan antara hewan dan tumbuhan,
  5. membedakan antara sel, jaringan, organ, sistem organ, dan organisme,
  6. menjelaskan organisasi kehidupan yang terjadi di alam,
  7. menjelaskan hubungan timbal balik antara organisme dan lingkungan.

Agar semua tujuan tersebut dapat tercapai, Anda diharapkan membaca modul ini dan memahaminya dengan saksama, serta melaksanakan semua kegiatan yang kami harap Anda lakukan.

**KEGIATAN BELAJAR 1****Teori Asal Mula Kehidupan**

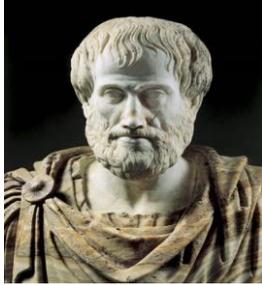
Pernahkah Anda berpikir bagaimana kehidupan di alam semesta ini terjadi? Pernahkah Anda mendengar bahwa nenek moyang kita percaya jangkrik berasal dari rumput teki, lele berasal dari tikus, atau belatung timbul begitu saja dari hewan yang membusuk? Umat beragama, seperti Islam dan Nasrani, percaya bahwa alam beserta isinya tidak timbul begitu saja, melainkan diciptakan oleh Tuhan.

Akan tetapi, manusia selalu tidak puas dan selalu ingin tahu. Oleh karena itu, sejak ratusan tahun sebelum masehi, ilmuwan atau filsuf zaman itu telah berpikir dan menganalisis bagaimana asal mula kehidupan di muka bumi. Berdasarkan pemikiran para ilmuwan tersebut, muncullah berbagai teori asal mula kehidupan, seperti teori abiogenesis (*generatio spontanea*), biogenesis, panspermia, neoabiogenesis, dan teori penciptaan. Tentunya, Anda pernah mempelajarinya, bukan? Ya, tentu. Untuk lebih mengingat dan memahaminya kembali, marilah kita bersama-sama membahas teori tersebut.

**A. TEORI ABIOGENESIS (*GENERATIO SPONTANEA*)**

Teori ini tergolong paling awal berkembang dan berpendapat bahwa makhluk hidup timbul begitu saja dari benda tak hidup. Teori ini dipelopori oleh seorang filsuf Yunani yang bernama Aristoteles (384—322 SM).

Hal ini sesuai dengan pemikiran saat itu yang belum ditunjang dengan teknologi modern dan cenderung melihat fakta tanpa melalui pembuktian secara ilmiah. Sama seperti Aristoteles, nenek moyang kita pun sering berpendapat tentang asal usul hewan/tumbuhan yang timbul begitu saja dari benda tak hidup.



Gambar 1.1  
Aristoteles (Orti, 2012)

Coba, Anda mengingat kembali dan kemukakan pendapat orang tua zaman dulu yang mendukung teori ini. Pastinya banyak, bukan? Silakan Anda kemukakan dan tuliskan dalam kolom berikut.

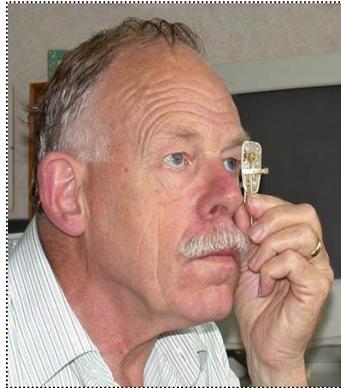
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Bagus! Anda sudah mencobanya. Tentunya, jawaban Anda akan bervariasi, tergantung pada daerah dan budaya masing-masing. Para petani kita zaman dulu percaya bahwa jamur merang timbul begitu saja dari merang padi. Mengapa? Karena, keterbatasan pengetahuan mereka tentang pertumbuhan dan perkembangbiakan jamur. Apakah Anda setuju bahwa jamur merang timbul begitu saja? Pasti tidak, bukan? Jamur merang timbul karena adanya spora jamur yang tumbuh pada media merang padi yang sedang membusuk. Tidak hanya nenek moyang kita, ternyata nenek moyang bangsa Babilonia juga percaya bahwa cacing dan makhluk hidup lainnya timbul begitu saja dari lumpur.

Lensa      Tempat objek



A. Struktur



B. Cara penggunaan

Gambar 1.2  
Mikroskop Leeuwenhoek (Loncke, 2007)

Teori ini memang kurang memiliki dasar yang kuat secara ilmiah, tetapi dapat bertahan sangat lama. Bahkan, Anthonie Van leeuwenhoek (abad ke-17), sang penemu mikroskop pun mendukung teori abiogenesis. Leuwenhoek mengamati air rendaman jerami dengan mikroskop buatannya, ternyata ditemukan protozoa. Ia pun berpendapat bahwa hewan tersebut timbul begitu saja dari air rendaman jerami.

## B. TEORI BIOGENESIS

Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan, akhirnya orang berpikir secara lebih ilmiah. Para ilmuwan tidak percaya begitu saja terhadap teori tanpa pembuktian yang sifatnya ilmiah. Maka itu, beberapa ilmuwan berusaha membuktikan kebenaran teori abiogenesis yang sudah sangat lama bertahan.

### 1. Francesco Redi (1626—1697)

Untuk menumbangkan teori abiogenesis, Redi melakukan percobaan secara ilmiah. Dia berhasil membuktikan bahwa makhluk hidup tidak timbul

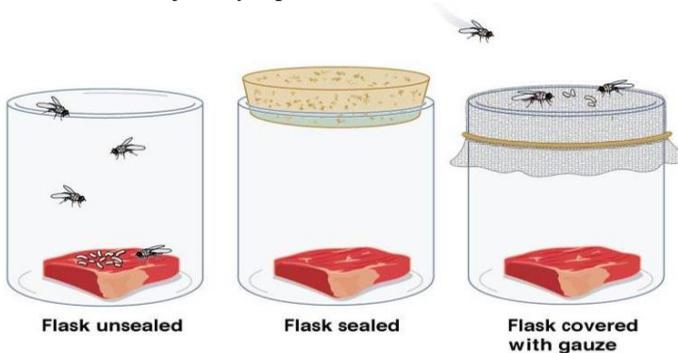
begitu saja dari benda tak hidup. Apa yang dilakukan oleh Redi? Percobaannya cukup sederhana dan dapat Anda lakukan seperti berikut ini.

Pertama, sediakan tiga buah stoples yang diisi daging.

Stoples 1 diisi daging dan dibiarkan terbuka.

Stoples 2 diisi daging dan ditutup rapat.

Stoples 3 diisi daging dan ditutup dengan kain kasa agar udara masih bisa masuk. Untuk lebih jelasnya, perhatikan Gambar 1.3 berikut.



Gambar 1.3  
Percobaan Francesco Redi (Maricopa, 2012)

Setelah beberapa hari, diperoleh hasil sebagai berikut.

Stoples 1 daging membusuk dan berisi belatung

Stoples 2 daging membusuk dan tidak ada belatung

Stoples 3 daging membusuk dan tidak ada belatung, tetapi timbul belatung di atas kain kasa.

Redi menyimpulkan bahwa belatung tersebut berasal dari telur lalat. Terbukti bahwa stoples 2 dan 3 pada daging tidak mengandung belatung karena telur lalat tidak sampai ke permukaan daging.

Percobaan Redi (teori biogenesis) tersebut ternyata belum mampu menumbangkan teori abiogenesis karena beberapa ilmuwan masih mempertahankan teori tersebut. John Needham (1700) menentang teori yang dikemukakan Redi (biogenesis). Ia berupaya membuktikan bahwa teori abiogenesis sudah benar. Needham melakukan percobaan dengan cara merebus air kaldu untuk membunuh mikroorganisme dan memasukkannya dalam wadah dan ditutup rapat. Ternyata, setelah beberapa lama, timbul mikroorganisme dalam kaldu tersebut.

## 2. Lazzaro Spallanzani (1729—1796)

Spallanzani tidak setuju dengan hasil percobaan Needham karena ia mengetahui kelemahan percobaan yang dilakukan Needham tersebut. Ia berpendapat bahwa rebusan kaldu yang dilakukan Needham kurang lama sehingga belum semua mikroorganisme mati. Ia pun mencoba membuktikan kelemahan yang dilakukan Needham dengan cara berikut.

- Labu pertama diisi kaldu dan dibiarkan terbuka.
- Labu kedua diisi kaldu yang dipanaskan hingga mendidih cukup lama dan dibiarkan terbuka.
- Labu ketiga diisi kaldu dan dididihkan cukup lama dan ditutup rapat.



Gambar 1.4  
Percobaan Spallanzani (Modifikasi Surjono & Rumanta, 2009)

Setelah dibiarkan beberapa hari, ternyata timbul mikroorganisme pada labu pertama dan kedua, sedangkan pada labu ketiga tidak timbul mikroorganisme. Ia menjelaskan bahwa dalam kaldu sudah terdapat mikroorganisme yang berasal dari udara. Ketika kaldu dipanaskan, mikroorganisme tersebut akan mati. Akan tetapi, ketika kaldu yang telah dipanaskan tersebut dibiarkan terbuka, terjadi kontaminasi organisme dari udara sehingga pada labu kedua timbul mikroorganisme. Apabila kaldu yang sudah dipanaskan tersebut ditutup rapat, ternyata bebas dari mikroorganisme.

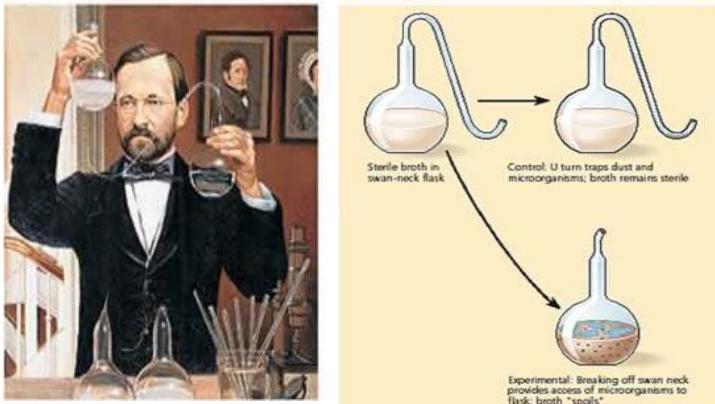
Ini membuktikan bahwa percobaan Needham tidak benar dan ia pun mendukung teori biogenesis yang diprakarsai Redi.

Apakah setelah percobaan Spallanzani tersebut teori abiogenesis runtuh? Ternyata tidak. Untuk mengubah suatu teori yang sudah lama dianut, itu tidak mudah. Penganut paham abiogenesis masih mempertahankan teorinya dengan mengkritik percobaan Spallanzani yang menyatakan bahwa untuk timbulnya kehidupan, perlu gaya hidup (ada udara), sedangkan dalam percobaan Spallanzani kaldu ditutup rapat.

### 3. Louis Pasteur (1822—1895)

Dengan resistensi dari para penganut teori abiogenesis, para penganut aliran biogenesis terus mencoba mematahkan setiap bantahan yang diberikan para penganut paham abiogenesis tersebut. Pada tahun 1863, Louis Pasteur mencoba menyempurnakan percobaan Spallanzani dengan mempertahankan adanya gaya hidup (udara), yaitu menggunakan kaldu yang dipanaskan dalam labu dan ditutup tabung berbentuk leher angsa. Untuk lebih jelasnya, perhatikan Gambar 1.5.

Setelah beberapa hari air kaldu pada percobaan tersebut dibiarkan, ternyata kaldu tersebut tetap bening dan tidak timbul mikroorganisme. Akan tetapi, apabila tabung leher angsa dipatahkan, kaldu tersebut ditumbuhi banyak mikroorganisme. Mengapa demikian? Karena, mikroorganisme di udara tidak sampai dalam kaldu akibat tertahan oleh penutup yang berbentuk leher angsa. Dengan demikian Louis Pasteur berkesimpulan bahwa semua kehidupan yang ada berasal dari kehidupan sebelumnya yang kemudian terkenal dengan slogan *omne vivum ex vivo*.



Gambar 1.5  
Louis Pasteur (modifikasi dari Taulborg, 2008)

Pasteur berhasil dengan meyakinkan dapat menumbangkan teori *generatio spontanea*. Pertanyaannya, dari mana asal mula kehidupan kalau semboyannya bahwa kehidupan berasal dari kehidupan sebelumnya? Jadi, dengan mematahkan teori *generatio spontanea*, malah timbul pertanyaan lagi, dari mana makhluk hidup pertama kali terbentuk.

### C. TEORI EVOLUSI KIMIA (NEOABIOGENESIS)

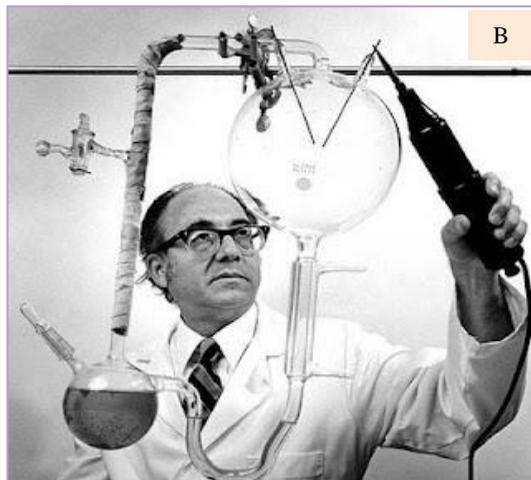
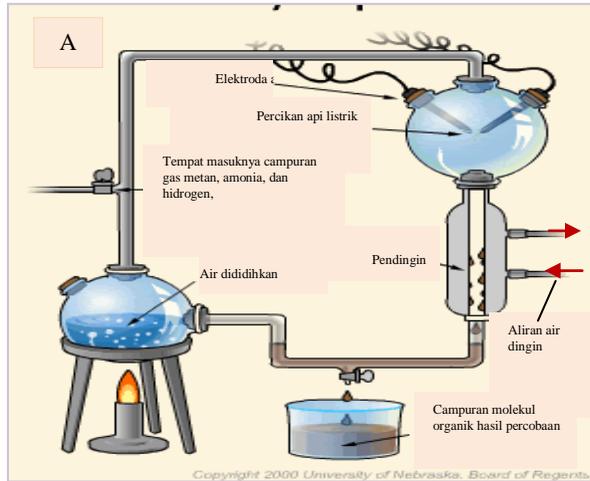
Dengan banyak pertanyaan tentang asal mula kehidupan, para ilmuwan terus berpikir dan membuat teori baru. Kebanyakan ilmuwan percaya bahwa bumi kita telah berumur lebih kurang 4,5 miliar tahun. Selama 500 tahun pertama, lingkungan bumi terlalu labil untuk berkembangnya kehidupan di bumi. Hal ini karena masih banyaknya asteroid yang berjatuh ke permukaan bumi, gempa bumi, dan badai yang disertai kilat yang ekstrem yang terus membombardir bumi. Sekitar 4 miliar tahun yang lampau, kondisi bumi mulai stabil dan lautan sudah mulai terbentuk.



