

Pembelajaran 3. Energi dalam Kehidupan

Sumber. Modul Pendidikan Profesi Guru

Modul 4. Kinematika dan Dinamika Gerak, Serta Suhu dan Kalor

Penulis. Dr. Eka Cahya Prima, S.Pd., M.T.

A. Kompetensi

Penjabaran model kompetensi yang selanjutnya dikembangkan pada kompetensi guru bidang studi yang lebih spesifik pada pembelajaran 3. Energi dalam Kehidupan ada beberapa kompetensi guru bidang studi yang akan dicapai pada pembelajaran ini, kompetensi yang akan dicapai pada pembelajaran ini adalah calon guru P3K mampu menguasai teori dan aplikasi materi pelajaran IPA yang mencakup: (1) inkuiri IPA, keterpaduan konsep dan proses dalam IPA, (2) materi dan interaksinya, (3) gerak, gaya, dan tekanan, (4) energi, usaha, dan pesawat sederhana, (5) gelombang dan optik serta aplikasinya dalam teknologi, (6) kelistrikan dan kemagnetan, (7) ciri, klasifikasi, sistem, struktur, fungsi makhluk hidup, zat aditif dan adiktif serta dampaknya terhadap kesehatan, (8) interaksi antar makhluk hidup dan lingkungan, (9) reproduksi, hereditas, evolusi (10) mikroorganisme dan bioteknologi, (11) tata surya, struktur bumi, perubahan iklim, dan mitigasi bencana, termasuk advanced materials dalam IPA secara bermakna yang dapat menjelaskan aspek “apa” (konten), “mengapa” (filosofi), dan “bagaimana” (penerapan) dalam kehidupan sehari-hari.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Dalam rangka mencapai kompetensi guru bidang studi, maka dikembangkanlah indikator - indikator yang sesuai dengan tuntutan kompetensi guru bidang studi.

Indikator pencapaian kompetensi yang akan dicapai dalam pembelajaran 3. Energi dalam Kehidupan adalah sebagai berikut.

3.1.1 Menganalisis perubahan energi dalam sel.

3.1.2 Menganalisis proses metabolisme dalam sel.

3.1.3 Menganalisis transformasi energi pada proses biologis makhluk hidup.

- 1.2.1 Menganalisis sistem gerak manusia.
- 1.3.1 Menganalisis mekanisme pengangkutan air dan nutrisi pada tumbuhan.
- 1.3.2 Menganalisis proses peredaran darah pada manusia.
- 1.3.3 Menganalisis proses pernapasan pada manusia.
- 3.4.1 Menganalisis mekanisme pengaturan suhu tubuh pada manusia.
- 3.4.2 Menganalisis mekanisme pengaturan suhu tubuh pada hewan.
- 3.4.3 Menganalisis mekanisme pengaturan suhu tubuh pada tumbuhan.

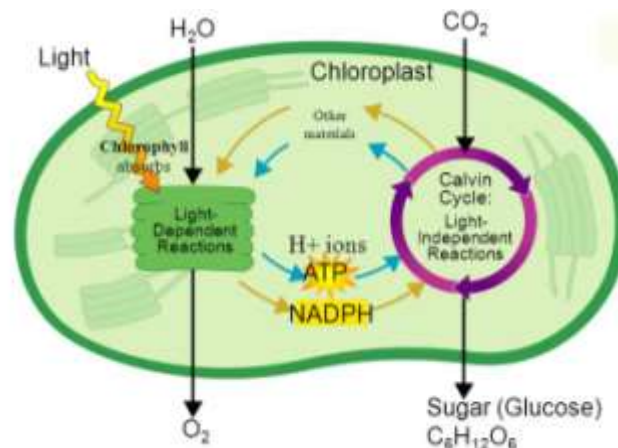
C. Uraian Materi

1. Transformasi Energi dalam Sel

Pada makhluk hidup heterotrof (makhluk hidup yang memanfaatkan sumber makanan organik/makhluk hidup yang tidak mampu mengubah senyawa anorganik menjadi senyawa organik), energi bersumber dari makanan yang dikonsumsi. Energi ini akan mengalami transformasi mulai dari energi potensial berupa energi kimia makanan menjadi energi panas dan energi kinetik/gerak dalam aktivitas makhluk hidup tersebut. Transformasi energi tersebut terjadi di dalam organel yang terdapat di dalam sel. Transformasi energi dalam sel terjadi dengan cara sebagai berikut.

- **Transformasi Energi oleh Klorofil**

Klorofil adalah zat hijau daun yang terdapat dalam organel sel tumbuhan yang disebut kloroplas (Reece, dkk, 2008). Klorofil berfungsi dalam fotosintesis. Energi radiasi sinar matahari yang ditangkap oleh klorofil berfungsi melancarkan proses fotosintesis. Proses tersebut digunakan untuk mereaksikan CO_2 dan H_2O menjadi glukosa. Selain menjadi energi kimia dalam bentuk glukosa, hasil reaksinya menghasilkan oksigen yang dapat digunakan oleh tumbuhan untuk beraktivitas, seperti tumbuh, berkembang, dan bernapas (Lihat Gambar 1.22.).

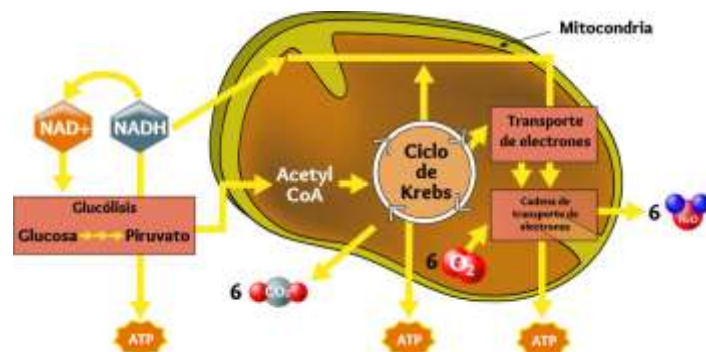


Gambar 152.Prinsip kerja transformasi energi pada klorofil
Sumber: : <http://slideplayer.com>

Jadi, energi radiasi matahari yang berbentuk energi cahaya diubah menjadi energi potensial dan energi kimiawi yang disimpan dalam molekul karbohidrat dan bahan makanan lainnya. Energi ini dimanfaatkan oleh tumbuhan untuk beraktivitas (tumbuh dan berkembang) dan juga dimanfaatkan oleh makhluk hidup lain yang mengonsumsi tumbuhan tersebut. Akibatnya energi yang terdapat pada tumbuhan berpindah ke dalam tubuh makhluk hidup lainnya dan menjadi energi potensial. Di dalam tubuh makhluk hidup ini, energi akan ditransformasi kembali.

- **Transformasi Energi oleh Mitokondria**

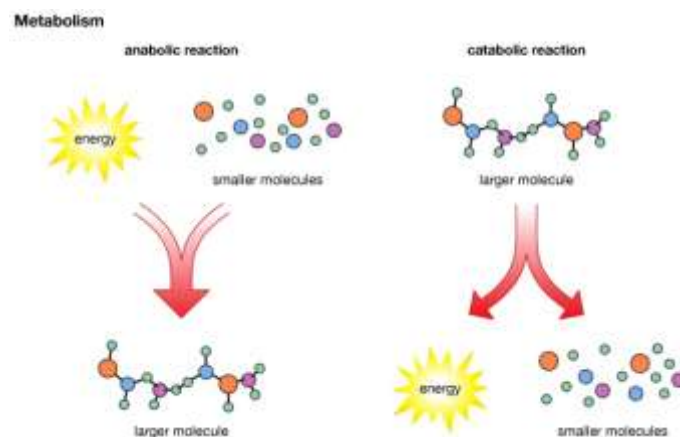
Mitokondria adalah organel yang terdapat di dalam sel, yang memiliki peran dalam respirasi sel (Lihat Gambar 1.23.). Di dalam mitokondria, energi kimia digunakan untuk mengubah karbohidrat, protein, dan lemak. Mitokondria banyak terdapat pada sel otot makhluk hidup dan sel saraf.



Gambar 153.Prinsip kerja transformasi energi pada mitokondria
Sumber: : ciclodekrebssntic.blogspot.com

- **Metabolisme Sel**

Metabolisme adalah proses kimia yang terjadi di dalam tubuh sel makhluk hidup. Metabolisme disebut reaksi enzimatik karena metabolisme terjadi selalu menggunakan katalisator enzim. Metabolisme terdiri atas reaksi pembentukan/sintesis/anabolisme seperti fotosintesis dan reaksi penguraian/katabolisme seperti respirasi (Lihat Gambar 1.24.). Enzim mengarahkan aliran materi melalui jalur-jalur metabolisme dengan cara mempercepat tahapan reaksi secara selektif.



Gambar 154. Peristiwa metabolisme, anabolisme, dan katabolisme
Sumber: nature.com

“Metabolisme adalah proses-proses kimia yang terjadi di dalam tubuh makhluk hidup.”

- **Fotosintesis**

Fotosintesis merupakan perubahan energi cahaya menjadi energi kimia dalam bentuk glukosa. Sumber energi cahaya alami adalah matahari yang memiliki spektrum cahaya tampak, dari ungu sampai merah, infra merah, dan ultra ungu tidak digunakan dalam fotosintesis.

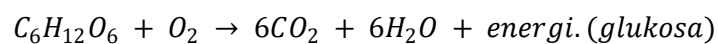
Pada proses fotosintesis yang terjadi dalam daun, terjadi reaksi kimia antara senyawa air (H_2O) dan karbon dioksida (CO_2) dibantu oleh cahaya matahari yang diserap oleh klorofil menghasilkan oksigen (O_2) dan senyawa glukosa ($C_6H_{12}O_6$). Glukosa adalah makanan bagi tumbuhan. Oksigen yang dihasilkan pada proses fotosintesis sangat dibutuhkan oleh manusia dan hewan.

- **Respirasi**

Respirasi, yaitu suatu proses pembebasan energi yang tersimpan dalam zat sumber energi melalui proses kimia dengan menggunakan oksigen. Dari respirasi, dihasilkan energi kimia untuk kegiatan kehidupan, seperti sintesis (anabolisme), gerak, dan pertumbuhan.

Contoh

Respirasi pada glukosa, reaksi sederhananya



“Respirasi ialah suatu proses pembebasan energi yang tersimpan dalam zat sumber energi melalui proses kimia dengan menggunakan oksigen.”

Zat gizi makanan mengandung energi kimia yang dapat diubah menjadi energi panas atau energi bentuk lain. Sebagian energi ini digunakan untuk mempertahankan suhu tubuh. Saat Anda sedang kedinginan, Anda akan menggigil untuk mempercepat metabolisme tubuh sehingga suhu tubuh tetap terjaga. Setiap makanan kemasan harus tercantum kandungan energinya.

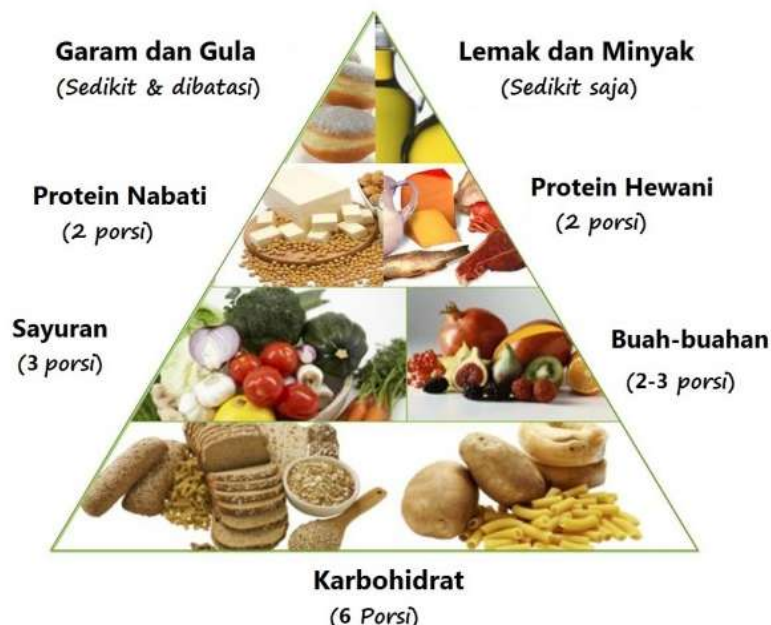


Gambar 155. Produsen makanan kemasan diharuskan mencantumkan kandungan energi yang terdapat pada makanan itu.
Sumber: <http://www.innovamei.com>

a. Energi pada Proses Biologis Makhluk Hidup

Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha. Energi dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk yang lainnya. Energi bermanfaat pada saat terjadinya perubahan bentuk. Perubahan bentuk energi tersebut disebut dengan transformasi energi. Sebagai contoh, energi kimia dalam baterai kering bermanfaat untuk menyalakan senter ketika terjadi perubahan dari energi kimia menjadi energi listrik. Energi juga dapat dipindahkan dari satu sistem ke sistem yang lainnya yang disebut dengan transfer energi. Contohnya energi pembakaran yang ada dalam api dipindahkan ke air yang ada dalam panci sehingga air mendidih. Energi total sebuah sistem dan lingkungannya tidak berubah (kekala). Bila energi sistem berkurang, maka selalu ada penambahan energi yang terkait dengan lingkungannya atau sistem lain.

Makanan merupakan sumber energi bagi tubuh manusia (Lihat Gambar 2.1!). Fungsinya untuk berolahraga, belajar, dan melakukan aktivitas lainnya. Anda membutuhkan makanan sebagai sumber energi. Berikut beberapa kandungan bahan kimia yang terdapat dalam makanan yang dapat digunakan sebagai sumber energi bagi tubuh manusia.