Gambar 1.6  
Ilustrasi Atmosfer Bumi Primitif (Anonim, 2006)

Bagaimana kehidupan dimulai? Dari mana asalnya kehidupan pertama di muka bumi? Tahun 1920, dua ilmuwan (A.I Oparin dan J.B.S Haldane) yang bekerja secara terpisah berhipotesis bahwa laut yang baru terbentuk mengandung molekul sederhana yang berlimpah. Molekul-molekul sederhana tersebut selanjutnya membentuk molekul yang lebih kompleks. Mereka pun berpendapat bahwa atmosfer bumi primitif terbentuk dari gas-gas nitrogen ( $N_2$ ), uap air ( $H_2O$ ), metan  $CH_4$ ), gas hidrogen ( $H_2$ ), karbon monoksida (CO), dan amonia ( $NH_3$ ). Molekul-molekul yang ada di atmosfer tersebut selanjutnya akan bereaksi satu sama lain dengan bantuan sinar matahari dan kilatan petir membentuk molekul-molekul organik sederhana. Saat itu, oksigen di atmosfer belum terbentuk. Kalau ada oksigen, tidak mungkin terbentuk senyawa organik sederhana secara spontan. Mengapa? Karena, oksigen sangat reaktif dan dapat memutus ikatan kimia yang baru terbentuk. Laut di permukaan bumi saat itu juga belum terbentuk karena permukaan bumi yang panas menyebabkan setiap tetes air yang turun ke bumi akan menguap kembali. Sekitar 3,8 miliar tahun yang lalu, permukaan bumi mulai mendingin dan lautan pun mulai terbentuk.

Halold Urey dan muridnya Stanley Miller (1953) membuktikan hipotesis Oparin *and* Haldane dengan membuat percobaan yang meniru atmosfer bumi primitif dengan mencampurkan gas-gas, seperti metan, amonia, uap air, dan hidrogen dalam alat yang ia rancang (Gambar 1.7).



Gambar 1.7  
Percobaan Miller & Urey. (A) Diagram Alat Percobaan dan (B) Fotograf Percobaan Miller & Urey (Anonim, 2006)

Dengan menggunakan aliran listrik untuk menyimulasikan kilat dan cahaya matahari pada bumi primitif, hasilnya sangat menakjubkan. Dalam beberapa hari, percobaan tersebut menghasilkan senyawa organik yang terdiri atas urea, asam asetat, asam laktat, dan beberapa asam amino. Dari hasil eksperimennya, Miller membuktikan bahwa senyawa organik sangat mungkin terjadi secara spontan pada atmosfer bumi primitif.

Miller percaya bahwa pembentukan senyawa kompleks penyusun makhluk hidup tidaklah mudah dan memerlukan jutaan tahun untuk terjadinya evolusi kimia hingga terbentuk makhluk hidup sederhana. Jadi, terbentuknya makhluk hidup tidak semudah yang dianut abiogenesis (*generatio spontanea*), melainkan melalui evolusi kimia yang memakan waktu jutaan tahun. Teori ini pun disebut **teori evolusi kimia** atau **neoabiogenesis** yang merupakan **reinkarnasi dari teori biogenesis** karena memercayai makhluk hidup berasal dari benda tak hidup melalui evolusi kimia.

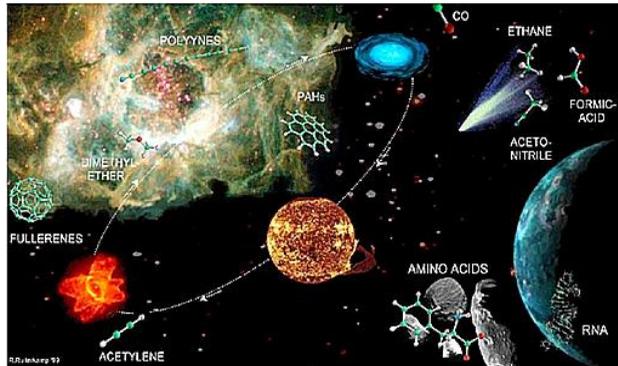
Sudah terjawabkah asal mula kehidupan dengan teori evolusi kimia tersebut? Jawabnya belum, bukan? Bahkan, makin membingungkan para ilmuwan sendiri. Mengapa? Ternyata, makhluk hidup mengandung jutaan molekul yang sangat kompleks dengan pembentukan yang tidak sederhana. Untuk membentuk satu jenis molekul protein yang ada pada tubuh makhluk hidup sekarang ini, diperlukan tahapan reaksi yang sangat kompleks dan memakan waktu sangat lama. Mengapa? Kalau hal tersebut terjadi secara spontan di alam saat itu, pasti sangat banyak hambatannya. Hal ini berbeda kalau pembentukan protein yang terjadi pada makhluk hidup saat ini difasilitasi oleh gen yang mengaturnya dan organel serta enzim yang mempercepat dan memfasilitasi reaksinya.

Itu baru mengenai pembentukan molekul penyusun tubuh makhluk hidup. Kalau ternyata terjawab bagaimana terbentuknya molekul-molekul kompleks penyusun seluruh tubuh makhluk hidup, lalu bagaimana membentuk sel yang bisa hidup dan bereproduksi? Pertanyaan selanjutnya, kalau sudah terbentuk organisme tingkat tinggi, bagaimana roh makhluk hidup terbentuk? Sederet pertanyaan yang tidak dapat kita jawab.

#### **D. TEORI PANSPERMIA**

Apakah semua ilmuwan sepakat mengenai teori asal mula kehidupan dengan adanya percobaan Miller? Jawabnya tidak. Pada abad ke-19, para

ilmuwan antariksa menciptakan teori baru, yaitu teori panspermia yang sering disebut teori eksogenesis atau teori kosmologi. Teori ini bertentangan dengan teori abiogenesis dan mengemukakan bahwa benih kehidupan sudah ada dan tersebar di seluruh jagat raya. Benih kehidupan tersebut berkembang di mana saja yang lingkungannya memungkinkan. Jadi, asal mula kehidupan menurut teori ini bersumber dari benih-benih kehidupan yang ada di luar angkasa. Teori ini berhipotesis bahwa organisme mikroskopis datang dari luar angkasa, kemudian berkembang dan berevolusi di bumi. Seperti kita ketahui, bumi kita ini sering dihujani meteorit dari luar angkasa yang memungkinkan membawa benih makhluk hidup mikroskopis yang kemudian dapat berkembang dan berevolusi di muka bumi.



Gambar 1.8  
Ilustrasi Teori Panspermia (ECS, 2012)

Sesungguhnya, teori ini secara tidak langsung mendukung teori biogenesis. Namun, teori ini belum mampu menjawab bagaimana benih tersebut terjadi dan dari mana asalnya. Apakah melalui evolusi kimia seperti yang telah dikemukakan oleh Oparin dan kawan-kawan atau melalui penciptaan?

Kalau kita cermati, perkembangan teori asal mula kehidupan ini oleh para ilmuwan dari dahulu sampai saat ini sangat membingungkan. Tarik-menarik antara teori abiogenesis dan biogenesis terus terjadi. Semakin manusia berpikir, semakin sukar menemukan rahasia kehidupan. Hal ini terjadi karena ilmu manusia sangat terbatas untuk menelaah rahasia alam. Dalam Islam, dikatakan bahwa ilmu Allah itu seluas lautan, sedangkan ilmu manusia bagai setetes air di lautan. Sebagaimana tercantum dalam Alquran

surah Lukman ayat 27, yang artinya: “Dan sekiranya segala pohon yang ada di bumi menjadi pena, dan segala lautan (menjadi tinta), dengan dibantu kepadanya tujuh lautan lagi sesudah itu, niscaya tidak akan habis kalimah-kalimah Allah itu ditulis. Sesungguhnya Allah Maha Kuasa, lagi Maha Bijaksana”. Ayat tersebut menunjukkan betapa ilmu Tuhan sangat luas dan kepada manusia hanya diberikan sedikit saja. Dengan demikian tidak heran jika perseteruan antara penganut teori abiogenesis dan biogenesis terus berlanjut, karena keterbatasan pemikiran manusia.

## **E. TEORI PENCIPTAAN**

Berdasar pada teori yang dikemukakan oleh para ilmuwan tersebut, ternyata mereka masih kebingungan dan masih berpikir keras untuk menelaah rahasia alam tersebut. Akhirnya, beberapa ilmuwan memilih kembali pada teori penciptaan, yang bersumber dari ajaran agama dan kitab-kitab yang dianutnya. Kebanyakan agama, khususnya agama samawi, percaya bahwa alam semesta bersama isinya diciptakan oleh Tuhan. Memang teori ciptaan ini sukar dibuktikan dengan akal manusia karena datangnya bukan dari hasil percobaan, melainkan hasil telaah ilmu agama dan keyakinan.

Berdasarkan kitab Bibel, kaum Nasrani percaya bahwa bumi diciptakan dalam enam hari, tumbuhan diciptakan pada hari ketiga, ikan dan unggas pada hari kelima, serta yang lainnya pada hari keenam. Sejalan dengan umat Kristen, umat Islam pun percaya bahwa alam semesta beserta isinya diciptakan oleh Tuhan. Untuk lebih jelasnya, coba Anda cermati firman Allah berikut. “... bahwa langit dan bumi disatukan, kemudian mereka Kami pisahkan dan Kami menjadikan setiap yang hidup dari air (QS 21: 30).” Penganut agama Hindu juga percaya bahwa makhluk hidup diciptakan oleh Tuhan.

Itulah teori penciptaan yang bersumber dari agama yang kebenarannya tidak untuk dibuktikan secara ilmiah karena teori tersebut datang dari Tuhan yang diyakini oleh keimanan dan bukan hasil pemikiran manusia. Manusia boleh tidak percaya dengan teori penciptaan. Namun, kalau kita renungkan, ternyata kita sendiri tidak tahu bagaimana kita dihidupkan dan bagaimana kita dimatikan. Semua itu adalah rahasia Tuhan yang Mahakuasa.



## LATIHAN

---

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Jelaskan perbedaan mendasar antara teori abiogenesis dan biogenesis!
- 2) Jelaskan perbedaan antara teori abiogenesis dan neoabiogenesis serta biogenesis dan panspermia!
- 3) Jelaskan kelemahan dari teori evolusi kimia dan panspermia tentang asal mula kehidupan di muka bumi!
- 4) Analisislah teori penciptaan. Apa kelemahan dari teori tersebut! Jelaskan!

### *Petunjuk Jawaban Latihan*

- 1) Untuk dapat menjawab pertanyaan ini, cobalah Anda pahami terlebih dahulu prinsip dasar kedua teori tersebut. Selanjutnya, bandingkan perbedaan-perbedaan yang mendasar dari kedua teori tersebut. Kami yakin, Anda pasti dapat menjawab pertanyaan tersebut dengan benar.
- 2) Untuk menjawab pertanyaan ini, Anda tentunya harus memahami terlebih dahulu prinsip teori abiogenesis dan neoabiogenesis serta biogenesis dengan panspermia. Apa persamaan dan perbedaan dari kedua pasangan teori tersebut? Sebagai petunjuk, carilah perbedaan pokok abiogenesis dengan biogenesis tentang terjadinya makhluk hidup. Begitu pula antara biogenesis dan panspermia tentang terjadinya makhluk hidup. Dengan demikian, Anda pasti dapat menjawab pertanyaan tersebut dengan benar.
- 3) Untuk menjawab pertanyaan ini, coba Anda telaah kembali kedua teori tersebut. Selanjutnya, coba Anda buat pertanyaan-pertanyaan yang mungkin belum dapat dijawab oleh kedua teori tersebut. Dengan demikian, Anda pasti dapat mengemukakan kelemahan dari kedua teori tersebut dengan baik.
- 4) Untuk menjawab pertanyaan ini, Anda cukup melakukan perenungan dan menganalisis dengan akal dan pikiran kita sepenuhnya. Itulah yang dilakukan oleh para ilmuwan dan filsuf yang akhirnya mereka mencoba berfilsafat mencari kebenaran dengan akal dan pikirannya. Namun, itulah kelemahan dari teori ini karena memang tidak dapat dibuktikan secara ilmiah dan dengan nalar manusia.



Kajian tentang asal mula kehidupan hingga saat ini masih menjadi topik penting para ilmuwan yang mencari kebenaran lewat filsafat ilmu. Sejak zaman Aristoteles hingga saat ini, hal tersebut masih menjadi kajian teori yang tak pernah berujung. Aristoteles mengemukakan teori abiogenesis (*generatio spontanea*) yang berpendapat bahwa makhluk hidup terjadi secara spontan dari benda tak hidup. Teori ini bertahan hingga berabad-abad lamanya. Teori abiogenesis ini mulai ditentang dengan adanya percobaan Francesco Redi yang diperkuat oleh Lazaro Spallanzani, lalu Louis Pasteur memunculkan teori baru yang disebut biogenesis.

Ketika teori biogenesis berhasil mematahkan teori abiogenesis, muncul teori baru tentang asal mula kehidupan yang dikenal dengan teori evolusi kimia. Teori ini dimulai dengan hipotesis Oparin dan Haldane tentang adanya molekul-molekul sederhana pada permukaan bumi primitif sebagai hasil dari reaksi kimia gas-gas atmosfer saat itu (uap air, nitrogen, hidrogen, metan, amonia, dan karbonmonoksida) dengan bantuan sinar matahari, sinar kosmik, dan kilatan petir. Selanjutnya, Harold Urey dan Stanley Miller melakukan percobaan untuk membuktikan hipotesis Oparin dan Haldane dengan alat yang dirancang Miller. Hasilnya sungguh mengagumkan bahwa alat yang ia rancang sesuai dengan kondisi bumi primitif dan diisi dengan gas-gas sesuai hipotesis tersebut, setelah dioperasikan, dapat menghasilkan molekul sederhana, seperti urea, asam asetat, asam laktat, dan beberapa asam amino. Dengan demikian, teori evolusi kimia ini dapat dikatakan sebagai penjelmaan dari teori abiogenesis sehingga sering disebut neoabiogenesis yang menyatakan bahwa makhluk hidup berawal dari evolusi kimia yang memakan waktu jutaan tahun lamanya.

Ketika orang masih memperbaiki kelemahan teori evolusi kimia yang belum sempurna ini, muncul lagi teori baru tentang asal mula kehidupan di bumi. Kali ini tampaknya hal tersebut merupakan penjelmaan dari teori biogenesis yang mengatakan bahwa asal mula kehidupan berawal dari benih-benih kehidupan yang berada di jagat raya. Mereka percaya bahwa di jagat raya ini dipenuhi benih kehidupan yang dapat tumbuh di mana saja asal lingkungannya sesuai. Teori ini dikenal dengan teori panspermia.

Kalau kita kaji lebih jauh, ternyata polemik antara ilmuwan yang pro dan kontra dari dua teori utama asal mula kehidupan adalah teori abiogenesis dan biogenesis itu terus berjalan walaupun kajiannya semakin modern. Akibat dari polemik kedua teori yang tak berujung itu,

sebagian ilmuwan kembali pada teori penciptaan. Penganut paham ini percaya bahwa alam semesta dan segala isinya, termasuk makhluk hidup, ini diciptakan oleh tuhan.



## TES FORMATIF 1 \_\_\_\_\_

Pilihlah:

- A. jika jawaban (1) dan (2) benar
  - B. jika jawaban (1) dan (3) benar
  - C. jika jawaban (2) dan (4) benar
  - D. jika jawaban (1), (2), dan (3) benar
- 
- 1) Pernyataan yang berkenaan dengan teori abiogenesis berikut yang benar adalah ....
    - (1) pertama kali dikemukakan oleh Aristoteles
    - (2) percaya bahwa makhluk hidup timbul begitu saja dari benda tak hidup
    - (3) ilmuwan pertama yang menentang teori abiogenesis adalah Louis Pasteur
  - 2) Pernyataan berikut ini yang sejalan dengan teori abiogenesis adalah ....
    - 1) jamur merang timbul begitu saja dari jerami yang membusuk
    - 2) *paramaecium* terbentuk dari air rendaman jerami
    - 3) ulat bulu berasal dari telur kupu-kupu yang diletakkan pada daun tanaman.
  - 3) Antonie Van Leuwenhoek, sang penemu mikroskop, pun berperan serta dalam membuktikan kebenaran teori asal mula kehidupan antara lain adalah ....
    - (1) kesimpulannya bertentangan dengan hasil percobaan Louis Pasteur
    - (2) membuktikan bahwa dari air rendaman jerami timbul protozoa
    - (3) memperkuat posisi teori abiogenesis
  - 4) Percobaan yang berusaha untuk menumbangkan teori *generatio spontanea* dilakukan oleh para ilmuwan berikut, yaitu ....
    - (1) Francesco Redi
    - (2) Lazaro Spallanzani
    - (3) Louis Pasteur

- 5) Seorang petani percaya bahwa ulat daun tanaman avokad berasal dari telur kupu-kupu yang sering hinggap di dedaunan tanaman tersebut. Hal tersebut sejalan dengan ....
  - (1) teori biogenesis
  - (2) bertentangan dengan hasil percobaan Antonie Van Leeuwenhoek
  - (3) hipotesis Oparin dan Haldane
  
- 6) Teori berikut yang sangat bertentangan dengan teori abiogenesis adalah ....
  - (1) evolusi kimia
  - (2) panspermia
  - (3) biogenesis
  
- 7) Pernyataan berkenaan dengan teori evolusi kimia berikut ini yang benar adalah ....
  - (1) pertama kali dikemukakan oleh Oparin dan Haldane
  - (2) teori ini merupakan reinkarnasi dari teori abiogenesis
  - (3) teori ini percaya bahwa makhluk hidup berasal dari benih-benih kehidupan yang berevolusi di tempat yang cocok
  
- 8) Teori panspermia sejalan dengan pernyataan berikut, yaitu ....
  - (1) makhluk hidup di bumi berasal dari benih kehidupan yang berasal dari luar angkasa
  - (2) teori panspermia secara tidak langsung memperkuat teori biogenesis
  - (3) teori panspermia bertentangan dengan kesimpulan dari percobaan Antonie Van Leuwehoek tentang asal mula kehidupan
  
- 9) Teori asal mula kehidupan berikut yang bertentangan dengan teori penciptaan adalah ....
  - (1) abiogenesis
  - (2) biogenesis
  - (3) neoabiogenesis
  
- 10) Pernyataan yang berkenaan dengan teori penciptaan berikut yang benar adalah ....
  - (1) teori penciptaan didasari oleh ilmu agama
  - (2) teori penciptaan bertentangan dengan ajaran agama Islam
  - (3) kebenaran teori penciptaan sulit dibuktikan secara ilmiah

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

**KEGIATAN BELAJAR 2****Ciri-ciri Makhluk Hidup**

Disadari atau tidak, kita telah mampu mengelompokkan makhluk hidup dan makhluk tak hidup. Misalnya, manusia, ikan, kadal, gajah, burung, pohon rambutan, dan bunga mawar dikelompokkan dalam makhluk hidup. Sementara itu, batu, air, tanah, dan benda-benda buatan manusia, seperti meja, kursi, dan lemari, dikelompokkan dalam makhluk tak hidup. Akan tetapi, apabila kita ditanya apa yang menjadi dasar pengelompokan itu atau apa yang dimaksud dengan makhluk hidup dan tak hidup itu, kita sering tak mampu menjawabnya dengan benar.

Jika kita membiarkan sepotong roti dan sebatang besi tergeletak di udara terbuka, lambat laun jamur akan tumbuh pada roti dan karat terdapat pada besi. Keduanya menampilkan warna yang hampir sama: kuning kehitam-hitaman. Bagaimana kita dapat menentukan jamur dan karat itu hidup atau tidak hidup? Kita tidak dapat menyatakan sesuatu itu hidup, seperti manusia atau pohon, dan sesuatu itu tidak hidup karena menyerupai batu atau tanah. Untuk itu, kita perlu mengetahui dalam hal apa saja makhluk hidup berbeda dari makhluk tak hidup serta ciri-ciri yang tampak dan menunjukkan bahwa sesuatu itu makhluk hidup atau tak hidup.

Untuk mendapatkan jawaban tersebut, marilah kita kaji uraian mengenai ciri-ciri yang membedakan makhluk hidup dari makhluk tak hidup berikut ini.

**A. CIRI-CIRI YANG MEMBEDAKAN MAKHLUK HIDUP DARI MAKHLUK TAK HIDUP**

Apabila kita perhatikan lingkungan di sekitar kita, kita akan menemukan bermacam-macam benda, baik yang tampak hidup maupun yang tidak hidup. Benda yang hidup dikatakan sebagai makhluk hidup atau organisme dan benda yang tidak hidup sebagai makhluk tak hidup. Kami yakin, Anda telah banyak mengamati gejala-gejala dari suatu kehidupan. Disadari ataupun tidak, dalam keseharian kita semua berada dalam lingkungan yang menyuguhkan fenomena ini. Jika kita amati secara saksama, tampak makhluk hidup memiliki ciri-ciri tertentu yang membedakannya dari makhluk tak

hidup. Mari kita sama-sama mengingatnya kembali dengan cara mengisi Tabel 1.1 di bawah ini.

Tabel 1.1  
Ciri-ciri yang Dimiliki Makhhluk Hidup dan Tidak Dimiliki oleh Makhhluk Tak Hidup

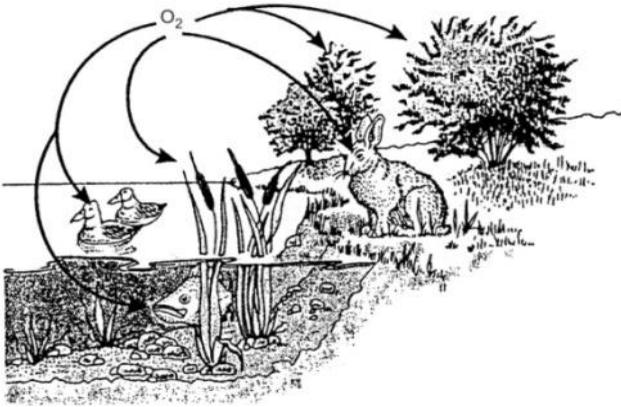
No.	Gejala yang Teramati	Makhhluk Hidup	Makhhluk Tak Hidup
1.	Bernapas	+	-
2.	.....	.....	.....
3.	.....	.....	.....
4.	.....	.....	.....
5.	.....	.....	.....

Bagus! Anda telah mencoba dan mengerjakannya dengan baik. Mari kita kaji satu per satu!

**1. Makhhluk Hidup Melakukan Pernapasan**

Ciri pertama yang ditunjukkan makhhluk hidup dan tidak dilakukan oleh makhhluk tak hidup adalah bernapas. Semua makhhluk hidup baik hewan maupun tumbuhan melakukan proses ini yang berlangsung siang dan malam selama makhhluk tersebut hidup. Dalam pernapasan ini, umumnya makhhluk hidup mengambil oksigen (O<sub>2</sub>) dari lingkungannya dan mengeluarkan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) serta uap air ke lingkungannya (Gambar 1.9).

Oksigen dalam tubuh makhhluk hidup digunakan untuk proses pembakaran (oksidasi) sari-sari makanan. Dari proses ini, akan dihasilkan energi yang akan digunakan untuk aktivitas hidup, misalnya tumbuh dan bergerak. Proses pembakaran ini dikenal juga sebagai pernapasan sel karena proses tersebut berlangsung di dalam sel.



Gambar 1.9  
Hewan dan Tumbuhan Memerlukan Oksigen untuk Pernapasnya  
(Postlethwait, 1991)

Tidak semua makhluk hidup melakukan pernapasan sel dengan menggunakan oksigen (pernapasan aerob). Ada juga makhluk hidup yang melakukan pernapasan tanpa memerlukan oksigen. Proses ini dikenal dengan pernapasan anaerob seperti yang terjadi pada ragi.

Pada umumnya, oksigen yang diperlukan untuk pernapasan sel tersebut masuk ke tubuh hewan melalui organ pernapasan khusus yang sesuai dengan jenis hewannya. Sementara itu, pernapasan tumbuhan melalui stomata pada daun, lentisel pada batang, dan rambut akar pada akar. Organ pernapasan hewan umumnya melakukan gerak aktif untuk memasukkan dan mengeluarkan gas. Sementara itu, pada tumbuhan, karena tidak memiliki organ pernapasan secara khusus, pertukaran gas antara organisme dan lingkungannya terjadi karena proses difusi. Semua bagian tumbuh tumbuhan, seperti batang, daun, dan akar, dapat melakukan proses difusi.

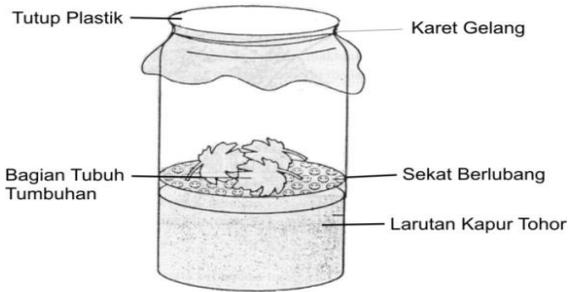
Untuk membuktikan bahwa hewan melakukan pernapasan, kita dengan mudah mendapatkan buktinya. Cukup dengan mengamati gerak naik turunnya bagian dada dari hewan tersebut. Untuk membuktikan pernapasan pada tumbuhan, kita tidak dapat melakukan pengamatan seperti yang dilakukan pada hewan karena tidak ada gerak naik turun pada bagian tubuh tumbuhan. Untuk tumbuhan, kita dapat melakukannya melalui percobaan berikut.

Pertama-tama, kita siapkan lima buah botol selai atau gelas kecil yang bening, larutan kapur tohor secukupnya (cara membuatnya: larutkan kapur tohor ke dalam air dengan cara mengaduknya, kemudian biarkan beberapa saat hingga larutan mengendap; lalu ambil larutan yang beningnya untuk digunakan), lima buah sekat berlubang (diameternya sesuai dengan ukuran botol/gelas), lima buah karet gelang, lima buah tutup plastik, dan beberapa bagian dari tubuh tumbuhan. Tuangkan larutan kapur tohor ke dalam botol kaca, masing-masing mengisi 1/4 bagian. Letakkan sekat berlubang sedikit di atas permukaan larutan untuk tempat bagian tubuh tumbuhan yang akan kita uji.

Selanjutnya, simpan bagian dari tubuh tumbuhan di atas sekat tersebut. Misalnya, untuk botol pertama dengan daun, botol kedua ranting, botol ketiga akar, botol keempat bunga, dan botol kelima sebagai pembanding kita letakkan batu. Tutup kelima botol tersebut rapat-rapat dengan menggunakan plastik dan karet gelang. (Untuk lebih jelasnya, Anda dapat perhatikan Gambar 1.10). Kemudian, simpan seluruh botol percobaan tersebut di tempat gelap yang terhindar dari cahaya matahari lebih kurang satu jam. Amati perubahan yang terjadi. Tuangkan hasil pengamatan Anda pada kolom berikut.

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

Bagus! Anda telah melakukannya dengan benar. Larutan kapur tohor pada botol 1 sampai dengan 4 menjadi keruh karena kapur tohor bereaksi dengan  $\text{CO}_2$  yang dikeluarkan oleh bagian tubuh tumbuhan selama proses pernapasannya. Sementara itu, pada botol 5, larutan kapur tohor akan tetap bening karena batu tidak melakukan aktivitas pernapasan.



Gambar 1.10  
Percobaan untuk Membuktikan bahwa Tumbuhan Melakukan Pernapasan  
(Postlethwait, 1991)

## 2. Makhluk Hidup Memerlukan Makanan dan Air

Pernahkah Anda melihat batu makan cecak atau batu minum air? Tentu saja jawabnya tidak. Akan tetapi, melihat cecak terjepit batu atau batu menyerap air mungkin saja. Hal ini tidak berarti batu memerlukan makanan atau membutuhkan air. Walaupun tidak ada cecak yang terjepit atau air yang mengalir, batu tetap seperti itu dan tidak lantas menjadi “kurus” atau kecil. Hal ini menunjukkan bahwa makhluk tak hidup tidak membutuhkan makanan dan air. Sekarang, bagaimana halnya dengan ayam? Jika ayam tidak mendapatkan makanan dan air, ayam tersebut lama-kelamaan menjadi kurus dan akhirnya mati. Ini merupakan suatu bukti bahwa makhluk hidup memerlukan makanan dan air.

Bagaimana halnya dengan tumbuhan? Apakah tumbuhan juga memerlukan makanan dan air? Tentu saja jawabnya ya. Tumbuhan sama halnya dengan hewan memerlukan makanan dan air. Hanya bentuk dan prosesnya berbeda. Hewan memakan makanan dalam bentuk sudah menjadi bahan makanan, kemudian diolah dalam tubuhnya menjadi zat-zat makanan (protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral). Sementara itu, tumbuhan mengambil bahan makanan dari lingkungan berupa unsur-unsur dan mineral yang belum berupa makanan. Kemudian, mengolah makanannya sendiri melalui proses fotosintesis. Makanan diambil hewan dari lingkungannya dalam bentuk padat atau cair, sedangkan tumbuhan dalam bentuk cair dan gas.

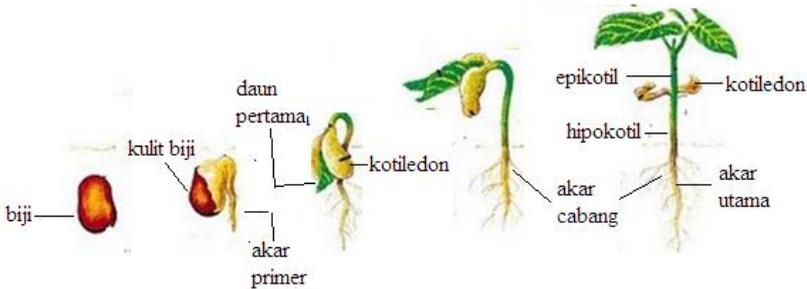
Makanan diperlukan oleh makhluk hidup untuk sumber tenaga, untuk tumbuh kembang, dan untuk mengganti sel-sel yang telah rusak. Sementara itu, air diperlukan untuk keseimbangan tubuh, pelarut beberapa zat, vitamin, dan mineral. Makanan diubah menjadi zat-zat yang diperlukan tubuh setelah melalui proses biologi dan kimiawi. Sebagian dari zat makanan tersebut kemudian diubah menjadi energi melalui proses pembakaran. Untuk proses ini, diperlukan oksigen yang didapat dari proses pernapasan.

### 3. Makhluk Hidup Dapat Tumbuh Kembang

Mungkin ada di antara kita yang pernah berdarmawisata ke sebuah gua kapur. Jika kita perhatikan ke bagian atas gua, akan tampak benda putih yang tergantung, seperti kerucut. Benda ini disebut *stalagtit*. Di bagian bawah pun akan tampak benda serupa, cuma bentuknya, seperti kerucut terbalik. Benda ini disebut *stalagmit*. Kedua benda tersebut terbentuk dari kapur yang dibawa rembesan air, kemudian membatu. Jika kita amati secara saksama, kedua benda tersebut dari waktu ke waktu ukurannya akan bertambah sejalan dengan penambahan materi kapur yang terbawa air dan diendapkan. Peristiwa sejenis juga terjadi pada es batu. Ukuran es akan menjadi lebih besar ketika kita menambahkan lebih banyak air ke dalam inti es, kemudian turut membeku. Apakah kedua peristiwa di atas dapat dijadikan contoh untuk peristiwa tumbuh kembang? Mari, kita sama-sama renungkan.

Kita pasti sependapat bahwa kedua peristiwa di atas bukan merupakan contoh dari proses tumbuh kembang. Mengapa demikian? Mari, kita sama-sama mengkajinya.