Gambar 156. Zat makanan, sumber, dan fungsinya bagi manusia
Sumber: <http://ellensnewbolggader.blogspot.co.id>

Makanan diperlukan oleh tubuh sebagai sumber energi. Dengan asupan makanan yang baik dan cukup, Anda dapat melakukan berbagai aktivitas sehari-hari. Zat makanan yang berperan sebagai sumber energi adalah karbohidrat, protein, dan lemak.

b. Karbohidrat

Karbohidrat merupakan senyawa kimia yang tersusun atas unsur-unsur karbon. Bahan makanan yang banyak mengandung karbohidrat, misalnya beras, jagung, kentang, gandum, umbi-umbian, dan buah-buahan yang rasanya manis (Lihat Gambar 2.2.!). Karbohidrat berperan sebagai sumber energi (1 gram karbohidrat setara dengan 4 kilo kalori).



Gambar 157. Beberapa bahan makanan yang mengandung karbohidrat
Sumber: : www.minutkab.go.id, diarynouvanutritionis.com

c. Protein

Protein merupakan senyawa kimia yang mengandung unsur C, H, O, N (kadang juga mengandung unsur P dan S). Bahan makanan yang mengandung banyak protein, antara lain (Lihat Gambar 2.3!).

- 1) protein hewani, misalnya daging, ikan, telur, susu, dan keju;
- 2) protein nabati, misalnya kacang-kacangan, tahu, tempe, dan gandum.



Gambar 158. Beberapa bahan makanan yang mengandung protein
Sumber: : www.sulselsatu.com

“Fungsi protein, antara lain sebagai sumber energi, pembangun sel jaringan tubuh, dan pengganti sel tubuh yang rusak.”

d. Lemak

Lemak merupakan senyawa kimia yang mengandung unsur C, H, dan O. Peran lemak untuk menyediakan energi sebesar 9 Kalori/gram, melarutkan vitamin A, D, E, K, dan menyediakan asam lemak esensial bagi tubuh manusia (Lihat Gambar 2.4.!).



Gambar 159. Beberapa bahan makanan yang mengandung lemak
Sumber: : www.go-dok.com

Lemak mulai dianggap berbahaya bagi kesehatan setelah adanya suatu penelitian yang menunjukkan hubungan antara kematian akibat penyakit jantung koroner dengan banyaknya konsumsi lemak dan kadar lemak di dalam darah. Penyakit jantung koroner terjadi apabila pembuluh darah tersumbat atau menyempit karena endapan lemak yang secara bertahap menumpuk di dinding arteri. Bahan makanan yang mengandung banyak lemak, antara lain.

- 1) lemak hewani: keju, susu, daging, kuning telur, daging sapi, daging kambing, daging ayam, dan daging bebek;
- 2) lemak nabati: kelapa, kemiri, kacang-kacangan, dan buah avokad.

Fungsi lemak, antara lain

1. *sumber energi (1 gram lemak setara dengan 9 kilo kalori);*
2. *pelarut vitamin A, D, E, dan K;*
3. *pelindung organ-organ tubuh yang penting dan;*
4. *pelindung tubuh dari suhu yang rendah.*

2. Metabolisme pada Manusia

Makanan sebagai sumber energi bagi tubuh sudah dikemukakan pada pembahasan sebelumnya. Makanan yang masuk ke dalam tubuh akan mengalami perombakan dari molekul kompleks menjadi molekul sederhana. Perombakan ini akan menghasilkan sejumlah energi. Zat makanan yang berperan sebagai sumber energi adalah karbohidrat, lemak, dan protein.

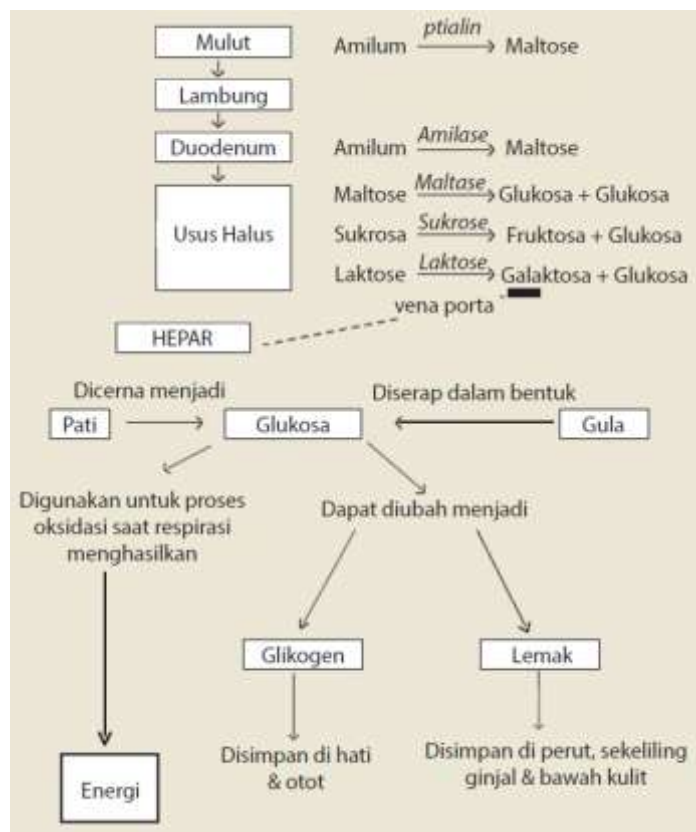
a. Pencernaan Karbohidrat dalam Tubuh

Karbohidrat setelah dicerna di usus akan diserap oleh dinding usus halus dalam bentuk monosakarida. Monosakarida dibawa oleh aliran darah sebagian besar menuju hati dan sebagian lainnya dibawa ke sel jaringan tertentu dan mengalami proses metabolisme lebih lanjut. Di dalam hati, monosakarida mengalami proses sintesis menghasilkan glikogen, dioksidasi menjadi CO_2 dan H_2O , atau dilepaskan untuk dibawa oleh aliran darah ke bagian tubuh yang memerlukan. Hati dapat mengatur kadar glukosa dalam darah atas bantuan hormon insulin yang dikeluarkan oleh kelenjar pankreas. Kenaikan proses pencernaan dan

penyerapan karbohidrat menyebabkan glukosa dalam darah meningkat, sehingga sintesis glikogen dari glukosa oleh hati akan naik. Sebaliknya, jika banyak kegiatan, maka banyak energi yang digunakan untuk kontraksi otot, sehingga kadar glukosa dalam darah menurun. Dalam hal ini, glikogen akan diuraikan menjadi glukosa yang selanjutnya mengalami katabolisme menghasilkan energi (dalam bentuk energi kimia) (Lihat Gambar 2.10!).

Hormon yang mengatur kadar gula dalam darah, yaitu sebagai berikut.

- 1) Hormon insulin, dihasilkan oleh pankreas berfungsi menurunkan kadar glukosa dalam darah.
- 2) Hormon adrenalin, dihasilkan oleh korteks adrenal berfungsi menaikkan kadar glukosa dalam darah.

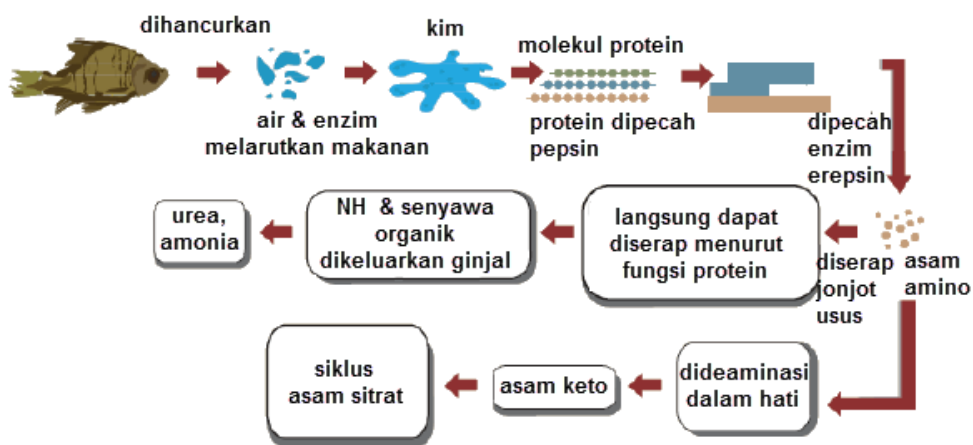


Gambar 160. Proses pencernaan karbohidrat dalam tubuh
Sumber: <http://www.pakmono.com>

b. Pencernaan Protein dalam Tubuh

Di dalam tubuh, protein diubah menjadi asam amino oleh beberapa reaksi hidrolisis serta enzim-enzim yang bersangkutan. Enzim-enzim yang bekerja pada proses hidrolisis protein, antara lain pepsin, tripsin, kemotripsin, karboksi peptidase, dan amino peptidase.

Protein yang telah dipecah menjadi asam amino, kemudian diabsorpsi melalui dinding usus halus dan sampai ke pembuluh darah. Setelah diabsorpsi dan masuk ke dalam pembuluh darah, asam amino tersebut sebagian besar langsung digunakan oleh jaringan. Sebagian lain, mengalami proses pelepasan gugus amin (gugus yang mengandung N) di hati. Proses pelepasan gugus amin ini dikenal dengan deaminasi protein. Cermati skema berikut untuk dapat memahami proses metabolisme protein dalam tubuh (Lihat Gambar 2.11).

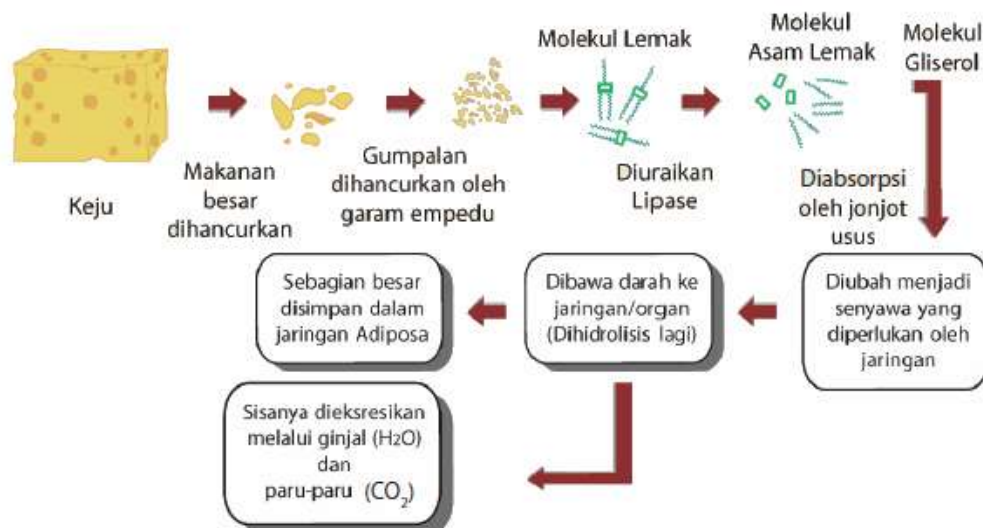


Gambar 161. Proses pencernaan protein dalam tubuh
Sumber: mikirbae.com

Protein tidak dapat disimpan di dalam tubuh, sehingga kelebihan protein akan segera dibuang atau diubah menjadi zat lain. Zat sisa hasil penguraian protein yang mengandung nitrogen akan dibuang bersama air seni dan zat sisa yang tidak mengandung nitrogen akan diubah menjadi karbohidrat dan lemak. Oksidasi 1 gram protein dapat menghasilkan energi 4 kalori. Kelebihan protein dalam tubuh dapat mengakibatkan pembengkakan hati dan ginjal karena beban kerja organ-organ tersebut lebih berat dalam menguraikan protein dan mengeluarkannya melalui air seni.

c. Pencernaan Lemak dalam Tubuh

Di dalam tubuh, lemak mengalami metabolisme. Lemak akan dihidrolisis menjadi asam lemak dan gliserol dengan bantuan enzim lipase. Proses ini berlangsung dalam saluran pencernaan. Sebelum diserap usus, asam lemak akan bereaksi dengan garam empedu membentuk senyawa, seperti sabun. Selanjutnya, senyawa tersebut akan diserap jonjot usus dan akan terurai menjadi asam lemak dan garam empedu. Asam lemak tersebut akan bereaksi dengan gliserol membentuk lemak. Kemudian, diangkut oleh pembuluh getah bening >usus menuju pembuluh getah bening dada kiri. Selanjutnya, ke pembuluh balik bawah selangka kiri (Lihat Gambar 2.12!).



Gambar 162. Proses pencernaan lemak dalam tubuh
Sumber: mikirbae.com

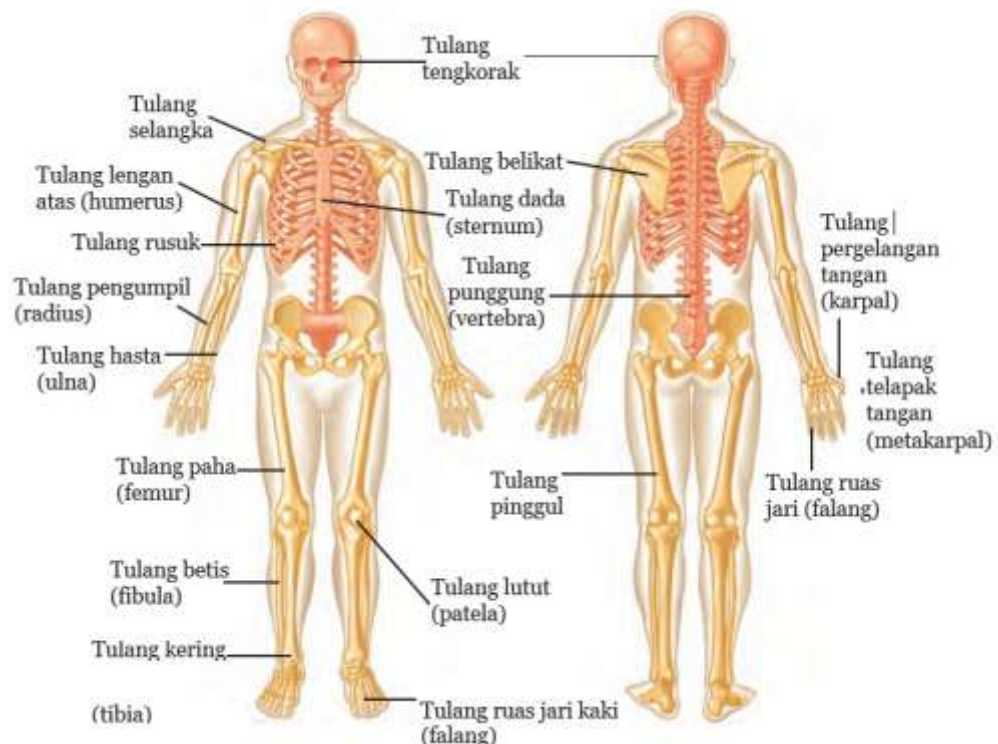
Lemak dikirim dari tempat penimbunannya ke hati dalam bentuk lesitin untuk dihidrolisis menjadi asam lemak dan gliserol. Selanjutnya, gliserol akan diubah menjadi gula otot atau glikogen. Asam lemak akan diubah menjadi *asetil koenzim*.

Gangguan metabolisme berupa tertimbunnya senyawa aseton yang dapat menyebabkan gangguan pernapasan. Kesulitan bernapas terjadi karena meningkatnya tingkat keasaman dan jumlah CO₂ yang tertimbun. Kelainan ini dinamakan *asidosis*.

3. Sistem Gerak Manusia

- **Rangka**

Pada tubuh manusia terdapat banyak sekali jenis tulang. Misalnya, pada anggota tubuh bagian tangan terdapat 6 jenis tulang, yaitu tulang lengan atas (humerus), tulang pengumpil (radius), tulang hasta (ulna), tulang pangkal telapak tangan (karpal), tulang ruas jari (falang), dan tulang telapak tangan (metakarpal). Apabila dihitung, jumlah seluruh tulang tubuh manusia dewasa terdiri dari 206 tulang. Perhatikan Gambar 2.35!



Gambar 163. Sistem Rangka Manusia
Sumber: Reece et al. 2012

Secara umum, ada empat fungsi utama tulang bagi tubuh, yaitu sebagai berikut.

- Memberikan bentuk pada tubuh dan menopang tubuh kita.
- Melindungi organ dalam, misalnya tulang rusuk melindungi jantung dan paru-paru, tulang tengkorak melindungi otak.
- Tempat menempelnya otot yang merupakan alat gerak aktif sehingga dapat menggerakkan tulang.
- Pada jenis tulang tertentu, seperti tulang paha (femur) tulang juga berfungsi sebagai tempat pembentukan sel darah. Sel darah dibentuk di

bagian sumsum tulang, yaitu jaringan lunak yang terdapat di bagian tengah tulang.

a. Struktur Tulang

Terdapat benjolan pada bagian ujung tulang, berbentuk bulat serta terdapat titik-titik kasar pada bagian ujung, terdapat lekukan, tonjolan, dan lubang. Masing-masing bagian ini mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Lekukan dan tonjolan berfungsi sebagai tempat menempelnya otot. Lubang berfungsi sebagai tempat keluar masuknya pembuluh darah dan saraf.



Gambar 164. Struktur Tulang Manusia
Sumber: Shier et al. 2010

Permukaan tulang ditutupi oleh membran yang menempel dengan kuat, membran itu disebut periosteum. Pada periosteum terdapat pembuluh-pembuluh darah kecil yang berfungsi membawa zat-zat makanan ke dalam tulang. Membran ini juga penting dalam pertumbuhan dan perbaikan tulang. Pada bagian bawah periosteum terdapat tulang kompak atau disebut juga tulang keras, yaitu suatu lapisan tulang yang keras dan kuat. Tulang kompak mengandung sel-sel tulang, pembuluh-pembuluh darah, zat kapur dan fosfor, serta serabut elastis. Kerasnya tulang disebabkan karena tulang mengandung zat kapur dan fosfor. Sedangkan serabut-serabut elastis mempertahankan tulang agar tetap kuat, tidak mudah rapuh atau patah.

Tulang spons dalam tulang pipa atau tulang panjang terdapat di daerah ujung tulang. Tulang spons kurang kompak dan mempunyai banyak ruang-ruang kecil

terbuka yang membuat tulang menjadi ringan. Tulang panjang mempunyai lubang atau saluran yang besar. Saluran-saluran itu terdapat di tengah tulang panjang dan diisi oleh jaringan berlemak yang disebut sumsum. Sumsum merah tulang berada di daerah tulang panjang bagian ujung di antara tulang spons, sedangkan sumsum kuning berada di tulang panjang bagian tengah dan sebagian besar berisi lemak. Pada orang sehat, sumsum tulang merah menghasilkan sel-sel darah merah dengan kecepatan sampai tiga juta sel per sekon. Sel-sel darah putih juga dihasilkan di dalam sumsum tulang, tetapi lebih sedikit jumlahnya.

Ujung tulang panjang ditutup dengan suatu lapisan jaringan tebal, lunak dan lentur, yang disebut dengan tulang rawan (kartilago). Tulang rawan tersusun atas sel-sel yang dikelilingi oleh matriks protein yang dihasilkan oleh sel-sel tersebut. Selain di ujung-ujung tulang panjang, tulang rawan juga dapat ditemukan di ujung-ujung tulang rusuk, dinding saluran pernapasan, hidung, dan telinga.

b. Macam-Macam Tulang pada Sistem Rangka

Tahukah Anda bentuk tulang yang ada pada tangan, tulang jari dan tulang pipi? Coba sekarang rabalah tulang lengan bawah, tulang jari-jari tangan, dan tulang pipi. Anda akan merasakan bahwa bentuk dan ukuran tulang-tulang tersebut tidak sama. Bentuk tulang manusia dibedakan menjadi empat, yaitu: (1) tulang panjang, misalnya tulang lengan (*humerus*), (2) tulang pipih, misalnya tulang dada (*sternum*), (3) tulang pendek, misalnya tulang ruas jari (*falang*), dan (4) tulang tidak beraturan, misalnya tulang punggung (*vertebra*). Agar Anda memahaminya, coba perhatikan Gambar 2.23!



Gambar 2.37. Macam Tulang Berdasarkan Bentuk dan Ukurannya
Sumber: Shier et al. 2010

- **Otot**
 - a. **Fungsi Otot**

Otot adalah penggerak bagian- bagian tubuh, sehingga otot disebut alat gerak aktif. Hampir 35 hingga 40 persen massa tubuh adalah jaringan otot seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.38. Otot adalah jaringan yang dapat berkontraksi menjadi lebih pendek. Proses kontraksi ini mengakibatkan bagian-bagian tubuhmu bergerak. Pada kontraksi ini diperlukan energi.



Gambar 165.Otot pada Manusia
Sumber: Marieb et al. 2012

Otot yang bekerja di bawah kesadaran adalah otot yang kerjanya dapat Anda kendalikan. Prinsip kerja otot ini adalah dapat dikendalikan, artinya Anda dapat mengendalikan apakah harus menggerakkan atau tidak menggerakkan otot-otot tersebut. Sebagai contohnya, kerja otot-otot pada saat Anda makan, menulis, berlari serta aktivitas-aktivitas lainnya yang Anda lakukan secara sadar. Selain otot yang bekerja di bawah kesadaran, ada juga otot yang bekerja di luar kesadaran. Otot yang bekerja di luar kesadaran adalah otot yang tidak dapat Anda kendalikan secara sadar. Prinsip kerja otot ini adalah tidak dapat dikendalikan, artinya Anda tidak dapat mengendalikan apakah harus menggerakkan atau tidak menggerakkan otot-otot tersebut. Otot-otot tersebut bekerja sepanjang hari, sepanjang hidup di luar kesadaran Anda. Contoh dari aktivitas otot ini antara lain aktivitas jantung untuk selalu memompa darah ke seluruh tubuh, aktivitas otot-otot lambung untuk mencerna makanan secara mekanik.

Simaklah gambar 2.39, apakah yang akan terjadi pada diameter otot lengan Anda ketika meluruskan atau membengkokkan tangan. Diameter lengan Anda akan membesar karena otot lengan dalam keadaan kontraksi. Pada saat melakukan kontraksi otot akan memadat dan memendek, sehingga pada saat

diukur diameter otot akan membesar. Sebaliknya, pada saat otot dalam keadaan relaksasi, otot akan memanjang, sehingga pada saat diukur diameter otot akan mengecil.



Gambar 166. Kondisi Otot pada saat Berkontraksi dan Relaksasi
Sumber: Reece et al. 2012

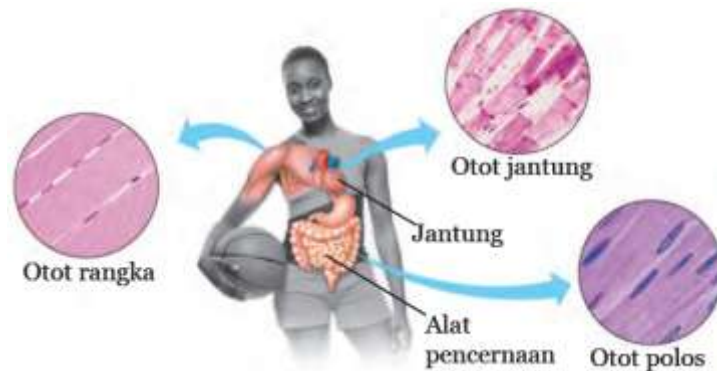
Sekarang Anda telah mengetahui prinsip kerja dari otot. Anda harus banyak bersyukur kepada Tuhan karena Tuhan telah menciptakan otot-otot tersebut sehingga seluruh aktivitas tubuh dapat bekerja terus tanpa harus Anda kendalikan. Bayangkan jika Tuhan tidak menciptakan otot-otot tersebut, maka Anda tidak akan dapat tidur dengan pulas karena Anda harus mengontrol otot jantung agar tetap dapat memompa darah ke seluruh tubuh selama Anda tidur.

b. Tiga Jenis Jaringan Otot

Untuk mempelajari jaringan otot, simaklah penjelasan berikut ini!

1) Otot Rangka

Otot Rangka adalah otot yang paling banyak terdapat di dalam tubuh. Jika diamati di bawah mikroskop, sel-sel otot rangka terlihat bergaris-garis melintang, sehingga otot ini juga disebut dengan otot lurik. Otot rangka melekat pada tulang dengan perantaraan tendon. Tendon adalah pita tebal, berserabut, dan liat yang melekatkan otot pada tulang. Otot rangka tergolong otot sadar. Anda dapat mengontrol penggunaan otot ini. Anda dapat menentukan kapan berjalan dan kapan tidak. Otot rangka cenderung cepat berkontraksi dan cepat lelah. Agar Anda mengetahui posisi otot rangka yang melekat pada tendon, perhatikan Gambar 2.40!



Gambar 167. Tiga Jenis Otot pada Tubuh Manusia
Sumber: Reece et al. 2012

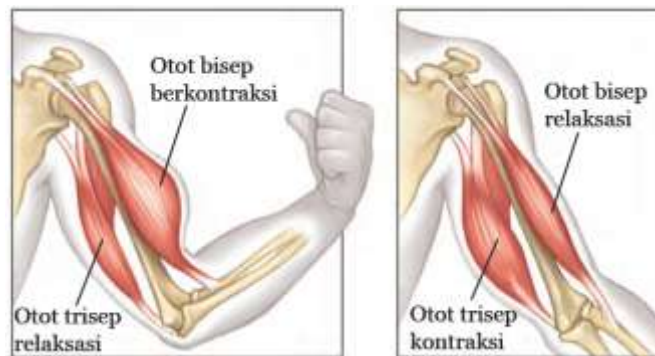
2) Otot Polos

Otot polos terdapat pada dinding lambung usus halus, rahim, kantung empedu, dan pembuluh darah. Otot polos berkontraksi dan berelaksasi dengan lambat. Otot ini berbentuk gelendong serta memiliki sebuah inti pada tiap selnya. Berdasarkan cara kerjanya, otot polos tergolong dalam otot tak sadar.

3) Otot Jantung

Otot jantung hanya ditemukan di jantung. Otot jantung mempunyai garis-garis seperti otot rangka. Sebaliknya, cara kerja otot jantung mirip otot polos karena tergolong otot tidak sadar. Otot jantung berkontraksi sekitar 70 kali per menit sepanjang hari selama hidupmu. Anda mengetahui bahwa otot jantung berkontraksi pada saat jantung berdenyut. Otot ini tidak dapat dikontrol oleh kemauan sadarmu.

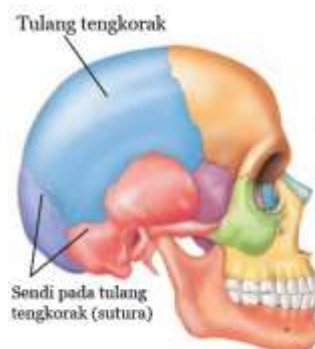
Tahukah Anda bahwa ternyata otot kita juga ada yang bekerja secara berlawanan. Maksudnya pada saat melakukan sebuah gerakan meskipun gerakan itu dilakukan secara bersamaan tetapi proses kontraksi dan relaksasi antara otot satu dengan otot lainnya berlangsung secara berlawanan. Agar Anda lebih memahami maksud dari pernyataan di atas, perhatikan Gambar 2.41! Pada gambar tersebut terlihat jelas bahwa pada saat tangan dilipat, otot bisep berkontraksi sedangkan otot trisep relaksasi. Sebaliknya, pada saat tangan direntangkan, otot bisep relaksasi sedangkan otot trisep berkontraksi.



Gambar 168. Mekanisme Kerja dari Otot Bisep dan Otot Trisep
Sumber: Reece et al. 2012

- **Sendi**

Sendi adalah tempat bertemunya dua tulang atau lebih. Dengan adanya sendi, hubungan antara tulang-tulang tubuh dapat digerakkan.