Tumbuh merupakan suatu proses bertambah besarnya ukuran makhluk dan penambahan ukuran ini tidak kembali kepada ukuran semula. Sementara itu, kembang merupakan kata dasar dari berkembang, yaitu suatu proses pencapaian kedewasaan, mulai dari bentuk atau keadaan yang sederhana, seperti biji ke bentuk atau keadaan yang makin kompleks, misalnya pohon, lalu telur nyamuk yang tumbuh dan berkembang menjadi larva, kemudian menjadi pupa, dan akhirnya menjadi nyamuk dewasa. Penambahan ukuran dan pencapaian kedewasaan ini terjadi karena adanya proses pembentukan jaringan baru yang diawali oleh penambahan jumlah, ukuran, dan fungsi dari sel. Tentu saja penambahan jumlah dan ukuran ini hanya dapat terjadi jika ada penambahan materi berupa zat-zat yang diperoleh dari makanan (Gambar 1.11).



Gambar 1.11  
Makhluk Hidup Memiliki Kemampuan untuk Tumbuh Kembang

Secara sepintas, mungkin kita berpendapat peristiwa ini tidak berbeda dengan penambahan ukuran pada stalagtit, stalagmit, atau es batu. Akan tetapi, apabila kita mengkajinya lebih dalam, kita pasti menemukan perbedaan yang sangat nyata.

Pada stalagtit, stalagmit, dan es batu, penambahan ukuran terjadi karena ada penambahan suatu massa yang terdiri atas zat yang sama pada volume yang sudah ada. Volume hasil penambahan sebanding dengan volume asal ditambah volume yang ditambahkan. Komposisinya tetap, air menjadi air dan kapur menjadi kapur. Tidak demikian halnya dengan makhluk hidup. Makhluk hidup tumbuh kembang karena adanya suplai makanan dalam tubuh yang secara kimia berbeda dengan dirinya. Kucing ungu menjadi besar tidak makan kucing dan gajah tidak menjadi besar karena makan gajah. Kucing menjadi besar karena makan nasi, ikan, susu, daging, atau yang lainnya, sedangkan gajah karena makan rumput atau pohon-pohonan.

Sekarang timbul pertanyaan, apakah tumbuhan sama halnya dengan hewan dapat melakukan tumbuh kembang? Untuk mendapatkan jawabnya, coba Anda lakukan pengamatan di lingkungan tempat Anda tinggal. Selain itu, bandingkan pula persamaan dan perbedaan antara keduanya dalam melakukan proses tumbuh kembang. Kelompok mana yang pertumbuhannya terbatas sampai usia tertentu? Apakah tumbuhan mempunyai bentuk tubuh tertentu seperti halnya hewan? Apakah hewan memiliki titik tumbuh tertentu seperti halnya tumbuhan? Tuangkan hasil pengamatan Anda pada kolom di bawah ini!

Persamaan dan perbedaan antara tumbuhan dan hewan dalam melakukan proses tumbuh kembang.

Persamaan:

.....

.....

Perbedaan:

.....

.....

Bagus, Anda telah melakukannya dengan baik. Mari kita lanjutkan pembahasan kita.

**4. Makhluk Hidup Berkembang Biak**

Kemampuan untuk berkembang biak merupakan suatu gejala dasar yang membedakan antara makhluk hidup dan makhluk tak hidup. Manusia, kucing, ular, dan serangga mempunyai anak dan anak-anaknya ini berkembang menjadi dewasa. Pohon menghasilkan biji dan akhirnya biji ini menjadi pohon kembali. Makhluk tak hidup tidak menunjukkan gejala ini.

Dahulu pernah ada kepercayaan yang menyatakan makhluk tak hidup tertentu dapat menghasilkan makhluk hidup. Parutan kelapa dapat menjadi cacing kremi, kutu tanaman berasal dari embun yang menempel pada tanaman, belatung terbentuk dari daging yang membusuk, bulu kuda berubah menjadi cacing, dan lumpur Sungai Nil mengeluarkan ikan. Akan tetapi, sekarang kita telah mengetahui kutu tanaman, belatung, cacing, dan ikan semuanya dihasilkan oleh telur yang dikeluarkan oleh makhluk betina dewasa. Dengan perkataan lain, kehidupan dihasilkan oleh kehidupan, hanya makhluk hidup yang dapat memperbanyak dirinya sendiri.

Sekarang, coba Anda rumuskan pengertian dari perkembangbiakan. Tuangkan rumusan Anda pada kolom di bawah ini.

.....

.....

.....

.....

.....

Anda telah merumuskannya dengan baik, tetapi untuk lebih tepatnya, bandingkanlah dengan rumusan berikut.

**Perkembangbiakan** adalah suatu proses yang terjadi pada makhluk hidup untuk menghasilkan individu baru sebagai keturunannya guna mempertahankan kelangsungan hidup atau melestarikan jenisnya.

## **5. Makhluk Hidup Menerima dan Memberikan Tanggapan terhadap Rangsang (*Iritabilitas*)**

Hal terakhir yang membedakan makhluk hidup dari makhluk tak hidup adalah kemampuan menerima dan memberikan tanggapan terhadap rangsang (*iritabilitas*). Dengan kata lain, makhluk hidup memberikan tanggapan (*respons*) terhadap perubahan dalam lingkungannya. Rangsangan dapat berupa cahaya, panas, dingin, bau dari gas, sentuhan, gravitasi, rasa, dan lain-lain.

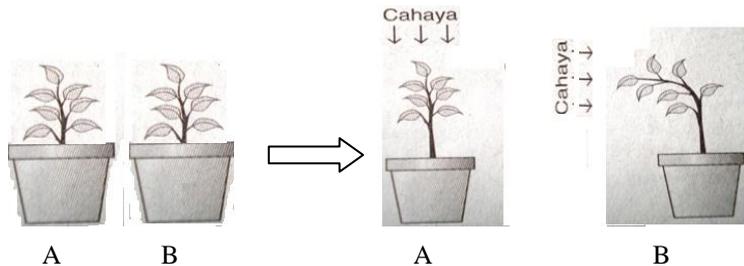
Andaikan sebuah kerikil dan sebutir biji kita pendam berdampingan di dalam tanah, kerikil tersebut mungkin akan tetap berada di sana untuk jangka waktu yang tidak terbatas atau mungkin didorong ke permukaan oleh seekor cacing. Kerikil tersebut akan terkena panas, dingin, dan hujan, tetapi benda itu masih tetap sebuah kerikil. Bagaimana halnya dengan biji? Ya, mungkin biji itu akan utuh untuk sementara waktu. Namun, apabila lingkungan mulai berubah, bumi dihangatkan oleh matahari dan dibasahi oleh air hujan, biji itu akan memberikan tanggapan “ia akan mulai bertunas”. Tidak lama kemudian batangnya akan muncul di permukaan tanah dan lambat laun akan tumbuh menjadi sebatang pohon. Kini, kita menyadari, biji itu berbeda dengan kerikil. Biji telah memperlihatkan kemampuannya untuk memberikan tanggapan terhadap rangsang yang berupa perubahan lingkungan.

Tanggapan makhluk hidup terhadap rangsang umumnya diperlihatkan dalam bentuk gerak. Gerak tumbuh, gerak sebagian tubuh, ataupun gerak berpindah tempat. Sebagian dari makhluk tak hidup, ada juga yang secara sepiantas, kita menganggapnya dapat bergerak, misalnya motor, mobil, sepeda, atau air sungai. Sebenarnya, benda-benda tersebut tidak dapat bergerak jika tidak ada gaya yang menggerakkannya. Sepeda kalau tidak dikayuh tidak akan maju, sungai tidak akan mengalir kalau tidak ada gaya berat, atau mobil tidak akan maju jika mesinnya tidak dihidupkan, demikian halnya dengan motor.

Bukti adanya gerak pada hewan sebagai tanggapan terhadap rangsang, bukanlah merupakan suatu masalah, kita dengan mudah dapat melakukannya.

Akan tetapi, untuk tumbuhan, kita perlu melakukan secara saksama karena hanya beberapa jenis tumbuhan yang dapat mudah teramati, misalnya gerak menutup daun putri malu apabila menerima rangsang berupa sentuhan atau gerak tidur dari daun-daun berbunga kupu-kupu apabila menjelang senja.

Untuk memperlihatkan bahwa tumbuhan memperlihatkan gejala *iritabilitas* dapat dilakukan percobaan sederhana menggunakan tanaman pacar air (Gambar 1.2).



Gambar 1.12  
Makhluk Hidup Mempertlihatkan Gejala *Iritabilitas*

Letakkan dua buah pot (pot A dan B) yang berisi tanaman pacar air di tempat terbuka langsung di bawah cahaya matahari, biarkan beberapa hari. Ketika tanaman sudah tumbuh, biarkan pot A berada di tempat tersebut, sedangkan pot B letakkan di tempat yang terlindung dari cahaya matahari, misalnya di dalam rumah dekat jendela kaca. Setelah beberapa hari tampak tanaman pada pot B akan tumbuh membelok menuju arah datangnya cahaya matahari. Tanaman pada pot B tersebut bergerak sebagai reaksi terhadap rangsang yang berupa cahaya (*fototropisme*).

Dengan memperhatikan lima kriteria di atas, sekarang kita dapat menentukan apakah suatu makhluk itu hidup atau tidak hidup. Makhluk hidup memiliki ciri-ciri: (1) melakukan pernapasan, (2) memerlukan makanan dan air, (3) tumbuh dan berkembang, (4) berkembang biak, serta (5) bereaksi terhadap rangsang.

## B. PERSAMAAN SERTA PERBEDAAN TUMBUHAN DAN HEWAN

Dari pembahasan tadi, kita telah mengetahui perbedaan makhluk hidup dari makhluk tak hidup. Selain itu, kita juga telah sedikit mengulas

persamaan dan perbedaan antara hewan dan tumbuhan. Untuk lebih jelasnya, mari kita lanjutkan.

Hewan dan tumbuhan, walaupun sama-sama makhluk hidup yang memiliki beberapa kesamaan, juga memiliki beberapa perbedaan yang mendasar dalam beberapa hal. Di mana letak kesamaan dan perbedaannya? Untuk dapat menemukan jawaban yang nyata, sekarang mari kita gunakan lingkungan sebagai objek belajar kita.

Perhatikan hewan dan tumbuhan yang ada di sekitar Anda, kemudian lakukan pengamatan secara saksama. Temukan letak persamaan dan perbedaannya. Setelah semuanya teramati, tuangkan hasil pengamatan Anda pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2  
Persamaan serta Perbedaan Tumbuhan dan Hewan

No.	Persamaan	Perbedaan	
		Tumbuhan	Hewan

Bagus! Anda telah mencoba dan mengerjakannya dengan baik. Anda sudah cukup jeli dalam mengamati. Sekarang, coba bandingkan hasilnya dengan Tabel 1.3 di bawah ini.

Tabel 1.3  
Persamaan dan Perbedaan Tumbuhan dan Hewan

No.	Persamaan	Perbedaan	
		Tumbuhan	Hewan
1.	Sama-sama melakukan proses pemapasan	a. Tidak memiliki alat pemapasan khusus b. Mengambil dan mengeluarkan gas secara pasif	a. Umumnya memiliki alat pemapasan khusus b. Mengambil dan mengeluarkan gas secara aktif

No.	Persamaan	Perbedaan	
		Tumbuhan	Hewan
2.	Sama-sama memerlukan makanan dan air	a. Dapat menyusun makanan sendiri dari zat-zat sederhana yang ada di lingkungannya b. Makanan diambil dalam bentuk gas dan cair	a. Makan makhluk hidup lain, baik secara langsung maupun tidak langsung b. Makanan diambil dalam bentuk padat dan cair
3.	Sama-sama dapat tumbuh dan berkembang	a. Tumbuh kembang berlangsung selama hidupnya, ada daerah tumbuh tertentu b. Bentuk tubuh menyebar dan bercabang, jumlah bagian tubuh tak tentu	a. Tumbuh kembang terjadi pada masa tertentu, serempak pada seluruh bagian tubuh b. Bentuk tubuh tertentu, jumlah bagian tubuh tertentu
4.	Sama-sama dapat melakukan perkembangbiakan secara kawin atau tak kawin	a. Pembuahan terjadi dalam alat perkembangbiakan betina b. Umumnya jumlah anak banyak, tidak dipelihara dan dilindungi induk	a. Pembuahan dapat terjadi di dalam tubuh, misalnya pada kucing dan dapat pula terjadi di luar tubuh, misalnya pada ikan b. Umumnya jumlah anak terbatas, dipelihara dan dilindungi
5.	Sama-sama menerima dan memberikan tanggapan terhadap rangsang	a. Reaksi terhadap rangsang lambat, terbatas, dan lebih pasif b. Umumnya menetap atau bergerak sebagian tubuh	a. Reaksi terhadap rangsang cepat, simultan, dan aktif b. Dapat berpindah tempat



## LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Virus begitu populer diperbincangkan setelah makhluk tersebut berhasil menghantui umat manusia dengan berbagai penyakit, seperti *Aquired Immune Deficiency Syndrome* (AIDS), flu burung, flu babi, dan ebola. Sebagian para ahli ada yang mengatakan bahwa makhluk ini merupakan makhluk tak hidup. Akan tetapi, sebagian ahli lain mengatakan makhluk ini sebagai makhluk hidup. Setelah Anda mampu memahami perbedaan

mahluk hidup dan mahluk tak hidup dengan berpatokan pada lima ciri fisiologis yang dimiliki mahluk hidup, apa komentar Anda tentang status mahluk tersebut?

- 2) Walaupun tumbuhan dan hewan sama-sama mahluk hidup, ada beberapa perbedaan yang mendasar dalam ciri-cirinya. Sebutkan dan jelaskan perbedaan antara keduanya!
- 3) Salah satu ciri dari mahluk hidup adalah berkembang biak. Pada tumbuhan, memperbanyak diri ini dapat dilakukan dengan berbagai cara. Sebutkan tiga cara memperbanyak diri pada tumbuhan disertai dengan contoh tanamannya!

### *Petunjuk Jawaban Latihan*

- 1) Carilah buku-buku atau bahan bacaan lain yang memuat tentang virus. Temukan informasi yang dapat mendukung pemecahan masalah dengan berpatokan pada lima ciri yang harus dimiliki mahluk hidup. Jika Anda mengerjakannya dengan baik, Anda pasti dapat menjawab pertanyaan dengan benar bahwa virus merupakan mahluk hidup.
- 2) Coba Anda amati beberapa jenis tumbuhan dan beberapa jenis hewan yang ada di sekitar tempat tinggal Anda. Perhatikan perbedaan keduanya dalam hal berkembang biak; menerima dan memberikan tanggapan terhadap rangsang; melakukan pernapasan; melakukan tumbuh kembang; dan cara mereka memperoleh makanan. Sebagai tambahan informasi, Anda pun bisa membaca kembali uraian materi tentang ciri-ciri mahluk hidup ini. Apabila Anda melakukannya dengan baik, tentu Anda akan dapat menjawabnya dengan benar.
- 3) Untuk menjawab pertanyaan ini, Anda dapat mencarinya pada buku-buku bacaan atau Anda dapat mengamatnya langsung pada beberapa tanaman yang ada di sekitar Anda.



## RANGKUMAN

---

Mahluk hidup merupakan benda hidup yang selain memiliki ciri atau sifat sebagai benda juga memiliki sifat atau ciri yang membedakannya dari benda tak hidup. Perbedaan itu terutama tampak pada ciri-ciri fisiologisnya.

Ciri-ciri mahluk hidup yang membedakannya dari mahluk tak hidup adalah kemampuan dalam hal berkembang biak, menerima dan

memberi tanggapan terhadap rangsang, dapat tumbuh kembang, perlu makanan dan air, serta melakukan pernapasan.