Gambar 2.42. Sendi yang Tidak Dapat Digerakkan (Sendi Mati)
Sumber: Reece et al. 2012

Sendi dapat dikelompokkan berdasarkan banyak sedikitnya gerakan yang memungkinkan dilakukan. Sendi yang tidak dapat digerakkan disebut dengan sinartrosis, misalnya sendi yang terdapat pada tulang tengkorak. Perhatikan Gambar 2.28! Sendi yang dapat digerakkan namun terbatas disebut dengan amfiartrosis, misalnya sendi antarruas tulang belakang. Sendi yang dapat digerakkan dengan bebas disebut dengan diartrosis. Berikut ini beberapa jenis persendian yang dapat digerakkan dengan bebas.

a. Sendi Peluru

Sendi peluru menghubungkan antara satu tulang yang mempunyai satu ujung bulat yang masuk ke ujung tulang lain yang berongga seperti mangkok. Sendi ini

dapat membentuk gerakan sangat bebas. Contoh sendi peluru adalah sendi antara tulang lengan atas dan tulang belikat, serta antara tulang pinggul dan tulang paha. Adanya sendi ini memungkinkan tulang-tulang tersebut dapat diayunkan ke arah manapun. Perhatikan Gambar 2.29!



Gambar 169. Sendi Peluru
Sumber: Reece et al. 2012

b. Sendi Engsel

Tipe sendi ini mempunyai gerakan satu arah, ada yang ke depan dan ada yang ke belakang seperti engsel pintu. Contoh sendi engsel antara lain sendi-sendi pada siku dan lutut. Perhatikan Gambar 2.44! Sendi ini memiliki ruang gerak yang lebih sempit dibandingkan sendi peluru.

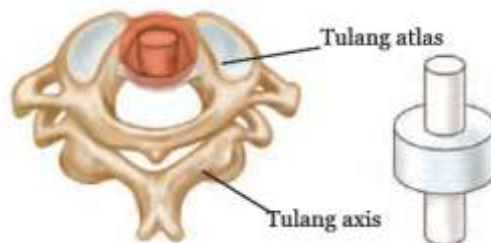


Gambar 2.44. Sendi Engsel
Sumber: Reece et al. 2012

c. Sendi Putar

Pada sendi putar salah satu tulang berfungsi sebagai poros dan ujung tulang yang lain berbentuk cincin yang dapat berputar pada poros tersebut. Contohnya

adalah persendian yang terdapat di antara tulang tengkorak dengan tulang leher. Perhatikan Gambar 2.45! Sendi tersebut memungkinkan kepala kita dapat memutar, mengangguk, serta menggeleng.



Gambar 2.45. Sendi Putar
Sumber: Reece et al. 2012

d. Sendi Pelana

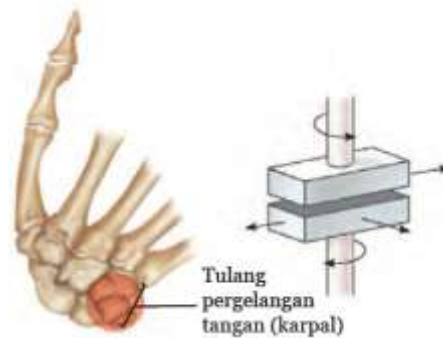
Pertemuan antara dua tulang yang berbentuk seperti pelana disebut dengan sendi pelana. Sendi ini dapat menggerakkan tulang ke dua arah, yaitu muka-belakang dan ke samping. Contoh sendi ini adalah pada pangkal ibu jarimu. Perhatikan Gambar 2.46!



Gambar 2.46. Sendi Pelana
Sumber: Reece et al. 2012

e. Sendi Geser

Sendi geser menghubungkan antara dua tulang yang memiliki permukaan yang datar. Prinsip kerja sendi ini adalah satu bagian tulang bergerak menggeser di atas tulang lain. Perhatikan Gambar 2.47! Sendi geser juga memungkinkan tulang bergerak ke depan dan ke belakang. Contoh sendi geser berada pada tulang-tulang pergelangan tangan dan pergelangan kaki dan di antara tulang belakang. Sendi ini merupakan sendi yang paling sering digunakan dalam melakukan aktivitas sehari-hari, misalnya mengambil buku, naik tangga, makan, dan beberapa aktivitas lainnya.



Gambar 170. Sendi Geser
Sumber: Reece et al. 2012

4. Tekanan Zat pada Makhluk Hidup

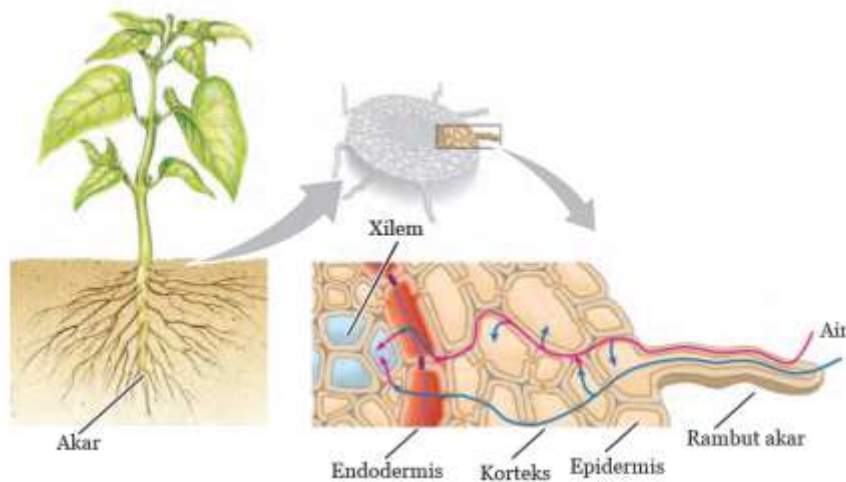
Konsep tekanan zat juga terdapat pada makhluk hidup, misalnya pada mekanisme pengangkutan air dan nutrisi pada tumbuhan, tekanan darah manusia, dan tekanan gas pada proses pernapasan.

- **Pengangkutan Air dan Nutrisi pada Tumbuhan**

Xilem dan floem adalah jaringan seperti tabung yang berperan dalam sistem pengangkutan pada tumbuhan. Air dan mineral dari dalam tanah akan diserap oleh akar, kemudian diangkut melalui xilem ke bagian batang dan daun tumbuhan. Zat makanan yang dibuat di daun akan diangkut melalui floem ke bagian lain tumbuhan yang memerlukan zat makanan. Lalu bagaimana mekanisme pengangkutan air, mineral, dan nutrisi tersebut?

5. Pengangkutan Air pada Tumbuhan

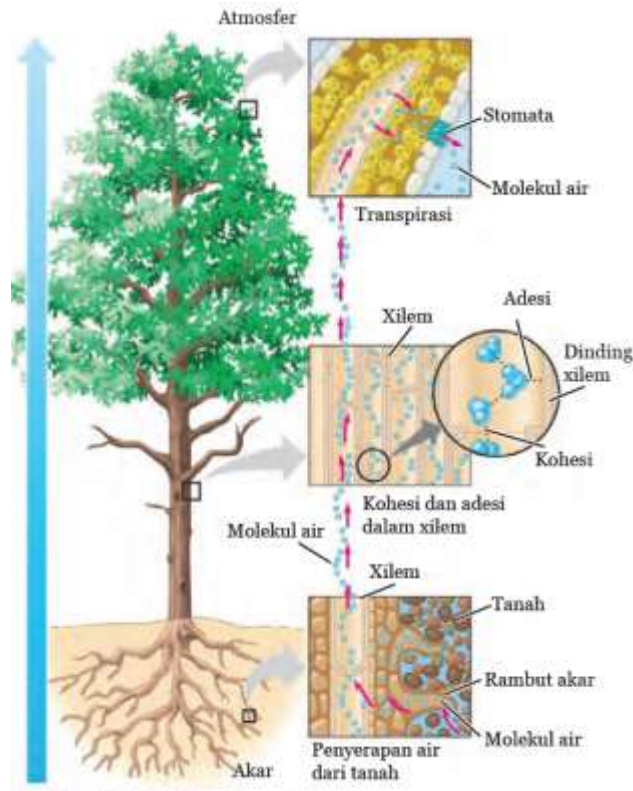
Perhatikan Gambar 3.21 untuk mengetahui jaringan yang dilalui oleh air ketika masuk ke dalam akar.



Gambar 171. Jalur pengangkutan air ketika masuk ke dalam akar
Sumber: Dok. Kemdikbud

Pertama-tama, air diserap oleh rambut-rambut akar. Kemudian, air masuk ke sel epidermis melalui proses secara osmosis. Selanjutnya, air akan melalui korteks. Dari korteks, air kemudian melalui endodermis dan perisikel. Selanjutnya, air masuk ke jaringan xilem yang berada di akar. Setelah tiba di xilem akar, air akan bergerak ke xilem batang dan ke xilem daun!

Tumbuhan tidak mempunyai mekanisme pemompaan cairan seperti pada jantung manusia. Lalu, bagaimanakah air dapat naik dari akar ke bagian tumbuhan lain yang lebih tinggi? Perhatikan Gambar 3.22 tentang pergerakan air dari akar menuju daun!



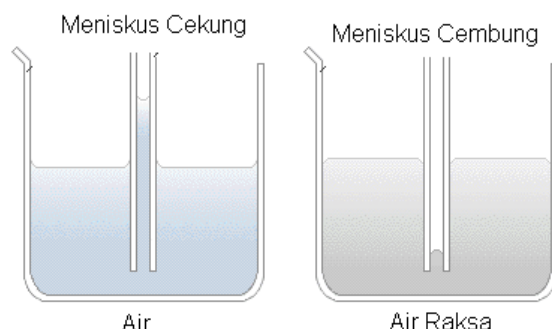
Gambar 172. Pengangkutan air dari akar menuju daun
Sumber: Campbell *et al.* 2008

Air dapat diangkut naik dari akar ke bagian tumbuhan lain yang lebih tinggi dan diedarkan ke seluruh tubuh tumbuhan karena adanya daya kapilaritas batang. Sifat ini seperti yang terdapat pada pipa kapiler. Pipa kapiler memiliki bentuk yang hampir menyerupai sedotan akan tetapi diameternya sangat kecil. Apabila salah satu ujung pipa kapiler dimasukkan ke dalam air, air yang berada pada pipa tersebut akan lebih tinggi daripada air yang berada di sekitar pipa kapiler. Begitu pula pada batang tanaman, air yang berada pada batang tanaman akan lebih tinggi apabila dibandingkan dengan air yang berada pada tanah.

Daya kapilaritas batang dipengaruhi oleh adanya gaya kohesi dan adhesi. Kohesi merupakan kecenderungan suatu molekul untuk dapat berikatan dengan molekul lain yang sejenis. Adhesi adalah kecenderungan suatu molekul untuk dapat berikatan dengan molekul lain yang tidak sejenis. Melalui gaya adhesi, molekul air membentuk ikatan yang lemah dengan dinding pembuluh. Melalui gaya kohesi akan terjadi ikatan antara satu molekul air dengan molekul air

lainnya. Hal ini akan menyebabkan terjadinya tarik-menarik antara molekul air yang satu dengan molekul air lainnya di sepanjang pembuluh xilem.

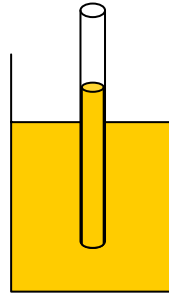
Gaya kohesi maupun gaya adhesi mempengaruhi bentuk permukaan zat cair dalam wadahnya. Misalkan ke dalam dua buah tabung reaksi masing-masing diisi air dan air raksa. Apa yang terjadi ? Permukaan air dalam tabung reaksi berbentuk cekung disebut meniskus cekung sedangkan permukaan air raksa dalam tabung reaksi berbentuk cembung disebut meniskus cembung. Hal itu dapat dijelaskan bahwa gaya adhesi molekul air dengan molekul kaca lebih besar daripada gaya kohesi antar molekul air, sedangkan gaya adhesi molekul air raksa dengan molekul kaca lebih kecil daripada gaya kohesi antara molekul air raksa.



Meniskus cekung dan meniskus cembung

Meniskus cembung maupun meniskus cekung menyebabkan sudut kontak antara bidang wadah (tabung) dengan permukaan zat cair berbeda besarnya. Meniskus cembung menimbulkan sudut kontak tumpul ($> 90^\circ$), sedangkan meniskus cekung menimbulkan sudut kontak lancip ($< 90^\circ$).

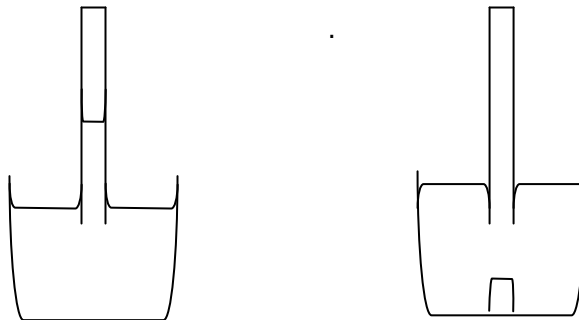
Gaya kohesi dan gaya adhesi juga berpengaruh pada gejala kapilaritas. Sebuah pipa kapiler kaca bila dicelupkan pada tabung berisi air akan dijumpai air dapat naik ke dalam pembuluh kaca pipa kapiler, sebaliknya bila pembuluh pipa kapiler dicelupkan pada tabung berisi air raksa akan dijumpai bahwa air raksa di dalam pembuluh kaca pipa kapiler lebih rendah permukaannya dibandingkan permukaan air raksa dalam tabung.



Gambar:

Pipa kapiler

Jadi kapilaritas sangat tergantung pada kohesi dan adhesi. Air naik dalam pembuluh pipa kapiler dikarenakan adhesi sedangkan air raksa turun dalam pembuluh pipa kapiler dikarenakan kohesi. Perhatikan gambar berikut ini.



Pada air: Permukaannya cekung, pada pipa kapiler permukaannya lebih tinggi, karena adhesinya lebih kuat dari kohesinya sendiri.