Walaupun tumbuhan dan hewan sama-sama makhluk hidup, ada beberapa perbedaan mendasar dalam ciri-cirinya. Perbedaan itu dapat dilihat pada tabel berikut.

Tumbuhan	Hewan
1. Tidak memiliki alat pernapasan khusus	1. Umumnya memiliki alat pernapasan khusus
2. Mengambil dan mengeluarkan gas secara pasif	2. Mengambil dan mengeluarkan gas secara aktif
3. Reaksi terhadap rangsang lambat, terbatas, dan lebih pasif	3. Reaksi terhadap rangsang cepat, simultan, dan aktif
4. Umumnya menetap atau bergerak sebagian	4. Dapat berpindah tempat
5. Dapat menyusun makanan sendiri dari zat-zat di sekitarnya	5. Makan makhluk hidup lain
6. Makanan diambil dalam bentuk gas dan cair	6. Makanan diambil dalam bentuk padat dan cair
7. Tumbuh kembang berlangsung selama hidupnya, ada daerah tumbuh	7. Tumbuh kembang terjadi pada masa tertentu, serempak pada seluruh bagian tubuh
8. Bentuk tubuh menyebar dan bercabang, jumlah bagian tubuh tak tentu	8. Bentuk tubuh tertentu, jumlah bagian tubuh tertentu
9. Pembuahan terjadi di dalam alat perkembangbiakan	9. Pembuahan dapat terjadi di dalam tubuh atau di luar tubuh
10. Umumnya jumlah anak banyak, tidak dipelihara, dan dilindungi	10. Umumnya jumlah anak terbatas, dipelihara, dan dilindungi

Ciri-ciri makhluk hidup diajarkan bukan dengan jalan dihafal, tetapi dengan menggali pengalaman konkret atau pengalaman sehari-hari kita atau siswa, bahkan melakukan kegiatan bersama untuk lebih mendalami ciri-ciri yang ditunjukkan. Pendekatan pemecahan masalah merupakan cara belajar yang dapat mengaktifkan siswa secara fisik, mental, dan sosial. Aktif secara mental dimaksudkan dengan berpikir (merencanakan penelitian, dan meramalkan). Melaporkan hasil pengamatan merupakan keterampilan yang aktif secara sosial. Aktif fisik tampak dari aktivitas mengukur, mengamati, dan mencatat.

TES FORMATIF 2

---

Untuk soal nomor 1-5, pilihlah:

- A. jika jawaban (1) dan (2) benar
  - B. jika jawaban (1) dan (3) benar
  - C. jika jawaban (2) dan (4) benar
  - D. jika jawaban (1), (2), dan (3) benar
- 
- 1) Makhluk hidup dapat dibedakan dari makhluk tak hidup karena makhluk hidup ....
    - (1) menempati ruang
    - (2) memiliki keturunan
    - (3) memberikan tanggapan terhadap rangsang
  - 2) Ciri-ciri makhluk tak hidup yang juga dimiliki makhluk hidup adalah ....
    - (1) memiliki bobot
    - (2) menempati ruang
    - (3) menekan ke semua arah
  - 3) Pernyataan yang benar mengenai iritabilitas yang ditunjukkan oleh tumbuhan adalah ....
    - (1) terjadi secara spontan
    - (2) berlangsung dalam waktu yang cukup lama
    - (3) tergantung dari jenis tumbuhannya
  - 4) Pernyataan di bawah ini merupakan ciri-ciri umum dari hewan, yaitu ....
    - (1) tumbuh kembang berlangsung selama hidupnya
    - (2) tidak dapat membuat makanan sendiri
    - (3) bentuk dan jumlah bagian tubuh tertentu
  - 5) Gerak hewan berbeda dari gerak tumbuhan karena ....
    - (1) gerak hewan selalu tampak
    - (2) hewan bergerak secara simultan
    - (3) hewan dapat bergerak bebas

**Untuk soal nomor 6-10, pilihlah salah satu jawaban yang benar!**

- 6) Berikut adalah tujuan yang benar dari hewan dan tumbuhan dalam melakukan perkembangbiakan, *kecuali* ....

- A. melestarikan individu
  - B. melestarikan jenis
  - C. memperbanyak anggota jenis
  - D. menambah ukuran individu
- 7) Tumbuhan dan hewan mengalami proses tumbuh. Pada proses tersebut, terjadi hal-hal berikut, *kecuali* ....
- A. penambahan besar volume
  - B. proses pematangan
  - C. proses pembentukan jaringan baru
  - D. penambahan jumlah sel
- 8) Ciri-ciri yang dimiliki oleh tumbuhan pada umumnya adalah ....
- A. jumlah bagian-bagian tubuh tidak tertentu
  - B. reaksi terhadap rangsang cepat, simultan, dan aktif
  - C. bentuk tubuh tertentu dan jumlah bagian tubuh tertentu
  - D. makanan diambil dalam bentuk padat dan cair
- 9) Secara umum, perbedaan hewan dan tumbuhan dalam melakukan pernapasan adalah ....
- A. hewan perlu alat khusus untuk bernapas, sedangkan tumbuhan melalui seluruh tubuh
  - B. hewan memerlukan oksigen untuk bernapas, sedangkan tumbuhan tidak
  - C. dalam bernapas hewan menyebabkan proses oksidasi, sedangkan tumbuhan reduksi
  - D. dalam bernapas hewan menghasilkan karbondioksida, sedangkan tumbuhan oksigen
- 10) Perbedaan perkembangbiakan pada hewan dan tumbuhan adalah ....
- A. hewan berkembang biak secara seksual, sedangkan tumbuhan secara asexual
  - B. umumnya hewan mempunyai alat perkembangbiakan khusus, sedangkan tumbuhan hanya berupa biji
  - C. pembuahan pada hewan dapat terjadi di dalam tubuh atau di luar tubuh, sedangkan pembuahan pada tumbuhan terjadi di dalam alat perkembangbiakan
  - D. umumnya jumlah anak pada hewan tidak terbatas, sedangkan pada tumbuhan terbatas

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 3. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

## KEGIATAN BELAJAR 3

# Organisasi Kehidupan

Makhluk hidup dibentuk oleh sel, yaitu ada yang dibangun oleh satu sel atau uniseluler, misalnya bakteri atau dapat berupa kumpulan sel atau multiseluler, misalnya manusia, hewan, dan tumbuhan.

Dalam sel berlangsung semua kegiatan kehidupan, seperti respirasi, ekskresi, transportasi, dan sintesis. Pendek kata, sel merupakan unit terkecil yang menyusun tubuh makhluk hidup dan merupakan tempat terselenggaranya fungsi kehidupan.

### A. SEL

Sel merupakan unit struktural dan fungsional terkecil pada makhluk hidup. Sel sebagai unit struktural terkecil bermakna bahwa sel merupakan penyusun yang mendasar bagi tubuh makhluk hidup. Setiap sel tersusun dari berbagai bagian, yaitu membran plasma, inti sel, sitoplasma, dan organel sel. Pada makhluk hidup, multiseluler sel-sel yang serupa berkumpul bersama dan menjalankan satu fungsi yang sama membentuk jaringan. Jaringan-jaringan yang berbeda menyusun suatu organ yang memiliki fungsi tertentu. Organ-organ yang berbeda bekerja bersama-sama membentuk suatu sistem organ. Setiap sistem organ secara bersama-sama membentuk suatu organisme.

#### 1. Bentuk Sel

Bentuk sel sangat bervariasi, ada yang seperti kotak, bulat, bahkan ada yang bentuknya tidak beraturan. Seperti bentuk sel saraf memanjang dengan ukuran ada yang mencapai panjang tubuh dan dengan diameter hanya beberapa mikrometer. Sel saraf berfungsi mengantarkan impuls. Sel darah merah berbentuk bulat pipih dan berfungsi mengangkut oksigen ke seluruh tubuh.

#### 2. Struktur Sel

Sel yang memiliki membran pelindung material inti disebut sebagai sel eukariot, misalnya sel hewan dan sel tumbuhan. Sel yang tidak memiliki membran inti dinamakan sel prokariot, misalnya bakteri dan alga biru.

a. *Dinding sel*

Dinding sel merupakan struktur yang kuat tersusun dari bahan selulosa yang terdapat di sebelah luar membran sel. Dinding sel berfungsi memberi kekuatan dan perlindungan sel dan hanya terdapat pada sel tumbuhan.

b. *Selaput sel*

Selaput sel merupakan bagian terluar dari sel tumbuhan dan sel hewan. Membran plasma terletak di sebelah luar sitoplasma. Membran plasma bersifat semipermeabel yang tersusun dari senyawa lemak dan protein. Fungsi selaput sel mengatur transportasi zat antarsel. Pada sel tumbuhan, membran plasma dilindungi oleh dinding sel yang tersusun dari selulosa.

c. *Sitoplasma*

Sitoplasma adalah bagian sel berupa cairan kental yang terletak di antara selaput sel (membran plasma) dan inti sel (nukleus). Di dalamnya, terlarut bermacam-macam zat organik, seperti protein, lemak, dan karbohidrat. Di dalam sitoplasma, terdapat bagian-bagian yang disebut organel, seperti mitokondria, lisosom, ribosom, retikulum endoplasma, badan golgi, sentrosom, dan vakuola.

Tabel 1.4  
Bentuk dan Fungsi Organel dalam Sel

No	Organel	Bentuk	Fungsi
1	Retikulum endoplasma	Lipatan membran yang terbentang dari inti ke membran sel	Pembuatan (sintesis) protein
2	Ribosom	Butiran yang melekat pada retikulum endoplasma dan sitoplasma	Sebagai tempat proses pembuatan protein
3	Badan golgi	Seperti kantong yang dibungkus membran	Sekresi partikel atau zat-zat sisa
4	Mitokondria	Batang atau bulat lonjong	Respirasi sel
5	Lisosom	Bulat lonjong	Sebagai organel pencernaan intrasel
6	Vakuola	Berbentuk bintik terang, seperti gelembung udara	Penyimpanan sampah sel dan bahan-bahan yang tidak langsung dipakai
7	Plastidaa	Bulat lonjong	Pembentuk dan penyimpanan substansi untuk proses metabolisme

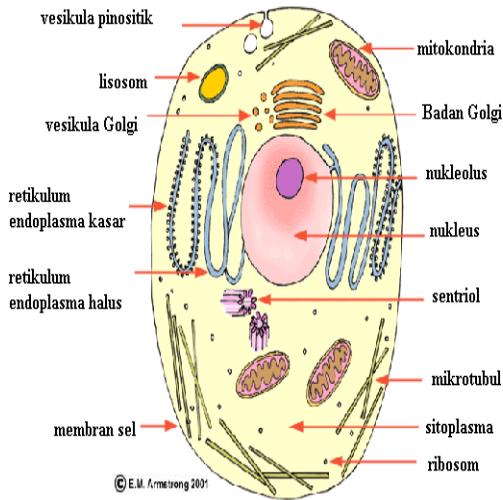
Tidak semua organel di dalam sel tumbuh terdapat dalam sel hewan, demikian pula sebaliknya. Contohnya adalah plastida dan sentrosom. Plastida merupakan organel yang hanya dimiliki oleh sel tumbuhan, sedangkan sentrosom merupakan organel yang hanya dimiliki oleh hewan.

*d. Inti sel*

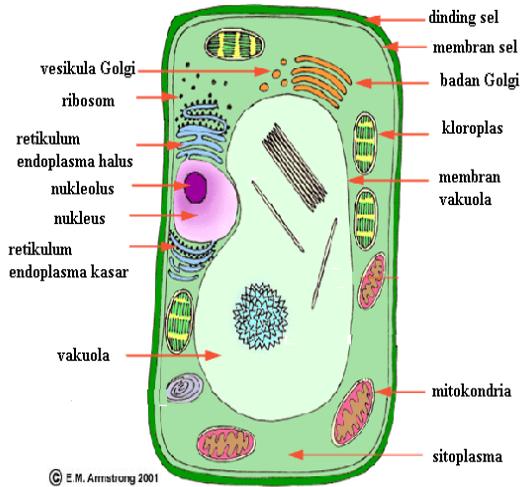
Inti sel merupakan bagian sel yang berukuran relatif besar dan berbentuk bulat atau bulat telur. Bentuk inti sel pada sel darah putih tidak teratur. Inti sel merupakan pusat pengendali kegiatan sel dan juga penentu penurunan sifat pada keturunannya. Inti sel terdiri atas anak inti (nukleolus), cairan inti (nukleoplasma), dan selaput inti. Pada kromosom, terdapat asam nukleat jenis DNA (*deoxyribonucleic acid*) yang mengandung gen sebagai pembawa sifat menurun sehingga menentukan sifat suatu makhluk hidup. Anak inti kaya dengan asam nukleat jenis RNA (*ribonucleic acid*). Pada cairan inti terlarut bermacam-macam zat dan kromosom. Struktur selaput inti sama dengan selaput sel. Sel tumbuhan berbeda dengan sel hewan, baik bentuk maupun susunannya (perhatikan Tabel 1.5 dan Gambar 1.13).

Tabel 1.5  
Perbedaan Sel Tumbuhan dan Sel Hewan

No	Sel Hewan	Sel Tumbuhan
1	Tidak mempunyai dinding sel, hanya selaput sel (membran plasma)	Memiliki dinding sel dari selulosa
2	Tidak mempunyai kloroplas	Memiliki kloroplas
3	Ukuran vakuola kecil	Ukuran vakuola besar
4	Batas sel tipis (membran plasma)	Batas sel tebal (dinding sel)
5	Bentuk tidak tetap	Bentuk tetap



### Sel Hewan



### Sel Tumbuhan

Gambar 1.13  
Sel Penyusun Tubuh Organisme (Pamungkas, 2011)

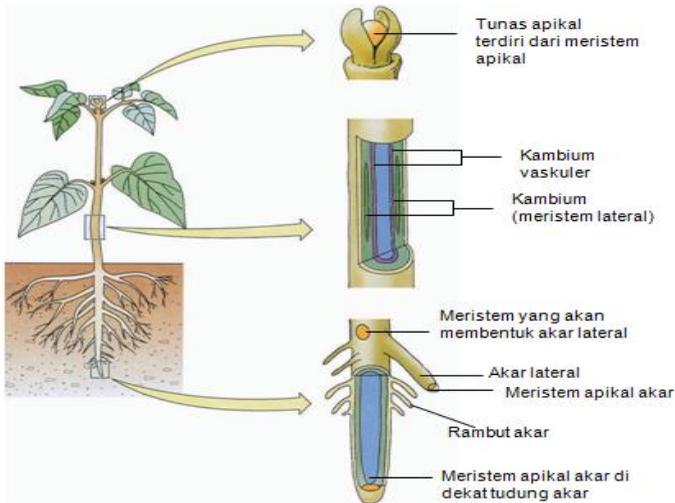
## **B. JARINGAN**

Jaringan adalah sekumpulan sel yang memiliki bentuk dan fungsi yang sama. Jaringan yang berbeda dapat bekerja sama untuk suatu fungsi fisiologi yang sama membentuk organ

### **1. Jaringan Tumbuhan**

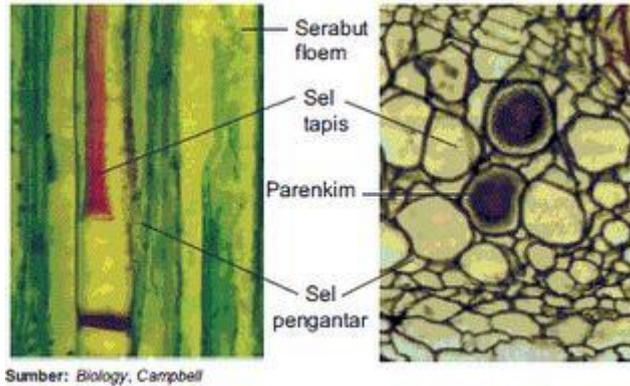
Jaringan pada tumbuhan relatif lebih homogen daripada jaringan hewan. Tumbuhan tidak memiliki kemampuan berpindah/bergerak secara aktif sebagaimana hewan. Meskipun demikian, banyak sel baru terbentuk untuk berbagai jaringan sebagai kompensasi banyaknya sel yang mati yang menjadi pasif karena berperan sebagai sel-sel penyimpan cadangan energi (misalnya pada buah atau umbi) dan untuk mengisi jaringan baru karena tumbuhan selalu bertambah massanya, khususnya bagi tumbuhan tahunan. Pada tumbuhan, terdapat banyak jenis jaringan, antara lain jaringan meristem, jaringan dasar (parenkim), jaringan pelindung, jaringan penguat, jaringan pengangkut, dan jaringan sekretori

- a. Jaringan meristem adalah jaringan yang sel-selnya tetap bersifat embrionik, artinya mampu terus-menerus membelah diri tak terbatas untuk menambah jumlah sel tubuh. Sel-sel hasil pembelahan jaringan ini akan mengalami pendewasaan dan diferensiasi membentuk berbagai jaringan lain yang mempunyai fungsi tertentu. Ciri-ciri dari jaringan meristem adalah memiliki dinding sel yang tipis, bentuk selnya isodiametris, kaya akan protoplasma, tidak mengandung makanan cadangan, dan vakuolanya kecil-kecil. Jaringan meristem hanya terdapat pada bagian-bagian tertentu saja dari tubuh tumbuhan, antara lain terdapat pada ujung atau pucuk batang pokok, cabang batang, ujung akar, dan kambium. Untuk lebih memahaminya, silakan Anda cermati Gambar 1.14 berikut.