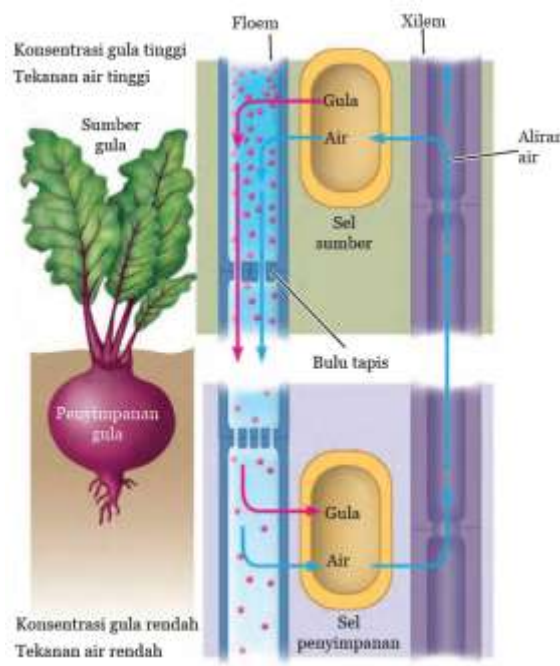
Pada raksa: Permukaannya cembung, sedangkan pada pipa kapiler permukaannya lebih rendah, karena kohesi air raksa lebih besar dari adhesi antara air raksa dengan kaca.

Selain disebabkan oleh gaya kohesi dan adhesi, naiknya air ke daun disebabkan oleh penggunaan air di bagian daun atau yang disebut dengan daya isap daun. Air dimanfaatkan oleh tumbuhan dalam proses fotosintesis. Pada daun, air juga mengalami penguapan. Penguapan air oleh daun disebut transpirasi. Penggunaan air oleh bagian daun akan menyebabkan terjadinya tarikan terhadap air yang berada pada bagian xilem sehingga air yang ada pada akar dapat naik ke daun.

6. Pengangkutan Nutrisi pada Tumbuhan

Semua bagian tumbuhan, yaitu akar, batang, daun, dan bagian lainnya memerlukan nutrisi. Agar kebutuhan nutrisi di setiap bagian tumbuhan terpenuhi, maka dibutuhkan suatu proses pengangkutan nutrisi hasil fotosintesis berupa gula dan asam amino ke seluruh tubuh tumbuhan. Pengangkutan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan terjadi melalui pembuluh floem.

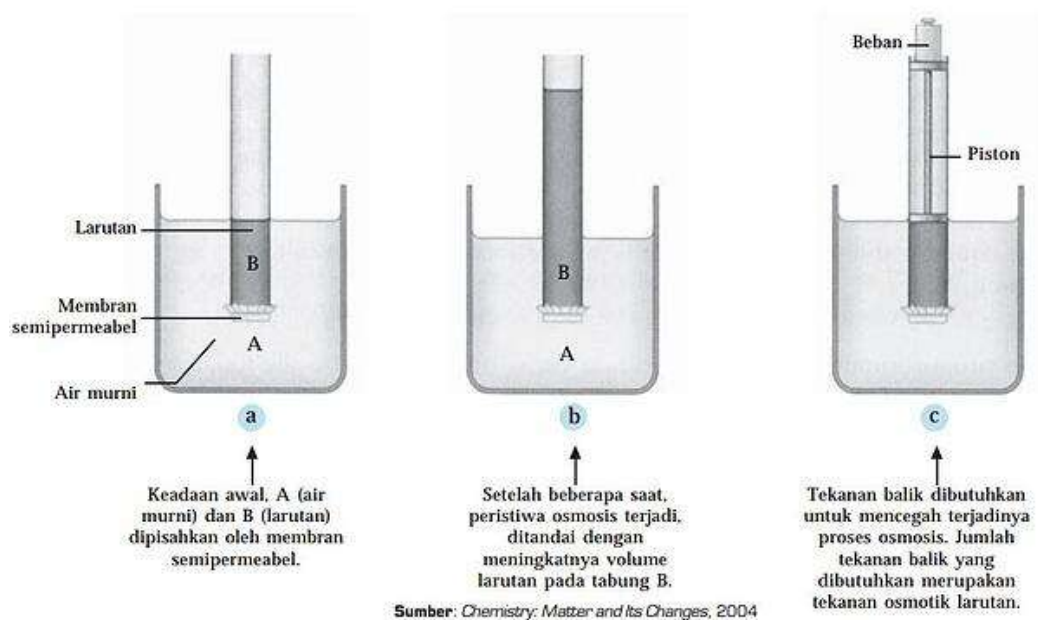
Pengangkutan zat-zat hasil fotosintesis dimulai dari sumbernya, yaitu daun (daerah yang memiliki konsentrasi gula tinggi) ke bagian tanaman lain yang dituju (daerah yang memiliki konsentrasi gula rendah) dengan dibantu oleh sirkulasi air yang mengalir melalui pembuluh xilem dan floem. Perhatikanlah Gambar 3.23!



Gambar 173. Pengangkutan nutrisi hasil fotosintesis pada tumbuhan
Sumber: Reece *et al.* 2012

7. Tekanan Osmotik

Osmosis adalah peristiwa difusi atau perpindahan pelarut dari suatu larutan lebih encer atau pelarut murni ke larutan yang lebih pekat melalui membran semipermeabel. Supaya kamu lebih paham, coba perhatikan gambar di bawah ini. Pada gambar tersebut ada dua wadah yang diisi air murni (A) dan suatu larutan (B). Keduanya dipisahkan oleh membran semipermeabel yang hanya bisa dilalui oleh molekul air saja.



Proses osmosis dengan membran semipermeabel

Gambar (a) menggambarkan kondisi awal, setelah beberapa lama akan tampak seperti gambar (b). Permukaan larutan B menjadi naik, sedangkan permukaan air murni B turun, hingga kesetimbangan tercapai. Tekanan balik dibutuhkan untuk menahan terjadinya osmosis seperti di gambar (c) yang besarnya tentu sama dengan tekanan pada peristiwa osmosis.

Jika kondisi antara dua larutan sama besar maka disebut isotonik. Apabila, salah satunya lebih besar disebut hipertonik, dan jika lebih rendah disebut hipotonik. Tekanan osmotik adalah tekanan hidrostatik yang terbentuk pada larutan untuk

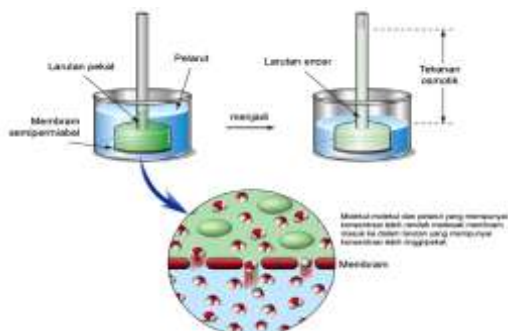
menghentikan proses osmosis pelarut ke dalam larutan melalui membran semipermeabel.

Seperti yang telah disebutkan, besarnya tekanan luar (tekanan osmotik) adalah sama dengan tekanan untuk melakukan osmosis tersebut. Tekanan osmotik juga dapat didefinisikan sebagai tekanan luar yang diberikan pada larutan untuk menghentikan proses osmosis pelarut ke dalam larutan melalui membran semipermeabel.

Jadi secara umum, pengertian tekanan ini adalah suatu larutan sama dapat berupa tekanan hidrostatik yang terbentuk dalam larutan atau tekanan luar yang diberikan pada larutan untuk menghentikan proses osmosis.

Tekanan yang timbul dari larutan yang berfungsi menahan agar molekul pelarut tidak dapat masuk ke dalam larutan. Masuknya molekul pelarut ke dalam larutan atau masuknya pelarut dari larutan yang encer ke dalam larutan yang lebih pekat melalui **Selaput semi permeabel**.

Perhatikan gambar :



Menurut **Van't Hoff** tekanan osmosis suatu larutan sama dengan tekanan gas zat terlarut jika zat itu terdapat dalam keadaan gas pada temperatur dan volume yang sama dengan temperatur dan volume larutan tersebut.

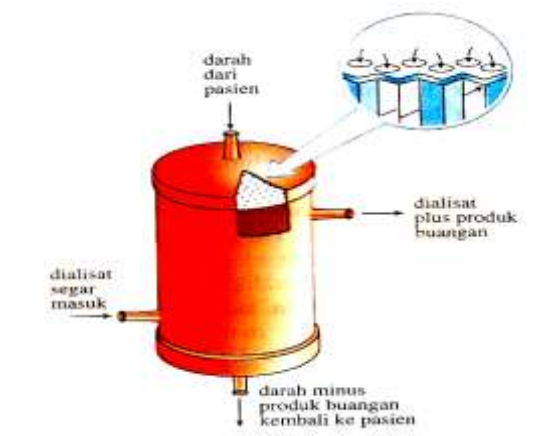
Proses Osmosis dalam Kehidupan Sehari-hari:

1. Sel darah merah diletakkan di dalam larutan NaCl 0,9 %, sel darah merah akan tetap. Lar NaCl 0,9% bersifat **isotonik** terhadap sel darah merah,

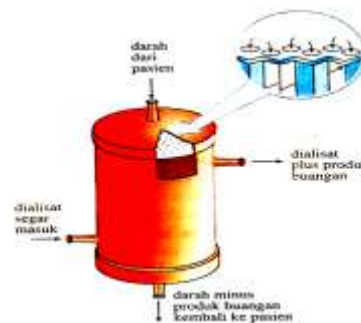
Dimana;

Sel darah merah diletakkan di dalam larutan NaCl 5 %, sel darah merah akan mengerut. Larutan NaCl 5 % bersifat hipertonik terhadap sel darah merah

2. Air tanah dapat masuk ke tanaman melalui sel akar lalu naik ke batang tanaman. Fenomena ini tergolong proses osmosis. Tumbuhan dapat menyerap air dari dalam tanah, kemudian mendistribusikannya ke seluruh bagian tumbuhan yang letaknya lebih tinggi. Air dapat masuk ke dalam sel tanaman, tetapi zat dalam sel tanaman tidak dapat keluar. Hal ini dikarenakan adanya selaput semipermeabel.



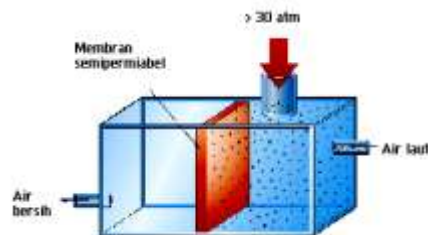
3. Proses pemisahan hasil metabolisme dari darah oleh ginjal juga merupakan proses **dialisis**. Jaringan ginjal sebagai selaput semipermeabel dapat dilewati air dan molekul-molekul kecil. Orang yang mengalami gagal ginjal dapat menjalani cuci darah, dimana fungsi ginjal diganti oleh mesin dialisator.



Osmosis Balik

Tekanan osmotik adalah tekanan yang diperlukan untuk menghentikan aliran pelarut dari larutan encer/pelarut ke larutan lebih pekat. Jika tekanan yang

diberikan lebih besar dari tekanan osmotiknya, maka akan terjadi aliran pelarut dari larutan pekat menuju ke larutan encer. Pemberian tekanan berlebih ini dikenal dengan osmosis balik yang dapat digunakan untuk memisahkan zat beracun dalam limbah industri, mendapatkan air minum dari air laut.



- **Tekanan Darah pada Sistem Peredaran Darah Manusia**

Tekanan yang terdapat pada pembuluh darah memiliki prinsip kerja seperti hukum Pascal. Hal ini karena tekanan pada pembuluh darah merupakan tekanan yang berada pada ruang tertutup. Pada saat jantung memompa darah, darah akan mendapatkan dorongan sehingga mengalir melalui pembuluh darah. Saat mengalir dalam pembuluh darah, darah memberikan dorongan pada dinding pembuluh darah yang disebut dengan tekanan darah. Agar tekanan darah tetap terjaga, maka pembuluh darah harus terisi penuh oleh darah. Bila terjadi kehilangan darah akibat kecelakaan atau penyakit, tekanan darah dapat hilang, sehingga darah tidak dapat mengalir menuju sel-sel di seluruh tubuh. Akibatnya, sel-sel tubuh akan mati karena tidak mendapatkan pasokan oksigen dan nutrisi.

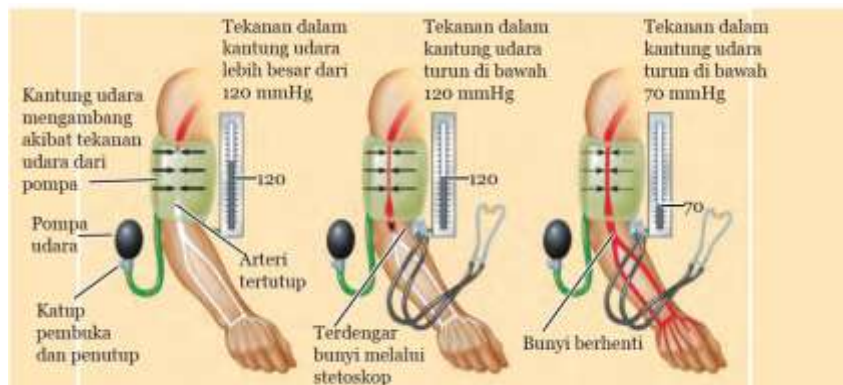
Tekanan darah diukur dengan menggunakan sebuah alat yang bernama *sphygmomanometer*, ada pula yang menyebutnya dengan tensimeter seperti yang terdapat pada Gambar 3.24.