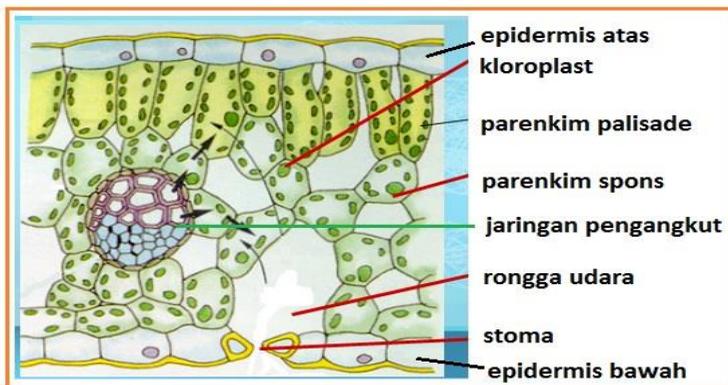
Gambar 1.14  
Jaringan Meristem (Pamungkas, 2011)

- b. Jaringan dasar (parenkim) dinamakan jaringan dasar karena terbentuk dari meristem dasar. Jaringan parenkim tersusun dari sel-sel hidup yang bentuknya bermacam-macam sesuai dengan fungsinya. Jaringan parenkim pada daun banyak mengandung kloroplas, sedangkan pada batang dan akar, jaringan parenkimnya terdapat di antara jaringan-jaringan lain. Pada batang dan akar sering kali jaringan parenkim berfungsi sebagai pengisi dan penyimpanan cadangan makanan, seperti pada tebu, ketela pohon, dan kentang. Cukup jelas? Untuk lebih jelasnya, perhatikan Gambar 1.15 berikut.



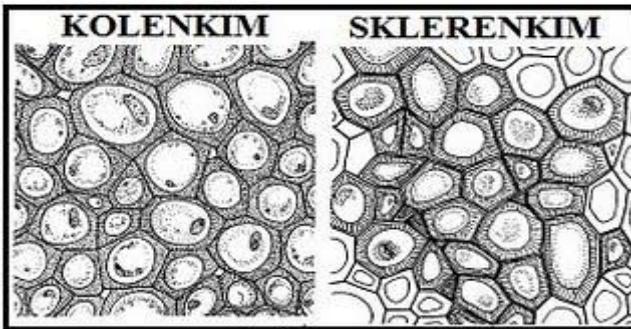
Gambar 1.15 Jaringan Parenkim (Pamungkas, 2011)

- c. Jaringan pelindung adalah sel-sel pada jaringan pelindung dijumpai pada permukaan akar, batang, dan daun. Sel-selnya pipih dengan permukaan atas dan bawahnya sejajar, tetapi sisiknya dapat tersusun tidak beraturan. Jaringan pelindung berfungsi melindungi permukaan tumbuhan. Contohnya adalah epidermis dan endodermis. Cukup abstrak, bukan? Ya, untuk lebih jelasnya, coba Anda perhatikan Gambar 1.16 berikut.



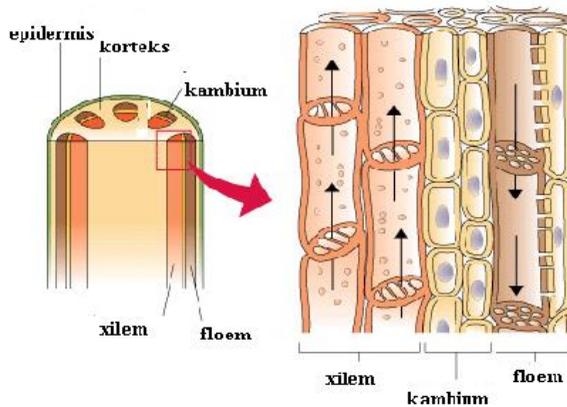
Gambar 1.16 Jaringan Pelindung (Chriezna, 2011)

- d. Jaringan penguat merupakan jaringan yang berfungsi untuk menyokong dan mengokohkan tumbuhan. Jaringan penguat terdiri atas kolenkim dan sklerenkim. Kolenkim tersusun dari sel-sel berdinding tebal yang secara khusus dikembangkan di sudut-sudut sel (Gambar 1.7). Pada umumnya, jaringan kolenkim dijumpai pada tumbuhan yang tumbuh dengan cepatnya dan perlu diperkuat, misalnya tangkai daun. Sklerenkim sebagai jaringan penguat atau kadang-kadang sebagai pelindung, sel-selnya mengalami penebalan dengan lignin atau senyawa lain dan menunjukkan sifat elastik. Sklerenkim terdapat pada batang dan juga bergabung dengan tulang daun serta pada kulit luar biji dan buah keras.



Gambar 1.17  
Jaringan Penguat (Chriezna, 2011)

- e. Jaringan pengangkut, yaitu pada tumbuhan terdiri atas pembuluh kayu (xilem) dan pembuluh tapis (floem). Xilem berfungsi mengangkut air dan mineral dari akar ke daun. Sementara itu, floem berfungsi mengangkut hasil fotosintesis dari daun ke seluruh bagian tubuh tumbuhan. Jaringan xilem dan floem terdapat pada akar, batang, dan daun. Untuk lebih memahaminya, perhatikan Gambar 1.18 berikut.



Gambar 1.18  
Jaringan Pengangkut (Chriezna, 2011)

- f. Jaringan sekretori adalah jaringan tumbuhan yang berfungsi sebagai tempat pengeluaran senyawa-senyawa dari dalam tubuh tumbuhan. Jaringan sekretori dibagi menjadi tiga kelompok atas dasar jenis zat yang dikeluarkannya, yaitu jaringan rekresi, jaringan ekskresi, dan jaringan sekresi.
- 1) Jaringan rekresi: jaringan tersebut terdapat pada hidatoda yang berfungsi mengeluarkan air dari ujung daun. Proses itu disebut gutasi. Di ujung daun terdapat parenkim berdinding tipis tanpa kloroplas yang ruang antarselnya dapat dilalui air.
  - 2) Jaringan ekskresi: jaringan tersebut terdapat di permukaan tubuh tumbuhan, misalnya pada epidermis dan kelenjar madu. Jaringan tersebut mengeluarkan hasil akhir dari proses metabolisme.
  - 3) Jaringan sekresi: jaringan tersebut mengeluarkan zat yang masih ikut berperan dalam proses metabolisme.

Tabel 1.6  
Macam-Macam Jaringan Permanen pada Tumbuhan

Jaringan epidermis	Jaringan parenkim	Jaringan penyokong	Jaringan pengangkut	Jaringan gabus
Stomata	Parenkim asimilasi	Kolenkim	Xilem	Feloderm
Trikoma	Parenkim penimbun	Sklerenkim	Floem	Felem
Duri	Parenkim air			
Velamen	Parenkim pengangkut			
Sel kipas	Parenkim penutup luka			
Sel kersik	Aerenkim			

## 2. Jaringan Hewan dan Manusia

Seperti pada tumbuhan tingkat tinggi, manusia dan hewan tingkat tinggi (vertebrata) tersusun dari berbagai macam jaringan, antara lain jaringan epitel, jaringan penyokong, jaringan otot, dan jaringan saraf.

a. Jaringan epitel adalah jaringan yang menutupi dan membatasi permukaan di luar atau di dalam tubuh. Jaringan epitel berfungsi sebagai pelindung tubuh. Selain itu, fungsinya adalah mengangkut zat-zat masuk dan keluar jaringan atau rongga yang dipisahkannya. Contohnya adalah jaringan epitel pada saluran pencernaan yang berfungsi mengeluarkan enzim dan juga menyerap produk akhir pencernaan makanan.

Ditinjau dari letak dan posisinya di dalam tubuh, jaringan epitel dikelompokkan menjadi tiga macam:

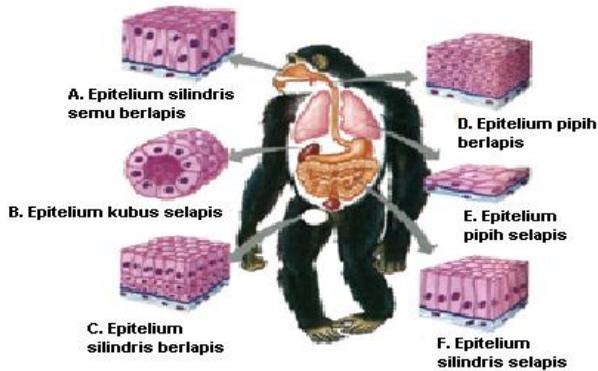
- 1) eksotelium: epitel yang membungkus bagian luar tubuh,
- 2) endothelium: epitel yang melapisi organ dalam tubuh,
- 3) mesotelium: epitel yang membatasi organ tubuh.

Kalau ditinjau berdasarkan struktur sel penyusunnya, jaringan epitel dibagi menjadi beberapa golongan seperti Tabel 1.7 berikut.

Tabel 1.7  
Macam-macam Jaringan Epitel Berdasarkan Struktur Sel Penyusunnya

Bentuk	Letak	Fungsi
Epitel pipih selapis	Pembuluh darah, pleura, alveolus, kapsul glomerulus	Difusi, osmosis, filtrasi
Epitel pipih berlapis	Epidermis, rongga mulut, rongga hidung, vagina, telapak kaki	Proteksi
Epitel silindris berlapis	Kelenjar pencernaan, jonjot usus, kantung empedu, lambung, tempat sekresi enzim	Sekresi, proteksi
Epitel silindris berlapis banyak bersilia	Laring, faring, trakea	Sekresi, pergerakan, proteksi
Epitel kubus selapis	Permukaan ovarium, lensa mata, tubulus ginjal, kelenjar tiroid	Sekresi dan perlindungan
Epitel kubus berlapis banyak	Testis, saluran kelenjar minyak, kelenjar keringat, kelenjar ludah	Sekresi dan absorpsi
Epitel transisional	Ureter, uretra, kantung kemih	Peregangan
Epitel kelenjar	Kelenjar endokrin dan eksokrin	Sintesis, penyimpanan dan sekresi

Untuk lebih memahaminya, perhatikan Gambar 1.19 berikut.



Gambar 1.19  
Jaringan Epitel (Sulfitri, 2012)

Fungsi jaringan epitel sebagai berikut.

- 1) Absorpsi, misalnya pada usus yang menyerap sari-sari makanan.
  - 2) Sekresi, contohnya testis yang menyekresikan sperma.
  - 3) Ekskresi: kulit yang mengeluarkan keringat.
  - 4) Transportasi: mengatur tekanan osmosis dalam tubuh.
  - 5) Proteksi: kulit melindungi jaringan tubuh di bawahnya.
  - 6) Penerima rangsang: kulit yang menanggapi rangsang dari luar.
  - 7) Pernapasan: kulit katak berfungsi sebagai alat pernafasan.
  - 8) Alat gerak: selaput kaki pada kulit katak membantu dalam pergerakan.
  - 9) Mengatur suhu tubuh: kulit mengatur suhu tubuh dengan mengeluarkan keringat jika tubuh kepanasan.
- b. Jaringan penyokong adalah jaringan yang terdiri atas jaringan tulang rawan dan jaringan tulang yang berfungsi untuk memberikan bentuk tubuh, melindungi tubuh, dan menguatkan bentuk tubuh. Contoh jaringan penyokong adalah jaringan ikat, jaringan darah, jaringan tulang rawan, jaringan tulang keras, dan jaringan lemak (adipose).
- 1) Jaringan ikat berfungsi mengikat atau menghubungkan antara macam-macam jaringan lainnya. Contoh jaringan ikat adalah tendon dan ligamen. Tendon mengikat atau menghubungkan jaringan otot dengan jaringan tulang. Adapun ligamen mengikat antara tulang yang satu dan tulang yang lain.
  - 2) Jaringan darah secara fungsional merupakan jaringan ikat dalam arti menghubungkan satu sama lain seluruh bagian-bagian dalam tubuh sehingga merupakan bagian yang saling berhubungan. Jaringan darah tersusun dari sel darah dan cairan plasma (plasma darah).
  - 3) Jaringan tulang rawan ataupun tulang keras berfungsi untuk menguatkan tubuh dan melindungi bagian-bagian tubuh yang lemah. Jaringan tulang rawan bersifat lentur atau elastik. Contoh pada orang dewasa yang tersusun dari jaringan tulang rawan adalah daun telinga, cuping hidung, dan ujung tulang pipa. Jaringan tulang keras karena mengandung matriks yang bersenyawa dengan kalsium karbonat dan fosfat, contohnya tulang badan.
  - 4) Jaringan lemak terdiri atas sel-sel yang penuh dengan minyak, contohnya di bawah kulit dan pada bantalan bola mata.
- c. Jaringan otot merupakan jaringan yang menunjukkan kerja mekanis dengan jalan berkontraksi. Fungsi jaringan otot adalah sebagai alat gerak

aktif. Pada manusia ada tiga macam jaringan otot dan pasti Anda sudah mengenalnya, bukan? Ya, ketiga macam otot tersebut sebagai berikut.

- 1) Otot polos yang dapat ditemukan pada organ tubuh bagian dalam.
- 2) Otot jantung yang dapat ditemukan pada jantung.
- 3) Otot lurik yang dapat ditemukan pada rangka tubuh.

Untuk lebih memahami struktur dari ketiga macam otot tersebut, silakan Anda cermati Gambar 1.20 berikut.