Gambar 174.Sphygmomanometer
Sumber: Markuso, 2011

Tekanan darah diukur di dalam pembuluh nadi (arteri) besar yang biasanya dilakukan di tangan bagian lengan atas. Coba perhatikan Gambar 3.25! Tekanan darah yang normal berkisar antara 120/80 mmHg. Angka pertama menunjukkan tekanan saat bilik berkontraksi dan darah terdorong keluar dari bilik jantung melalui pembuluh arteri disebut angka sistol. Angka kedua, yaitu yang lebih rendah adalah hasil pengukuran tekanan saat bilik relaksasi dan darah masuk menuju bilik jantung, tepat sebelum bilik-bilik ini berkontraksi lagi, disebut angka diastol.

Gambar 175.Sphygmomanometer



Gambar 3.25.Cara mengukur tekanan darah
Sumber: Campbell *et al.* 2008

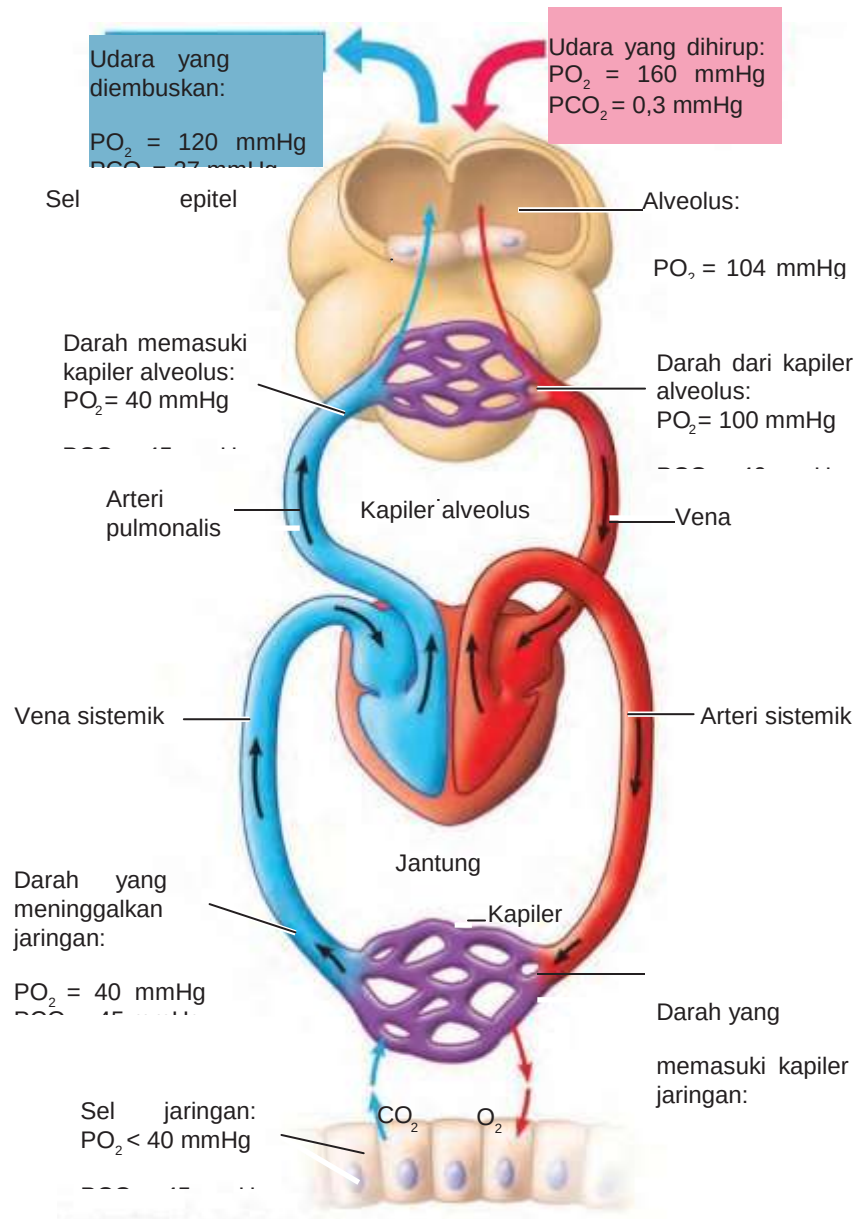
Pada proses pengukuran tekanan darah juga berlaku hukum Pascal. Dengan demikian, tekanan darah yang berada pada bagian aorta, akan sama dengan tekanan yang ada pada arteri atau pembuluh nadi yang ada di lengan atas atau di bagian tubuh yang lainnya.

- **Tekanan Gas pada Proses Pernapasan Manusia**

Di dalam paru-paru tepatnya di alveolus terjadi pertukaran antara oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2). Setiap menit paru-paru dapat menyerap sekitar 250 mL O_2 dan mengeluarkan sebanyak 200 mL CO_2 . Proses pertukaran antara O_2 dengan CO_2 terjadi secara difusi, yaitu proses perpindahan zat terlarut dari daerah yang memiliki konsentrasi dan tekanan parsial tinggi ke daerah yang memiliki konsentrasi dan tekanan parsial rendah.

Tekanan parsial adalah tekanan yang diberikan oleh gas tertentu dalam campuran gas tersebut. Pada bagian ini yang dimaksud dengan tekanan parsial adalah tekanan O_2 dan CO_2 yang terlarut di dalam darah. Tekanan parsial O_2 diberi simbol PO_2 , sedangkan tekanan parsial CO_2 diberi simbol PCO_2 . Pada sistem peredaran darah, tekanan parsial antara O_2 dan CO_2 bervariasi pada setiap organ. Darah yang masuk ke paru-paru melalui arteri pulmonalis memiliki PO_2 yang lebih rendah dan PCO_2 yang lebih tinggi daripada udara di dalam alveoli (alveoli merupakan jamak dari alveolus).

Pada saat darah memasuki kapiler alveoli, CO_2 yang terkandung dalam darah berdifusi menuju alveoli dan O_2 yang terkandung dalam udara di alveoli berdifusi ke dalam darah. Akibatnya PO_2 dalam darah menjadi naik (banyak mengandung oksigen) dan PCO_2 dalam darah menjadi turun (sedikit mengandung karbondioksida). Darah tersebut selanjutnya menuju ke jantung, kemudian dipompa ke seluruh bagian tubuh. Pada saat darah tiba di jaringan tubuh, O_2 dalam darah tersebut mengalami difusi menuju jaringan tubuh. Kandungan CO_2 dalam jaringan tubuh lebih besar dari pada kandungan CO_2 dalam darah, sehingga CO_2 dalam jaringan tubuh mengalami difusi ke dalam darah. Setelah melepaskan O_2 dan membawa CO_2 dari jaringan tubuh, darah kembali menuju jantung dan dipompa lagi ke paru-paru. Perhatikan Gambar 3.26!



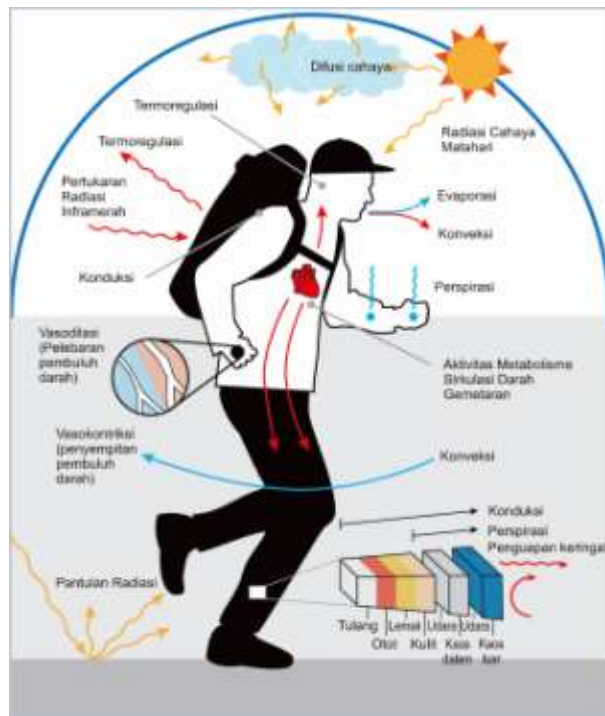
Gambar 176. Difusi Gas pada Proses Pernapasan dan Sirkulasi
Sumber: Reece *et al.* 2012

8. Pengaturan Suhu pada Makhluk Hidup

- **Mekanisme Pengaturan Suhu Tubuh Manusia**

Manusia memiliki mekanisme pengaturan untuk bisa mempertahankan suhu tubuh tetap optimal dalam berbagai macam kondisi lingkungan. Suhu tersebut, utamanya dipertahankan pada suhu 37°C apabila diukur secara oral atau melalui mulut. Akan tetapi, suhu tubuh masih dianggap normal apabila suhu tubuh dalam rentang 35,5° C pada pagi hari hingga 37,7°C pada malam hari. Rata-ratanya adalah 36,7°C. Pengaturan suhu ini amat penting supaya metabolisme sel tetap optimal. Istilah ini kita sebut sebagai termoregulasi.

Termoregulasi adalah suatu mekanisme makhluk hidup untuk mempertahankan suhu internal agar berada di dalam kisaran yang dapat ditolerir. Proses yang terjadi pada hewan untuk mengatur suhu tubuhnya agar tetap konstan dinamis. Mekanisme Termoregulasi terjadi dengan mengatur keseimbangan antara perolehan panas dengan pelepasan panas. Termoregulasi manusia berpusat pada hypothalamus anterior terdapat tiga komponen pengatur atau penyusun sistem pengaturan panas, yaitu termoreseptor, hypothalamus, dan saraf eferen serta termoregulasi dapat menjaga suhu tubuhnya, pada suhu-suhu tertentu yang konstan biasanya lebih tinggi dibandingkan lingkungan sekitarnya.



Gambar 177. Termoregulasi pada manusia
Sumber: sekedarperawat.blogspot.co.id

Mengapa Anda dapat Berkeringat?

Sistem tubuh manusia bekerja optimal pada suhu $36,5^{\circ}\text{C}$ hingga $37,5^{\circ}\text{C}$. Seringkali aktivitas dan lingkungan sekitar memaksa tubuh manusia bereaksi untuk menjaga agar suhu tubuhnya tetap optimal.



Gambar 178. Anda berkeringat saat berolahraga untuk mengeluarkan panas tubuh
Sumber: <http://www.wordpress.com>

Pada saat Anda beraktivitas, misalnya berolahraga akan terjadi peningkatan proses perubahan energi kimia makanan menjadi energi gerak (Gambar 4.35). Proses ini menghasilkan panas yang dapat meningkatkan suhu tubuh. Pada saat

ini, mekanisme dalam tubuh Anda memberi perintah agar tubuh berkeringat. Pada saat keringat itu menguap, proses penguapan keringat memerlukan kalor. Kalor ini diambil dari kulit tubuhmu, sehingga tubuh Anda yang memanas itu menjadi dingin, dan kembali ke suhu optimal. Pada saat itu, mengapa Anda merasa nyaman jika dikipasi? Saat dikipasi, proses penguapan keringat itu terjadi lebih cepat, sehingga tubuhmu segera kembali ke suhu optimumnya.

Pada konveksi, panas berpindah melalui aliran udara atau air. Misalnya dengan hembusan dari kipas angin maupun seperti pada saat mengendarai sepeda atau kendaraan dengan jendela terbuka. Itulah mengapa pada kondisi tersebut, kita cenderung merasa lebih dingin. Sementara itu, evaporasi berkaitan dengan keluarnya panas melalui penguapan keringat.

Pada tubuh, fungsi termostat diperankan oleh hipotalamus. Hipotalamus menerima informasi dari berbagai bagian tubuh. Selanjutnya dilakukan koordinasi untuk penentuan mekanisme mempertahankan atau melepaskan panas. Perubahan suhu hingga $0,01^{\circ}\text{C}$ dapat terdeteksi oleh hipotalamus ini. Sensor pada tubuh yang berperan untuk memberikan informasi mengenai suhu tubuh maupun suhu kulit disebut sebagai **termoreseptor**.

Mengapa saat kedinginan Anda cepat merasa lapar?

Pada saat Anda kedinginan, Anda akan menggigil (Gambar 4.36). Dengan menggigil, maka tubuh Anda bergerak cepat. Gerak tubuh Anda ini memaksa tubuh melakukan metabolisme, membakar energi kimia makanan menjadi energi gerak (dan tentu saja menghasilkan energi panas). Dengan cara ini, suhu tubuh tidak turun. Tentu saja, ada “harga yang harus dibayar”. Pada saat kedinginan, Anda cepat merasa lapar.

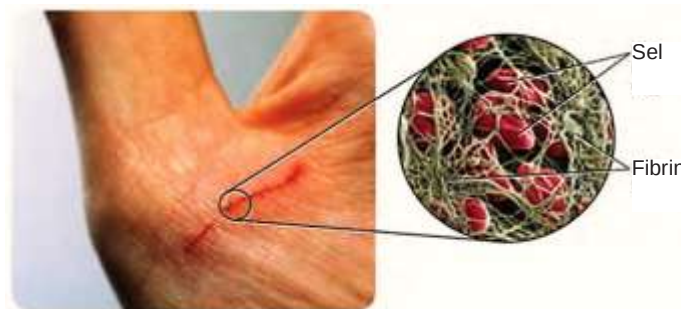


Gambar 179. Anda menggigil saat kedinginan untuk meningkatkan panas tubuh
Sumber: www.merdeka.com

Pada bayi, karena kemampuan untuk menggigilnya kurang, terdapat mekanisme non menggigil untuk mempertahankan panas. Pada saat bayi baru lahir, terdapat deposit jaringan adiposa berupa lemak coklat yang dapat mengkonversi energi kimia menjadi panas. Selain sebagai jalur pengiriman nutrisi, aliran darah pada pembuluh darah juga berperan dalam pengaturan suhu, terutama aliran darah yang menuju kulit. Sebagai pengatur suhu, aliran darah kulit dapat bervariasi dari 400 ml/menit hingga 2500 ml/menit. Semakin banyak darah yang mengalir ke kulit, panas yang terbawa dari tubuh bagian dalam melalui darah akan semakin banyak yang dapat keluar melalui proses konduksi-konveksi serta radiasi.