Gambar 1.20 Jaringan Otot (Sentra Edukasi, 2011)

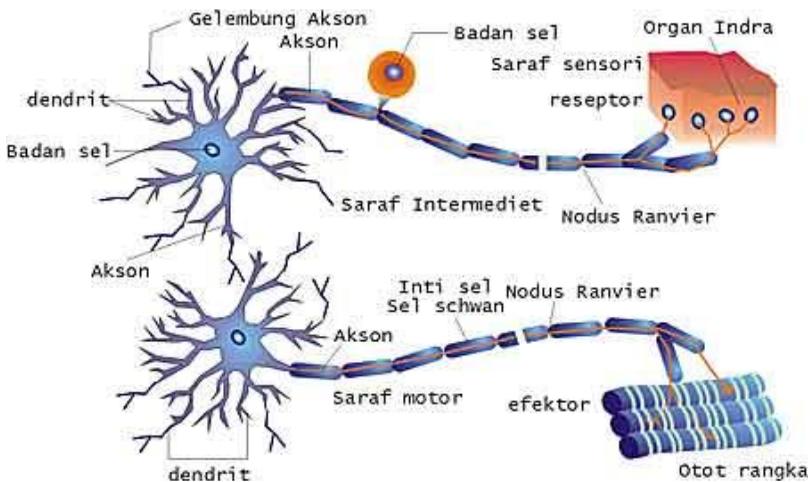
Adakah perbedaan dari ketiga macam otot polos tersebut? Tentu ada, bukan? Untuk lebih jelasnya, silakan Anda cermati Tabel 1.8 berikut.

Tabel 1.8 Perbedaan Ketiga Jenis Otot

	Otot polos	Otot jantung	Otot lurik
Bentuk	Polos, berinti satu di tengah	Sel otot bercabang, saling berhubungan satu dengan lainnya, inti satu di tengah	Ukuran sel panjang, banyak inti sel di tepi
Serabut ototnya	Tidak beraturan, tidak berlurik	Beraturan, berlurik	Beraturan, berlurik
Gerakan	Lambat, mampu lama	Ritmis, terus-menerus, lama	Cepat, tidak beraturan, tidak mampu lama
Kerja saraf	Otonom	Otonom	Somatik
Kontraksi	Tak sadar	Tak sadar	Sadar
Terdapat	Lambung, uterus, kantung urine, pembuluh darah, rahim	Jantung	Tubuh, rangka, dan anggota gerak

- d. Jaringan saraf adalah jaringan yang berfungsi untuk mengatur aktivitas otot dan organ serta menerima dan meneruskan rangsangan. Jaringan saraf tersusun dari sel saraf (neuron). Setiap sel saraf terdiri atas badan sel yang berisi inti sel (nukleus) dan serabut saraf (dendrit). Serabut saraf

menghubungkan sel saraf yang satu dengan sel saraf lainnya. Jaringan saraf berfungsi untuk menerima dan menyalurkan rangsang. Sel saraf (neuron) adalah sel pembentuk dan pengantar informasi dari satu bagian organ ke organ lain melalui impuls saraf. Impuls saraf adalah sebuah perubahan kimia fisik di dalam plasma dan di luar selaput sel (membran plasma). Sudah paham? Ya, pasti sukar membayangkannya. Untuk itu, perhatikan gambar sel syaraf pada Gambar 1.21 berikut.



Gambar 1.21  
Jaringan Saraf (Sentra Edukasi, 2011)

## C. ORGAN

Organ dibangun oleh beberapa jaringan yang bersama-sama melakukan fungsi dan tugas tertentu. Organ-organ yang dimiliki tumbuhan berbeda dengan yang dimiliki hewan atau manusia.

### 1. Organ pada Tumbuhan

Organ tumbuhan, khususnya tumbuhan berbunga (*Angiospermae*), meliputi daun, batang, akar, dan bunga. Apakah pada tumbuhan selalu lengkap seperti itu? Tentu saja tidak, hal ini tergantung dari jenis atau kelompok tumbuhannya. Lumut daun, misalnya, tidak memiliki bunga dan akar sejati. Jamur lebih sederhana lagi: tidak ada daun, batang, apalagi bunga

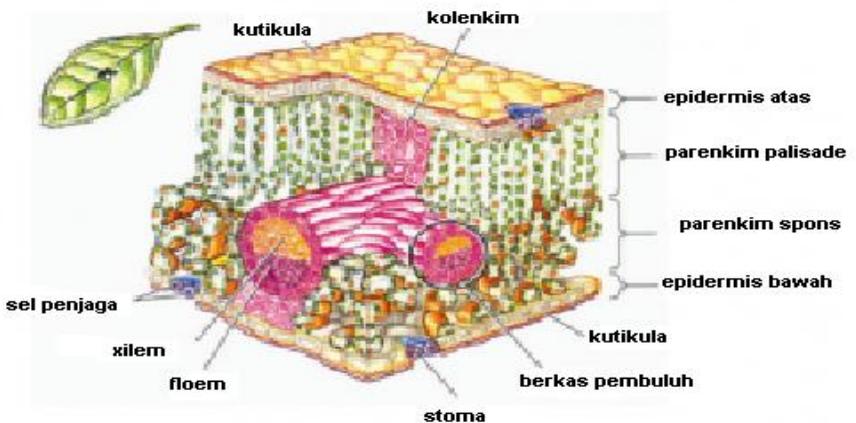
dan akar sejati. Dalam bahasan kali ini, kita akan membahas organ tumbuhan yang lengkap, yaitu pada tumbuhan *Angiospermae*.

### a. Daun

Daun terdiri atas jaringan yang mempunyai fungsi bersama melaksanakan proses fotosintesis dan penguapan. Jaringan tersebut meliputi jaringan epidermis atas, jaringan tiang, jaringan bunga karang, dan jaringan epidermis bawah. Di bagian epidermis bawah, terdapat banyak mulut daun (stomata) yang berfungsi untuk penguapan. Daun lengkap terdiri atas tangkai daun, pelepah daun, dan helaian daun. Jaringan penyusun daun terdiri atas:

- 1) epidermis berupa satu lapis sel dan dinding sel mengalami penebalan dari zat kutikula atau lignin. Terdapat stomata: terkadang ada trikoma dan sel kipas;
- 2) mesofil terdapat parenkim palisade (jaringan tiang) dan parenkim spons (jaringan bunga karang);
- 3) berkas pengangkut terdapat dalam tulang daun (xilem dan floem).

Makin sukar dipahami? Ya, tentu karena bahasan modul ini cukup padat. Karena itu, Anda diharapkan dapat menambah pustaka dengan mencari melalui *Google*. Namun, untuk lebih memahami uraian tentang daun, coba Anda kaji Gambar 1.22 berikut.



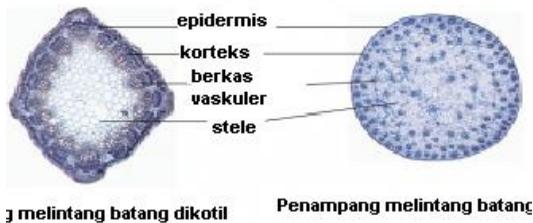
Gambar 1.22  
Daun (Erick, 2011)

### b. Batang

Berfungsi dalam pengangkutan air dan unsur hara dari akar, memperluas tajuk tumbuhan dalam efisiensi menangkap cahaya matahari, tempat tumbuh organ generatif, efisiensi penyerbukan dan pemancaran benih, serta tempat penyimpanan cadangan makanan. Jaringan penyusun batang terdiri atas:

- 1) epidermis tersusun oleh selapis sel, rapat, dinding luar terdapat kutikula, dan pada tumbuhan kayu yang tua terdapat kambium gabus;
- 2) korteks mengandung amilum dan tersusun oleh sel-sel parenkim, kolenkim, dan sklerenkima;
- 3) stele terdapat perisikel, sel parenkim, dan berkas pengangkut. Kambium hanya dimiliki oleh tumbuhan dikotil.

Untuk lebih memahami struktur batang tumbuhan, perhatikan Gambar 1.23 berikut.



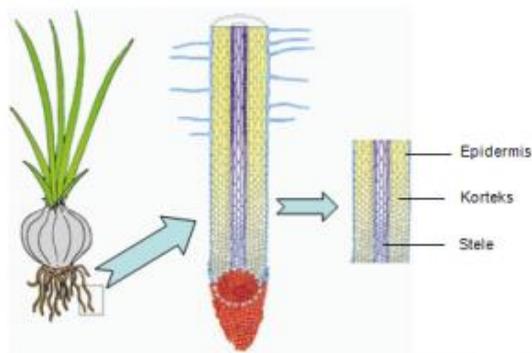
Gambar 1.23  
Batang (Erick, 2011)

### c. Akar

Secara umum, akar berfungsi untuk melekatnya tumbuhan pada media, menyerap air dan unsur hara, alat pernapasan, tempat menyimpan cadangan makanan, dan menompang tegaknya batang. Akar berkembang dari meristem apikal di ujung akar yang dilindungi tudung akar (kaliptra). Pembelahan meristem apikal membentuk zona pemanjangan sel, zona diferensiasi sel, dan zona pendewasaan sel. Urutan struktur jaringan akar pada tumbuhan (secara anatomi dari luar ke dalam) sebagai berikut.

- 1) Epidermis terdiri atas satu sel, tersusun rapat, dinding sel tipis, dan mempunyai rambut akar untuk memperluas bidang penyerapan.
- 2) Korteks tersusun berlapis-lapis, dinding tipis, dan memiliki banyak ruang antarsel. Lalu, terdapat parenkim, kolenkim, dan sklerenkima.

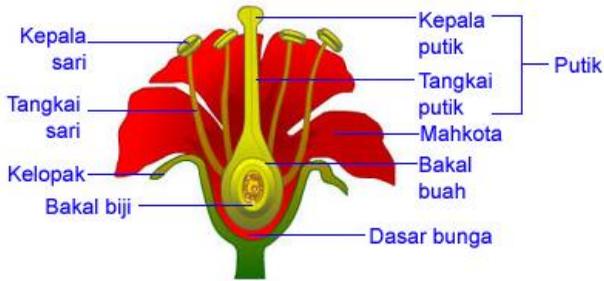
- 3) Endodermis berupa satu lapis sel, tersusun rapat, dan dinding sel mengalami penebalan gabus (yang dinamakan pita kaspari). Terdapat jaringan perisikel yang tersusun dari sel parenkim yang menebal yang berfungsi untuk membentuk akar samping dan berperan dalam pertumbuhan sekunder.
- 4) Stele/silinder pusat memiliki berkas pengangkut (perhatikan Gambar 1.24).



Gambar 1.24  
Akar (Sekolah Mandiri, 2012)

#### d. Bunga

Bagian-bagian bunga: kelopak (melindungi bagian bunga yang ada di dalam), mahkota (membungkus dan melindungi benang sari dan putik), benang sari (alat perkembangbiakan jantan), dan putik (alat perkembangan betina). Bunga berfungsi dalam menghasilkan alat perkembangbiakan. Bunga akan berkembang lebih lanjut membentuk buah dan biji. Benang sari terdiri atas kepala sari dan tangkai sari. Putik terdiri atas kepala sari dan tangkai sari. Untuk lebih jelasnya, coba Anda cermati Gambar 1.25 berikut.



Gambar 1.25  
Bunga (Sekolah Mandiri, 2012)

## 2. Organ pada Hewan

Organ pada hewan dan manusia juga tersusun dari jaringan yang berfungsi menunjang organ yang disunnya. Misalnya, usus untuk menyerap sari makanan, jantung untuk memompa darah, mata untuk melihat, dan paru-paru untuk bernafas. Ginjal merupakan organ yang berfungsi untuk mengeluarkan zat sisa. Organ utama yang berfungsi dalam sistem reproduksi adalah testis bagi hewan jantan dan ovarium bagi hewan betina.

## D. SISTEM ORGAN

Beberapa macam organ akan terangkai membentuk suatu sistem organ. Organ tubuh makhluk hidup tidak bekerja sendiri-sendiri, tetapi saling bergantung dan saling berpengaruh dengan organ lainnya. Sekelompok organ tubuh yang bekerja sama untuk melakukan fungsi tertentu disebut sistem organ. Mengingat terbatasnya waktu, dalam kesempatan ini hanya akan dibahas sistem organ pada hewan khususnya manusia. Untuk itu, silakan Anda kaji Tabel 1.9 berikut.

Tabel 1.9  
Berbagai Organ pada Manusia dan Fungsinya

No.	Sistem	Organ penyusun	Fungsi
1	Pencernaan	Mulut, lambung, usus halus, usus besar, dan anus	Mencerna makanan agar dapat diserap usus halus
2	Pernafasan	Hidung, tenggorokan, dan paru-paru	Memasukkan oksigen ke tubuh serta mengeluarkan CO <sub>2</sub> dan uap air

No.	Sistem	Organ penyusun	Fungsi
3	Peredaran darah	Jantung, pembuluh balik, pembuluh nadi, dan pembuluh limfa	Mengangkut sari makanan dan CO <sub>2</sub>
4	Pengeluaran (ekskresi)	Ginjal, hati, kulit, dan paru-paru	Mengeluarkan zat sisa
5	Sistem gerak	Rangka	Alat gerak pasif
		Otot	Alat gerak aktif
6	Reproduksi	Testis, ovarium, dan saluran kelamin	Berkembang biak
7	Saraf	Otak, sumsum tulang belakang, dan serabut saraf	Mengkoordinasi gerak dan tanggapan terhadap rangsang
8	Hormon	Kelenjar penghasil hormon	Mengatur fungsi organ

## E. ORGANISME

Beberapa sistem organ bersama-sama membentuk suatu makhluk hidup (organisme), misalnya tumbuhan atau hewan. Pada tubuh makhluk hidup bersel banyak, terdapat beberapa macam sistem organ.

Suatu gambaran yang menunjukkan kerja sama antarsistem organ yang terorganisasi, misalnya untuk pertumbuhan tulang diperlukan zat-zat tertentu yang diperoleh dari kerja sistem pencernaan. Zat yang diperlukan diangkut oleh peredaran darah ke tempat-tempat yang memerlukan. Sisa senyawa yang tidak diperlukan oleh tubuh dikeluarkan oleh tubuh melalui sistem pengeluaran karena dapat bersifat racun. Agar kegiatan masing-masing sistem berlangsung secara harmonis, sistem koordinasilah yang bekerja. Jadi, jika ada satu sistem terganggu kegiatannya, hal itu akan menyebabkan terpengaruhnya kerja sistem yang lain. Misalnya, sistem pencernaan terganggu akan menyebabkan terganggunya sistem peredaran darah sehingga zat yang diedarkan berkurang. Akibatnya, aktivitas sistem otot berkurang dan badan terasa lemah. Jika gangguan tersebut amat parah, dapat pula menyebabkan kematian.



## LATIHAN

---

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Struktur sel, secara garis besar, tersusun atas tiga komponen utama. Jika Anda belum dapat menjawabnya, coba Anda kaji kembali tentang struktur sel. Dengan demikian, kami yakin Anda dapat menjawab pertanyaan tersebut dengan mudah dan benar.
- 2) Jika Anda masih kesulitan dalam menjawabnya, silakan Anda kaji kembali materi tentang struktur sel. Komponen sel mana yang mengode pembentukan protein pembentuk enzim, hormon, fenotip, dan sebagainya? Kami yakin Anda dengan mudah dapat menjawabnya.
- 3) Jaringan adalah sekumpulan sel yang memiliki bentuk dan fungsi yang sama. Untuk lebih jelasnya, baca kembali tentang jaringan.
- 4) Organ dibangun oleh beberapa jaringan yang bersama-sama melakukan fungsi dan tugas tertentu. Tumbuhan organ meliputi daun, batang, akar, dan bunga. Untuk lebih jelasnya, silakan baca tentang organ pada tumbuhan.
- 5) Organisme merupakan kumpulan dari sistem organ. Untuk lebih jelasnya, silakan baca kembali tentang organisme.



## RANGKUMAN

---

Sel merupakan unit struktural dan fungsional terkecil pada makhluk hidup. Setiap sel tersusun dari berbagai bagian, yaitu membran plasma, inti sel, sitoplasma, dan organel sel. Yang termasuk organel sel adalah retikulum endoplasma, ribosom, badan golgi, mitokondria, lisosom, vakuola, dan plastida. Tidak semua organel di dalam sel tumbuh terdapat di dalam sel hewan, demikian pula sebaliknya. Contohnya adalah plastida dan sentrosom. Plastida merupakan organel yang hanya dimiliki oleh sel tumbuhan, sedangkan sentrosom merupakan organel yang hanya dimiliki oleh hewan.