Mengapa darah membeku pada bagian yang terluka?

Darah yang mengalir pada tubuh manusia dapat mengalami perubahan wujud (Gambar 4.37). Jika kita terluka, darah akan mengalir. Jika luka tersebut dibiarkan, lama-lama darah akan mengering.



Gambar 4.37. Pembekuan darah ketika mengalami luka
Sumber: www.sindyfinata.blogspot.com

Pada saat itu, darah membeku, mengalami perubahan wujud cair menjadi padat. Kemampuan darah untuk membeku sangat bermanfaat bagi manusia karena mencegah terjadinya pengeluaran darah yang banyak dari dalam tubuh. Jika tubuh kekurangan darah maka bisa menimbulkan efek yang fatal (kematian).

Tahukah Anda? perilaku kita mempengaruhi panas yang dibuang oleh tubuh?

Selain dengan bantuan pembuluh darah, permukaan tubuh yang berkontak dengan lingkungan juga berperan dalam pengaturan suhu yang hendak dikonservasi atau hendak dibuang. Misalnya, dengan perubahan posisi tubuh

seperti meringkuk, bersedekap saat kedinginan atau membuka baju serta melebarkan badan saat kepanasan. Mengenakan baju hangat juga mekanisme perilaku yang dilakukan manusia untuk mempertahankan panas. Contoh lain perilaku yang manusia lakukan adalah menggunakan kipas angin, atau mandi. Namun, berbeda dengan kepercayaan umumnya, ternyata mengenakan pakaian yang longgar dan berwarna cerah ternyata lebih dingin dibandingkan dengan telanjang (Gambar 4.38). Hal ini karena pada saat telanjang, semua panas yang mengenai kulit akan diserap semuanya. Sementara itu, pada pakaian yang berwarna cerah justru memantulkannya. Oleh karena itu, jika pakaian berwarna terang tersebut cukup longgar dan tipis untuk konveksi serta evaporasi terjadi, mengenakan pakaian tersebut akan lebih dingin dibandingkan tidak memakai pakaian.



Gambar 180. Baju seragam sekolah umumnya berwarna terang atau putih. Mengapa?
Sumber: kumparannews.blogspot.com

Bagaimana mekanisme pengaturan suhu tubuh kita pada kondisi dingin?

Pada kondisi dingin tubuh akan mengalami hal-hal berikut (Gambar 4.39).



Gambar 181. Tubuh menggigil, mengenakan jaket, dan makan saat kedinginan
Sumber: coach.nine.com.au

Saat kedinginan, kita akan beradaptasi dengan mengurangi jumlah keringat yang dikeluarkan oleh kulit. Coba Anda perhatikan, otot di bawah kulit akan berkontraksi sehingga kantong rambut tegak. Ini menyebabkan rambut berdiri untuk menangkap panas. Kontraksi otot menimbulkan bintil-bintil kecil di tubuh, kondisi ini biasa kita sebut dengan istilah **merinding**. Dengan demikian, arteri yang membawa darah ke bawah permukaan kulit akan berkontraksi. Darah tidak mengalir menuju ke dekat permukaan kulit. Hal ini tentunya mencegah darah membuang panas ke lingkungan sehingga suhu tubuh tidak turun. Di sisi yang lain, kalau Anda menggigil, hal itu akan meningkatkan produksi panas. Dengan demikian, lebih sedikit panas yang hilang ke lingkungan melalui konveksi.

- **Mekanisme Pengaturan Suhu Tubuh pada Hewan**

Kapan biasanya anjing menjulurkan lidahnya? Mengapa anjing melakukan hal itu? Coba jelaskan.



Gambar 4.40. Anjing menjulurkan lidahnya
Sumber: ilfracombecarlton.co.uk

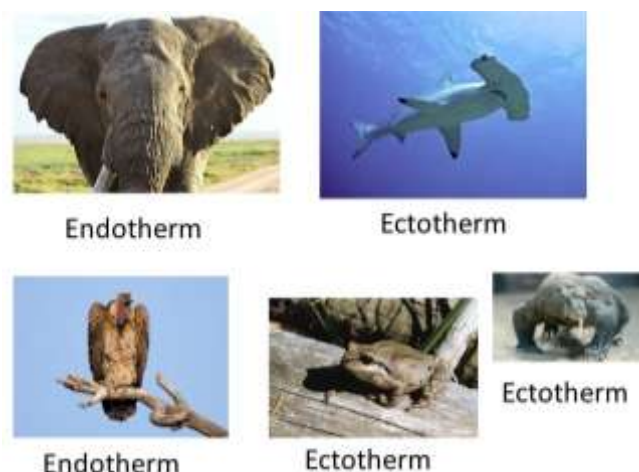
Pengaturan suhu tubuh hewan, semua jenis hewan memperoleh panas dari lingkungan dan melepaskannya kembali ke lingkungan, disamping mereka sendiri dapat menghasilkan panas sendiri dari dalam tubuhnya sebagai akibat aktivitas metabolismenya. Panas dari kedua asal dan peristiwa ini (dari luar dan dari dalam tubuh hewan tersebut) pada dasarnya merupakan sumber kemampuan untuk mengatur suhu tubuhnya, yang selanjutnya akan berakibat kepada perilaku metabolisme, perilaku gerak dan kelangsungan hewan tersebut.

Berdasarkan karakteristik temperatur tubuh yang dihasilkan hewan dan dipengaruhi tidaknya suhu tubuh hewan oleh lingkungan, dikenal empat istilah mekanisme pengaturan suhu tubuh pada hewan sebagai berikut:

1. ***Ectothermic***, hewan-hewan yang menyediakan suhu tubuhnya dari luar.
2. ***Enhothemic***, hewan-hewan yang menyediakan panas tubuh dari dalam tubuhnya sendiri.
3. ***Homeothermic***, hewan-hewan yang suhu tubuhnya konstan (relatif tetap)
4. ***Poikilothermic***, hewan-hewan yang suhu tubuhnya fluktuatif mengikuti suhu tubuhnya dan fluktuatif mengikuti suhu lingkungannya.

Semua bangsa reptil termasuk ke dalam kelompok *ectothermic*, sedangkan ikan dilaut termasuk kedalam hewan yang *ectotherm-homoiterm*; panas tubuhnya berasal dari luar tubuhnya (dari lingkungannya) akan tetapi suhu tubuhnya konstan (tetap).

Reptil adalah hewan *ektoterm-poikiloterm* karena tubuh mereka sangat dipengaruhi oleh temperatur lingkungan, akan tetapi suhu tubuh reptil juga dipengaruhi oleh tingkah lakunya. Mereka akan berjemur dibawah sinar matahari untuk menghangatkan tubuhnya atau mencari tempat yang teduh untuk menghindari *overheating* (panas yang berlebih) (Lihat Gambar 4.41).



Gambar 182. Mekanisme pengaturan suhu tubuh hewan
Sumber: canacopegdl.com

Beberapa hewan endoterm, seperti rubah kutub adalah jenis hewan spesialis udara dingin. Strategi mereka yang paling jelas nyata adalah melawan dingin dengan menggunakan isolasi/penyekatan yang disediakan oleh suatu bulu tebal. Ikan hiu adalah binatang air yang mengandalkan sebagian besar lemak untuk mengisolasi/menyekat tubuhnya dari pengaruh suhu luar ketika berada didalam air (Gambar 4.42.). Manusia bersama-sama dengan mamalia lain dan burung termasuk kedalam kelompok *endothermic*. Kelompok ini dapat memelihara suhu tubuh secara relatif konstan (tetap) terbebas dari pengaruh suhu/ temperatur lingkungan.



Gambar 183. Hiu menggunakan lemak untuk menjaga suhu tubuh dari dinginnya
Sumber: <http://semananjung-senja.blogspot.co.id>

Dalam termoregulasi dikenal adanya hewan berdarah dingin (*cold-blood animals*) dan hewan berdarah panas (*warm-blood animals*) (Gambar 4.43). Namun, ahli Biologi lebih suka menggunakan istilah ektoterm dan endoterm yang berhubungan dengan sumber panas utama tubuh hewan.



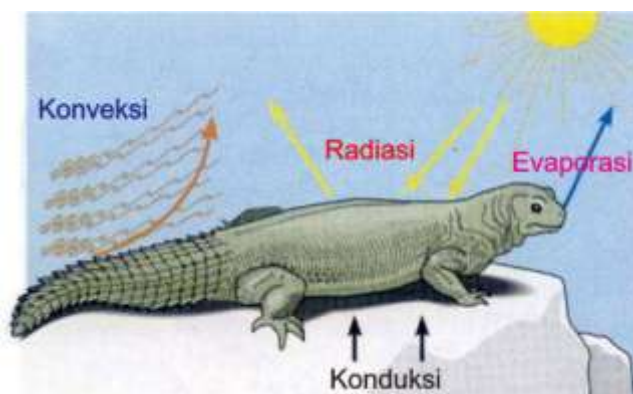
Gambar 4.43. Hasil pencitraan infra merah menunjukkan bahwa Anjing adalah hewan berdarah panas dan Bunglon adalah hewan berdarah dingin.
Sumber: <http://semananjung-senja.blogspot.co.id>

Ektoterm adalah hewan yang panas tubuhnya berasal dari lingkungan (menyerap panas lingkungan). Suhu tubuh hewan ektoterm cenderung berfluktuasi, tergantung pada suhu lingkungan. Hewan dalam kelompok ini adalah anggota invertebrata, ikan, amfibi, dan reptilia. Sedangkan endoterm adalah hewan yang panas tubuhnya berasal dari hasil metabolisme. Suhu tubuh hewan ini lebih konstan. Endoterm umum dijumpai pada kelompok burung (Aves), dan mamalia.

9. Mekanisme perubahan panas tubuh hewan

Coba Anda lihat Gambar 4.44, dalam pengaturan suhu tubuh, hewan harus mengatur panas yang diterima atau yang hilang ke lingkungan. Mekanisme perubahan panas tubuh hewan dapat terjadi dengan 4 proses, yaitu konduksi, konveksi, radiasi, dan evaporasi.

- a. Konduksi adalah perubahan panas tubuh hewan karena kontak dengan suatu benda.
- b. Konveksi adalah transfer panas akibat adanya gerakan udara atau cairan melalui permukaan tubuh.
- c. Radiasi adalah emisi dari energi elektromagnet. Radiasi dapat mentransfer panas antar obyek yang tidak kontak langsung. Sebagai contoh, radiasi sinar matahari.
- d. Evaporasi proses kehilangan panas dari permukaan cairan yang ditransformasikan dalam bentuk gas.



Gambar 4.44. Termoregulasi pada Biawak
Sumber: Campbell, 2011

Terdapat beberapa adaptasi yang dilakukan hewan untuk menjaga tubuhnya.

1. Hewan mempunyai kemampuan adaptasi terhadap perubahan suhu lingkungan. Apakah yang dilakukan mamalia dan burung pada kondisi suhu sangat dingin dan sangat panas?
2. Pada ektoterm (misal pada lebah madu), adaptasi terhadap suhu dingin dengan cara berkelompok dalam sarangnya. Mengapa demikian?



Gambar 4.45. Termoregulasi pada Lebah
Sumber: youtube.com

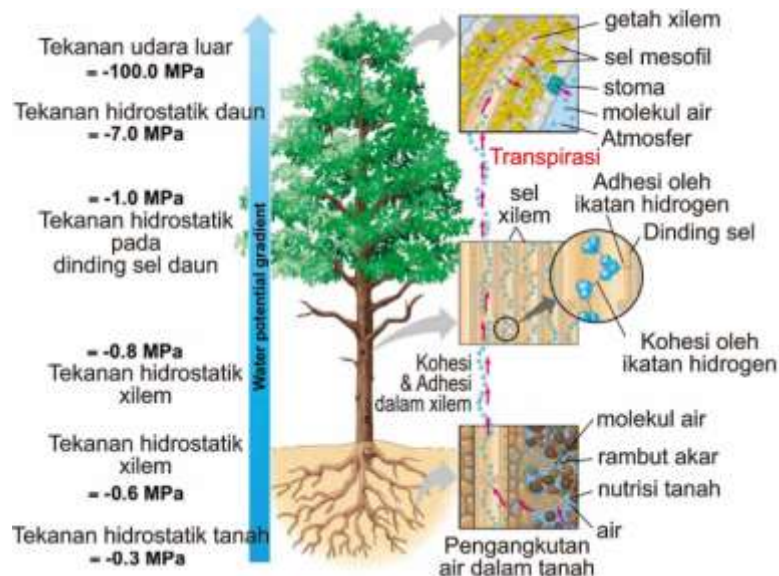
- **Mekanisme Pengaturan Suhu Tubuh pada Tumbuhan**

Tahukah Anda, tumbuhan merupakan makhluk hidup yang tidak bergerak secara aktif melainkan gerakannya bersifat pasif. Tumbuhan memang tidak memiliki alat gerak seperti kaki dan tangan yang terdapat pada hewan dan manusia, tetapi organ-organ mereka sangatlah kompleks untuk dipelajari. Di setiap tumbuhan tersebut pasti ada jaringan pengangkutan terpenting yang terdiri dari xilem dan floem. Kedua jaringan tersebut berperan sangat penting bagi proses kehidupan sebuah tanaman dan berperan untuk mengambil air dari dalam tanah dan kemudian menyebarkannya ke seluruh bagian tanaman agar semua organ tanaman dapat berkembang secara maksimal. Proses ini yang dinamakan dengan transportasi pada tumbuhan.



Gambar 4.45. Transpirasi pada tumbuhan
Sumber: <http://hqwall.net>

Tumbuhan melakukan transpirasi, yaitu pelepasan dalam bentuk uap melalui stomata (Gambar 4.45). Transpirasi ini merupakan salah satu mekanisme pengaturan fisiologi pada tumbuhan yang terkait dengan berbagai kondisi yang ada di tubuhnya dan lingkungan sekitarnya. Adanya transpirasi ini menyebabkan terjadinya aliran air yang berlangsung secara imbas dari akar, batang, dan daun. Aliran air tersebut akan ikut membantu proses penyerapan dan transportasi air tanah di dalam tubuh tumbuhan. Mekanisme transpirasi dijelaskan pada Gambar 4.46.



Gambar 4.46. Mekanisme transpirasi pada tumbuhan
Sumber: <http://hqwall.net>

Air diserap ke dalam akar secara osmosis melalui rambut akar, sebagian besar bergerak menurut gradien potensial air melalui xilem. Air dalam pembuluh xilem mengalami tekanan besar karena molekul air polar menyatu dalam kolom berlanjut akibat dari penguapan yang berlangsung di bagian atas. Sebagian besar ion bergerak melalui simplas dari epidermis akar ke xilem, dan kemudian ke atas melalui arus transportasi.

Tumbuhan melakukan transpirasi untuk mengubah air menjadi bentuk uap air dari jaringan hidup tanaman yang terletak di atas permukaan tanah melewati stomata, lubang kutikula, dan lentisel. Transpirasi terjadi pada siang hari saat panas, melalui stomata (mulut daun), lubang kutikula, dan lentisel (celah batang). Semakin cepat laju transpirasi berarti semakin cepat pengangkutan air dan zat hara terlarut, demikian pula sebaliknya. Alat untuk mengukur besarnya laju transpirasi melalui daun disebut fotometer atau **transpirometer**.

Tidak semua tumbuhan mengalami proses transpirasi. Sedangkan pada tumbuhan yang mengalami proses ini, transpirasi terkadang terjadi secara berlebihan sehingga mengakibatkan tumbuhan kehilangan banyak air dan lama kelamaan layu sebelum akhirnya mati.



Gambar 4.47. Transpirasi berlebihan menyebabkan tumbuhan layu
Sumber: <http://awalilmu.blogspot.co.id>

10. Jenis-jenis Transpirasi

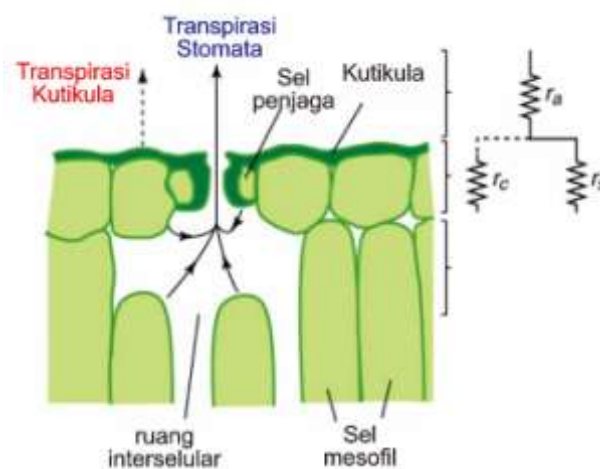
Ada tiga tipe transpirasi yaitu :

1. *Transpirasi Kutikula*

Adalah evaporasi(penguapan) air yang terjadi secara langsung melalui kutikula epidermis. Kutikula daun secara relatif tidak tembus air, dan pada sebagian besar jenis tumbuhan transpirasi kutikula hanya sebesar 10 persen atau kurang dari jumlah air yang hilang melalui daun-daun. Oleh karena itu, sebagian besar air yang hilang terjadi melalui stomata.

2. *Transpirasi Stomata*

Adalah Sel-sel mesofil daun tidak tersusun rapat, tetapi diantara sel-sel tersebut terdapat ruang-ruang udara yang dikelilingi oleh dinding-dinding sel mesofil yang jenuh air. Air menguap dari dinding-dinding basah ini ke ruang-ruang antar sel, dan uap air kemudian berdifusi melalui stomata dari ruang-ruang antar sel ke atmosfer di luar. Sehingga dalam kondisi normal evaporasi membuat ruang-ruang itu selalu jenuh uap air. Asalkan stomata terbuka, difusi uap air ke atmosfer pasti terjadi kecuali bila atmosfer itu sendiri sama-sama lembap.



Gambar 184. Transpirasi kutikula dan stomata. Laju transpirasi ibarat resistansi dalam rangkaian listrik. Dimana Stomata (r_s) dan kutikula (r_k) dipasang secara parallel. Jika transpirasi terjadi pada kedua bagian ini,

3. *Transpirasi Lentikuler*

Lentisel adalah daerah pada kulit kayu yang berisi sel-sel yang tersusun lepas yang dikenal sebagai alat komplementer, uap air yang hilang melalui jaringan ini sebesar 0.1 % dari total transpirasi (Gambar 4.49).



Gambar 4.49. Transpirasi lentikuler terjadi pada lentisel.
Sumber: incessantoptimism.wordpress.com

Kegiatan transpirasi dipengaruhi oleh banyak faktor baik faktor dalam ataupun faktor luar, antara lain :

1. Faktor Dalam :

- a. Stomata : jumlah per satuan luas, letak/ lokasi stomata (permukaan bawah atau atas daun, timbul/ tenggelam), waktu bukaan stomata, banyak sedikitnya stomata, bentuk stomata
- b. Daun : warna daun (kandungan klorofil daun), posisinya menghadap matahari atau tidak, besar kecilnya daun, tebal tipisnya daun, berlapiskan lilin atau tidaknya permukaan daun, banyak sedikitnya bulu di permukaan daun.

2. Faktor Luar :

- a. Sinar matahari : sinar matahari menyebabkan membukanya stomata dan gelap menyebabkan tertutupnya stomata, jadi semakin tinggi intensitas sinar matahari yang diterima daun, maka kecepatan transpirasi akan semakin tinggi.
- b. Temperatur : semakin tinggi temperatur, kecepatan transpirasi akan semakin tinggi pula.
- c. Kelembaban udara : udara yang basah akan menghambat transpirasi sedangkan udara yang kering akan memperlancar transpirasi.
- d. Angin : angin mempunyai pengaruh ganda yang cenderung saling bertentangan terhadap laju transpirasi. Secara singkat dapat disimpulkan bahwa angin cenderung untuk meningkatkan laju transpirasi, baik di dalam naungan atau cahaya, melalui penyapuan uap air. Akan tetapi, di bawah sinar matahari, pengaruh angin terhadap penurunan suhu daun, dengan demikian terhadap penurunan laju transpirasi, cenderung lebih penting daripada pengaruhnya terhadap penyingkiran uap air. Oleh karena itu dalam udara yang bergerak, besarnya lubang stomata mempunyai pengaruh lebih besar terhadap transpirasi daripada dalam udara tenang. Tetapi efek angin secara keseluruhan adalah selalu meningkatkan transpirasi.
- e. Keadaan air di dalam tanah : air di dalam tanah ialah satu-satunya sumber

yang pokok, dari mana akar-akar tanaman mendapatkan air yang dibutuhkan. Laju transpirasi dapat dipengaruhi oleh kandungan air tanah dan laju absorpsi air dari akar. Pada siang hari, biasanya air ditranspirasikan dengan laju yang lebih cepat daripada penyerapannya dari tanah. Hal tersebut menimbulkan defisit air dalam daun. Pada malam hari akan terjadi kondisi yang sebaliknya, karena suhu udara dan suhu daun lebih rendah. Jika kandungan air tanah menurun, sebagai akibat penyerapan oleh akar, gerakan air melalui tanah ke dalam akar menjadi lebih lambat.



Gambar 185. Faktor-faktor yang mempengaruhi transpirasi
Sumber: missyruiswebsite.blogspot.com

D. Rangkuman

Rangkuman Transformasi energi dalam Sel

- Makanan merupakan sumber energi bagi tubuh manusia. Untuk berolahraga, belajar, dan aktivitas lain manusia membutuhkan makanan sebagai sumber energi. Zat makanan yang berperan sebagai sumber energi adalah karbohidrat, lemak, dan protein.
- Karbohidrat merupakan senyawa kimia yang banyak tersusun oleh unsur-unsur karbon. Unsur yang terdapat dalam karbohidrat adalah C, H, dan O. Bahan makanan yang banyak mengandung karbohidrat, misalnya beras, jagung, kentang, gandum, umbi-umbian, dan buah-buahan yang rasanya manis.

- Protein merupakan senyawa kimia yang mengandung unsur C, H, O, N (kadang juga mengandung unsur P dan S). Bahan makanan yang mengandung banyak protein antara lain
 - a. protein hewani, misalnya daging, ikan, telur, susu, dan keju;
 - b. protein nabati, misalnya kacang-kacangan, tahu, tempe, dan gandum.
- Lemak merupakan senyawa kimia yang mengandung unsur C, H, dan O. Peran lemak adalah menyediakan energi, melarutkan vitamin A, D, E, K, dan menyediakan asam lemak esensial bagi tubuh manusia. Bahan makanan yang mengandung banyak lemak antara lain
 - a. lemak hewani: keju, daging, susu, dan ikan basah;
 - b. lemak nabati: kelapa, kemiri, kacang-kacangan, dan buah avokad.
- Transformasi energi dalam sel terjadi dalam bentuk:
 - a. transformasi energi oleh klorofil;
 - b. transformasi energi oleh mitokondria.
- Metabolisme adalah proses-proses kimia yang terjadi di dalam tubuh makhluk hidup/sel. Metabolisme terdiri atas reaksi pembentukan/sintesis/anabolisme seperti fotosintesis dan reaksi penguraian/disintesis/katabolisme seperti respirasi.

Rangkuman Sistem Gerak Manusia

- Empat fungsi utama tulang bagi tubuh : memberi bentuk dan menopang tubuh; melindungi organ dalam; tempat menempelnya otot; serta tempat pembentukan sel darah.
- Bentuk tulang manusia dibedakan menjadi empat, yaitu: (1) tulang panjang, (2) tulang pipih, (3) tulang pendek, dan (4) tulang tidak beraturan,
- Otot merupakan alat gerak aktif. Otot Rangka adalah otot yang paling banyak terdapat di dalam tubuh, disebut dengan otot lurik. Otot polos berkontraksi dan berelaksasi dengan lambat. Otot ini berbentuk gelendong serta memiliki sebuah inti pada tiap selnya. Otot jantung hanya ditemukan di jantung. Otot jantung mempunyai garis-garis seperti otot rangka. Sebaliknya, cara kerja otot jantung mirip otot polos karena tergolong otot tidak sadar.

- Sendi adalah tempat bertemunya dua tulang atau lebih. Dengan adanya sendi, hubungan antara tulang-tulang tubuh dapat digerakkan.

Rangkuman Tekanan Zat pada Makhluk Hidup

- Aplikasi konsep tekanan zat pada makhluk hidup dapat ditemui pada pengangkutan air dan nutrisi pada tumbuhan, tekanan darah pada pembuluh darah manusia, dan tekanan gas pada proses pernapasan.
- Air dapat diangkut naik dari akar ke bagian tumbuhan lain yang lebih tinggi dan diedarkan ke seluruh tubuh tumbuhan karena adanya daya kapilaritas batang dan daya isap daun.
- Pengangkutan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan terjadi melalui pembuluh floem. Perjalanan zat-zat hasil fotosintesis dimulai dari sumbernya, yaitu daun (daerah yang memiliki konsentrasi gula tinggi) ke bagian tumbuhan lain yang dituju (daerah yang memiliki konsentrasi gula rendah)

Rangkuman Pengaturan Suhu pada Makhluk Hidup

- Termoregulasi adalah suatu mekanisme makhluk hidup untuk mempertahankan suhu internal agar berada di dalam kisaran yang dapat ditolerir. Mekanisme Termoregulasi terjadi dengan mengatur keseimbangan antara perolehan panas dengan pelepasan panas.
- Sensor pada tubuh yang berperan untuk memberikan informasi mengenai suhu tubuh maupun suhu kulit disebut sebagai termoreseptor.
- Terdapat empat istilah mekanisme pengaturan suhu tubuh pada hewan sebagai berikut:
 - **Ectothermic**, hewan-hewan yang menyediakan suhu tubuhnya dari luar.
 - **Enothermic**, hewan-hewan yang menyediakan panas tubuh dari dalam tubuhnya sendiri.
 - **Homeothermic**, hewan-hewan yang suhu tubuhnya konstan (relatif tetap)
 - **Poikilothermic**, hewan-hewan yang suhu tubuhnya fluktuatif mengikuti suhu tubuhnya dan fluktuatif mengikuti suhu lingkungannya
- Transpirasi adalah mekanisme hilangnya air dari tumbuhan, bisa melalui stomata atau melalui kutikula. Tetapi lebih banyak yang hilang dari stomata. Ada tiga tipe transpirasi yaitu transpirasi kutikula dan transpirasi stomata dan transpirasi lentikuler
- Mekanisme Transpirasi pada tumbuhan, hal yang penting adalah difusi uap air dari udara yang lembab di dalam daun ke udara kering di luar daun. Kehilangan air dari daun umumnya melibatkan kekuatan untuk menarik air ke dalam daun dari berkas pembuluh yaitu pergerakan air dari sistem pembuluh dari akar ke pucuk, dan bahkan dari tanah ke akar
- Faktor yang mempengaruhi transpirasi terbagi atas dua faktor internal ialah : Stomata dan daun, dan pada faktor luar atau eksternal ialah : Sinar matahari, Temperatur, Kelembaban udara, Angin, Keadaan air di dalam tanah.
- Peristiwa berubahnya air menjadi uap dan bergerak dari permukaan tanah dan permukaan air ke udara disebut evaporasi (penguapan). Peristiwa

penguapan dari tanaman disebut transpirasi. Kedua-duanya bersama-sama disebut Evapotranspirasi

- Kegunaan Transpirasi pada tumbuhan antara lain: Pengangkutan air ke daun dan difusi air antar sel, penyerapan dan pengangkutan air, hara, pengangkutan asimilatif, membuang kelebihan air, pengaturan bukaan stomata, mempertahankan suhu daun, kerugian transpirasi tumbuhan ialah : pengaruh transpirasi yang merugikan akan kelihatan dengan layunya daun, sebagai akibat hilangnya turgor.