Jaringan adalah sekumpulan sel yang memiliki bentuk dan fungsi yang sama. Jaringan yang berbeda dapat bekerja sama untuk suatu fungsi fisiologi yang sama membentuk organ. Jaringan pada tumbuhan relatif lebih homogen daripada jaringan hewan. Pada tumbuhan, terdapat

banyak jenis jaringan, antara lain jaringan meristem, jaringan dasar (parenkim), jaringan pelindung, jaringan penguat, jaringan pengangkut, dan jaringan sekretori. Seperti pada tumbuhan tingkat tinggi, manusia dan hewan tingkat tinggi (vertebrata) tersusun dari berbagai macam jaringan, antara lain jaringan epitel, jaringan penyokong, jaringan otot, dan jaringan saraf.

Organ dibangun oleh beberapa jaringan yang bersama-sama melakukan fungsi dan tugas tertentu. Organ-organ yang dimiliki tumbuhan berbeda dengan yang dimiliki hewan atau manusia. Organ pada tumbuhan meliputi daun, batang, akar, dan bunga. Organ pada hewan dan manusia juga tersusun dari jaringan yang berfungsi menunjang organ yang disusunnya.

Beberapa macam organ akan terangkai membentuk suatu sistem organ. Organ tubuh makhluk hidup tidak bekerja sendiri-sendiri, tetapi saling bergantung dan saling berpengaruh dengan organ lainnya. Sekelompok organ tubuh yang bekerja sama untuk melakukan fungsi tertentu disebut sistem organ. Yang termasuk sistem organ antara lain sistem pencernaan, pernapasan, peredaran darah, pengeluaran/ekskresi, rangka, otot, reproduksi, saraf, dan hormon.



### TES FORMATIF 3

---

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Organel yang berfungsi sebagai tempat pembuatan protein adalah ....
  - A. retikulum endoplasma
  - B. mitokondria
  - C. ribosom
  - D. lisosom
  
- 2) Ciri dari serabut otot polos adalah ....
  - A. tidak beraturan, tidak berlurik
  - B. tidak beraturan, berlurik
  - C. beraturan, tidak berlurik
  - D. beraturan, berlurik
  
- 3) Jaringan meristem pada tumbuhan terdapat pada bagian ....
  - A. daun
  - B. batang
  - C. akar
  - D. kambium

- 4) Jenis epitel yang terdapat pada lensa mata adalah ....
  - A. epitel pipih berlapis
  - B. epitel silindris berlapis
  - C. epitel kubus selapis
  - D. epitel pipih selapis
  
- 5) Fungsi dari jaringan tulang rawan adalah ....
  - A. menguatkan tubuh dan melindungi bagian-bagian tubuh yang lemah
  - B. mengikat atau menghubungkan antara macam-macam jaringan lain
  - C. menutupi dan membatasi permukaan di luar atau di dalam tubuh
  - D. sebagai pengisi dan penyimpanan cadangan makanan
  
- 6) Otak, sumsum tulang belakang, serabut saraf, dan alat indra adalah organ penyusun dari sistem ....
  - A. otot
  - B. saraf
  - C. pengeluaran
  - D. pernapasan
  
- 7) Stomata (mulut daun) yang berfungsi dalam penguapan terdapat pada jaringan ....
  - A. epidermis atas
  - B. bunga karang
  - C. epidermis bawah
  - D. tiang
  
- 8) Sel-sel parenkim, kolenkim, dan sklerenkim pada batang menyusun jaringan ....
  - A. epidermis
  - B. endodermis
  - C. korteks
  - D. stele
  
- 9) Pita kaspari merupakan penebalan sel yang terdapat pada akar di bagian jaringan ....
  - A. epidermis
  - B. korteks
  - C. stele
  - D. endodermis

- 10) Mengatur aktivitas otot dan organ serta menerima dan meneruskan rangsangan merupakan fungsi dari jaringan ....
- A. saraf
  - B. otot
  - C. penyokong
  - D. epitel

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 3 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 3.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali  
80 - 89% = baik  
70 - 79% = cukup  
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 3, terutama bagian yang belum dikuasai.

## Kunci Jawaban Tes Formatif

### *Tes Formatif 1*

- 1) A. Jawaban (3) salah karena Louis Pasteur bukan ilmuwan pertama yang menentang teori abiogenesis, ada Francesco Redi dan Lazaro Spallanzani yang merupakan dua ilmuwan yang lebih dahulu menentang teori abiogenesis.
- 2) A. Jawaban (3) salah karena pernyataan tersebut justru mendukung teori biogenesis.
- 3) D. Semua pernyataan tersebut benar dan sudah jelas.
- 4) D. Ketiga ahli tersebut berusaha membuktikan bahwa makhluk hidup tidak timbul begitu saja dari makhluk tak hidup, seperti yang dianut oleh para pendukung teori abiogenesis.
- 5) A. Pernyataan (1) dan (2) benar karena pernyataan tersebut sejalan dengan teori abiogenesis, sedangkan Antonie van Leuwenhoek dan Oparin serta Haldane merupakan para pendukung teori abiogenesis dan neoabiogenesis. Jadi, pernyataan (3) salah.
- 6) C. Jawaban (1) salah karena teori evolusi kimia secara tidak langsung mendukung teori *generatio spontanea*.
- 7) A. Jawaban (3) salah karena pernyataan tersebut merupakan inti dari teori panspermia, bukan teori evolusi kimia.
- 8) D. Semua jawaban tersebut benar dan sudah jelas. Lihat kembali uraian tentang teori panspermia.
- 9) D. Semua teori tersebut bertentangan dengan teori penciptaan. Abiogenesis dan neoabiogenesis berpendapat bahwa makhluk hidup berasal dari makhluk tak hidup, sedangkan teori biogenesis percaya bahwa makhluk hidup berasal dari makhluk hidup sebelumnya. Lalu, dari mana asal makhluk hidup? Teori biogenesis tidak dapat menerangkannya. Berbeda dari teori-teori tersebut, teori penciptaan mengungkapkan bahwa makhluk hidup diciptakan oleh Tuhan.
- 10) B. Jawaban (2) salah karena ajaran Islam mendukung teori penciptaan.

### *Tes Formatif 2*

- 1) C. (2) dan (3) benar, sedangkan jawaban (1) salah karena bukan merupakan ciri utama makhluk hidup.

- 2) A. (1) dan (2) benar, sedangkan jawaban (3) salah, sifat tersebut merupakan sifat benda yang tidak khas dimiliki makhluk hidup.
- 3) D. (1), (2), dan (3) benar karena walaupun pada umumnya berlangsung dalam waktu yang cukup lama, ada tumbuhan yang bereaksi secara spontan, misalnya daun putri malu jika disentuh.
- 4) C. (2) dan (3) benar, sedangkan (1) salah, seharusnya tumbuh terjadi pada seluruh bagian tubuh.
- 5) D. (1), (2), dan (3) benar, gerak hewan umumnya tampak walaupun tidak berpindah tempat, terjadi terus-menerus (simultan), dan hewan dapat bergerak bebas ke mana saja.
- 6) D. A, B, dan C benar, sedangkan D salah karena menambah ukuran individu merupakan pertumbuhan dari makhluk hidup.
- 7) B. A, C, dan D benar, sedangkan B salah karena proses pematangan menunjukkan perkembangan dari makhluk hidup.
- 8) A. Jawaban B, C, dan D salah karena merupakan ciri-ciri yang dimiliki oleh hewan.
- 9) A. Jawaban B, C, dan D salah karena merupakan persamaan yang terjadi pada tumbuhan dan hewan dalam melakukan pernapasan.
- 10) C. Jawaban A, B, dan D kurang tepat karena tumbuhan berkembang biak tidak hanya melalui biji, dapat terjadi secara seksual, dan akarnya tidak terbatas serta hewan jumlah anaknya umumnya terbatas.

### *Tes Formatif 3*

- 1) C. Ribosom merupakan organel tempat proses pembuatan protein.
- 2) A. Ciri dari serabut otot polos tidak beraturan, tidak berlurik.
- 3) D. Jaringan meristem pada tumbuhan terdapat pada bagian *cambium*.
- 4) C. Jenis epitel yang terdapat pada lensa mata adalah epitel kubus selapis.
- 5) B. Otak, sumsum tulang belakang, serabut saraf, dan alat indra adalah organ-organ penyusun sistem saraf.
- 6) A. Fungsi dari jaringan tulang rawan adalah menguatkan dan melindungi bagian-bagian tubuh yang lemah.
- 7) C. Stomata (mulut daun) terdapat pada jaringan epidermis bawah dari daun.
- 8) C. Jaringan korteks pada batang tersusun oleh sel-sel parenkim, kolenkim, dan sklerenkima.

- 9) D. Pita kaspari merupakan penebalan sel terdapat pada akar di bagian jaringan endodermis.
- 10) A. Fungsi jaringan saraf adalah mengatur aktivitas otot dan organ serta menerima dan meneruskan rangsangan.

## Glosarium

DNA ( <i>deoxyribonucleic acid</i> )	: materi genetik yang terdapat pada nucleus.
Epidermis	: lapisan paling luar dari sel tumbuhan dan sel hewan.
Filsuf	: ahli filsafat, ahli pikir, atau orang yang berfilsafat.
Fototropisme	: gerak dari tumbuhan yang menuju ke arah datangnya (rangsang) cahaya.
Iritabilitas	: kemampuan tumbuhan dalam menerima dan memberikan tanggapan terhadap rangsang.
Organel	: bagian dari sel yang mempunyai struktur khusus terdapat di dalam sel.
Perisikel	: lapisan sel parenkim yang terletak antara endodermis dan floem.
Pernapasan aerob	: pernapasan organisme yang dilakukan tanpa membutuhkan oksigen.
Pernapasan anaerob	: pernapasan organisme yang dilakukan dengan membutuhkan oksigen.
Pernapasan sel	: proses pembakaran (oksidasi) sari-sari makanan dalam sel, dan dari proses ini akan dihasilkan energi.
Proses biolo	: proses yang terjadi pada tubuh organisme.
Proses kimiawi	: proses yang terjadi melibatkan unsur-unsur kimia.
Reinkarnasi	: berasal dari kata latin yang artinya “lahir kembali”.
Resistensi	: berasal dari bahasa Inggris <i>resistance</i> yang artinya suatu kondisi yang menunjukkan posisi sikap bertahan, berusaha melawan atau menentang terhadap perubahan.
RNA ( <i>ribonucleic acid</i> )	: senyawa organik kompleks yang terdapat dalam sel.
Spontan	: terjadi secara tiba-tiba.

- Stalagmit : penumpukan kapur berbentuk kerucut biasanya menggantung pada langit-langit gua akibat dari penambahan materi kapur yang terbawa arus air.
- Stalagtit : penumpukan kapur berbentuk kerucut biasanya terdapat pada dasar gua akibat dari penambahan materi kapur yang terbawa arus air.
- Tumbuh kembang : terjadinya penambahan ukuran dan pendewasaan dari suatu organisme.

## Daftar Pustaka

- Anas. 2011. "Jaringan Epitel Hewan." <http://catatananas.wordpress.com/2011/11/12/jaringan-epitel-hewan>, diakses pada 2 Agustus 2012.
- Anonim. 2006. "BIOLOGY notes: Unit 4 Lesson 1." <http://childofthecornx.livejournal.com/19219.html>, diakses pada 2 Agustus 2012.
- Aryulina, D, M. Choirul, M. Syalfinal, dan W. Endang. 2006. *Biologi 2 SMA dan MA untuk Kelas XI*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Campbell, N.A., B.R. Jane, dan G.M. Lawrence. 2004. *Biologi*. Jakarta: Erlangga.
- Chriezna. 2011. "Sel, Jaringan, dan Organ." <http://chrieznabiebio.blogspot.com/2011/12/sel-jaringan-organ.html>, diakses pada 25 Juli 2012.
- Encyclopedia of Creation Science (ECS). 2012. "Panspermia." <http://creationwiki.org/Exogenesis>, diakses pada 12 Agustus 2012.
- Erick. 2011. "Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan." <http://erickbio.wordpress.com/2011/07/09/struktur-dan-fungsi-jaringan-tumbuhan/>, diakses pada 15 Juli 2012.
- Herunisa, K. 2011. "Sel, Jaringan, dan Organ." <http://chrieznabiebio.blogspot.com/2011/12/sel-jaringan-organ.html>, diakses pada 27 Oktober 2012.
- IUCN, UNEP, dan WPF. 1991. *Caring for the Earth A Strategy Sustainable Living*. New York: The World Conservation Union, United Nations Environment Programme, Word Wide Fund For Nature.
- Kadaryant, *et al.* 2006. *Biologi 1 Mengungkap Rahasia Alam Kehidupan SMP Kelas VII*. Jakarta: Penerbit Yudhistira.

- Loncke, H. 2007. "Continuation of Making a Van Leeuwenhoek Microscope Lens." <http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/artjul07/hl-loncke2.html>, diakses pada 1 Juli 2012.
- Mahendra, Z. 2012. <http://zainmahendra.blogspot.com/2012/09/jaringan-pada-tumbuhan.html>, diakses pada 5 September 2012.
- Maricopa. 2012. "Biology." [http://www.pc.maricopa.edu/Biology/rcotter/BIO%20205/LessonBuilders/Chapter%201%20LB/Ch1LessonBuilder\\_print.html](http://www.pc.maricopa.edu/Biology/rcotter/BIO%20205/LessonBuilders/Chapter%201%20LB/Ch1LessonBuilder_print.html), diakses pada 12 Agustus 2012.
- Orti, A.D. 2012. "Aristotle. Encyclopaedia Britannica." <http://www.britannica.com/EBchecked/media/76426/Aristotle-marble-portrait-bust-Roman-copy-of-a-Greek-original>, diakses pada 2 Agustus 2012.
- Pamungkas, T. 2011. <http://tresnapamungkas.blogspot.com/2011/09/jaringan-pada-tumbuhan.html>.
- Postlethwait, J.H., Janet L. Hopson, Ruth C.V. 1991. *Biology*. New York: McGraw Hill Inc.
- Sentra Edukasi. 2011. <http://www.sentra-edukasi.com/2011/07/macam-fungsi-otot.html#.UJC5fNnVv1U>.
- Sekolah Mandiri. 2012. [http://sekolahmandiri.blogspot.com/2012\\_06\\_01\\_archive.html](http://sekolahmandiri.blogspot.com/2012_06_01_archive.html), diakses pada 6 Juli 2012.
- Sulfitri, N. 2012. <http://nenni-sulfitri.blogspot.com/2012/03/jaringan-epitel.html>, diakses pada 12 Agustus 2012.
- Surjono, TW dan M. Rumanta. 2009. *Perkembangan Hewan*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Taulborg, P. 2008. "Abiogenesis." <http://forums.d2jsp.org/topic.php?t=26283088&f=90&o=10>, diakses pada 10 Mei 2012.

William, Andrews A., Brenda J. Andrews, David A. Balconi, dan Nancy J. Purcell. 1989. *Discovering Biological Science*. Scarborough–Ontario: Prentice Hall Canada Inc.

William, Andrews A., Nancy J. Purcell, David A. Balconi, Nancy D. Davies, dan Donna K Moore. 1989. “Biologi Science.” *Discovering Biological Science*. Scarborough–Ontario: Prentice Hall Canada Inc.

Yahya, H. 2012. “Life Come from Life.” <http://harunyahya.com/en/works/894/only-love-can-defeat-terrorism/chapter/12529>, diakses pada 5 Juli 2012.