

Bab 3 Tekanan

Paus besi milik AS tersebut merupakan kapal selam diesel tak berawak dan memiliki jangkauan 9.600 kilometer. Dengan berat hanya 50 ton, Paus besi dapat menjelajah di dalam laut berbulan-bulan. Selain dilengkapi dengan sistem navigasi tercanggih paus besi dapat menyelam hingga kedalaman 11 ribu kaki atau 3.400-kilometer dengan kecepatan tertinggi mencapai 8 knot (15 km/jam). Paus besi di atas dapat membantu umat manusia dalam menjelajah luas dan dalamnya kekayaan bahari. Sangat cocok dengan negara-negara kepulauan seperti Indonesia. Apa yang membuat kapal selam dapat bergerak di dalam air? Mengapa kapal selam dengan bobot berton-ton tidak tenggelam menyentuh dasar laut?

Pada Bab ini kamu akan mempelajari konsep tekanan pada zat cair dengan membuat replika kapal selam penyelamatan. Ayo pelajari bab ini dengan antusias.

Kata Kunci

- Tekanan
- Berat
- Zat Cair
- Kapal Selam



Pertanyaan apakah yang ingin kalian temukan jawabannya dalam bab ini?

1.
2.

A. Tekanan Zat Padat

Gaya pada kaki dan luas permukaan benda yang disentuh sangat menentukan besarnya tekanan yang dirasakan. Kamu dapat mengetahuinya bahwa luas ujung duri lebih kecil dibandingkan ujung batu. Menginjak duri lebih sakit dibanding menginjak batu. Kamu dapat menemukan bahwa semakin kecil luas permukaan sentuh, maka semakin besar tekanan yang dirasakan. Sederhananya bahwa tekanan berbanding terbalik dengan luas permukaan sentuh. Akhirnya kamu dapat memahami bahwa tekanan menyatakan gaya per satuan luas atau singkatnya tekanan adalah penyebaran gaya.

Besarnya tekanan yang dihasilkan bergantung pada besarnya dorongan (gaya) yang diberikan dan luas permukaan pijakan atau luas bidang tekannya. Apabila gaya yang diberikan pada suatu benda (F) semakin besar, maka tekanan yang dihasilkan akan semakin besar. Sebaliknya, semakin luas permukaan suatu benda, tekanan yang dihasilkan semakin kecil. Secara matematis, besaran tekanan dapat dituliskan dalam persamaan sebagai berikut:

$$p = \frac{F}{A}$$

dengan:

p = Tekanan (N/m^2 atau pascal (Pa))

F = Gaya (Newton)

A = Luas bidang (m^2)

Di atas adalah definisi umum tekanan yang dapat diaplikasikan langsung pada benda padat. Perlu diketahui bahwa tekanan pada suatu zat dibagi menjadi 3 yaitu: tekanan zat padat, tekanan zat cair dan tekanan gas. Sebelum kita lanjut tekanan zat cair dan gas, agar lebih memahami konsep tekanan kamu dapat melakukan **Aktivitas 3.1** berikut ini.



Ayo Bandingkan Aktivitas 3.1

Menurut kamu apabila seorang wanita menggunakan sepatu yang manakah yang paling bisa menandai tanah? Menggunakan konsep tekanan, berikan alasanmu.



Sumber: pixabay.com/Capri23auto



Sumber: pixabay.com/STUX



Mari Uji Kemampuan Kalian

1. Sebuah mobil bak memiliki berat kosong 100.000 newton, jika mobil bak tersebut memiliki 4 buah roda dan masing-masing area tanah yang bersentuhan dengan roda adalah sebesar 0.1 m^2 , berapakah tekanan yang dirasakan pada masing-masing roda?
2. Apakah kamu pernah memperhatikan mengapa ada truk-truk besar yang memiliki lebih dari empat roda. Mengapa demikian?

B. Tekanan Zat Cair

Apakah di tempat tinggalmu masih ada danau atau dekat dengan laut? Pernahkah kamu menyelam ke dasar laut atau danau? Apa yang kamu rasakan pada tubuhmu? Mengapa demikian?

1. Tekanan Hidrostatik

Ketika menyelam kamu merasakan tekanan di telingamu? Jika kamu menyelam lebih dalam maka tekanan di telingamu akan semakin terasa. Apa yang menyebabkan fenomena tersebut? Kedalaman dan massa jenis suatu zat cair berpengaruh pada besaran tekanan. Inilah yang disebut tekanan hidrostatik. Semakin dalam zat cair, semakin besar tekanan yang dihasilkan. Semakin besar massa jenis zat cair, semakin besar pula tekanan yang dihasilkan. Pada bagian sebelumnya kita sudah memahami bahwa tekanan merupakan besarnya gaya per satuan luas permukaan tempat gaya itu bekerja, secara matematis dirumuskan sebagai:

$$p = \frac{F}{A}$$

Pada zat cair, gaya (F) disebabkan oleh berat zat cair (w) yang berada di atas benda, sehingga:

$$p = \frac{W}{A}$$

Karena:

$$\begin{aligned}\text{berat (w)} &= m \times g \\ m &= \rho \times V \\ V &= h \times A\end{aligned}$$

Maka dapat ditulis bahwa:

$$p = \frac{\rho \times g \times h \times A}{A} = \rho \times g \times h$$

dengan:

p = Tekanan (N/m²)

m = Massa benda (kg)

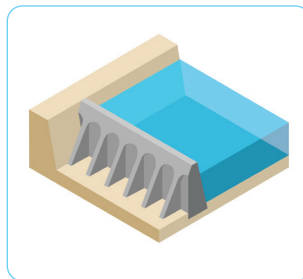
ρ = Massa jenis zat cair (kg/m³)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

h = Tinggi zat cair (m)

V = Volume (m³)

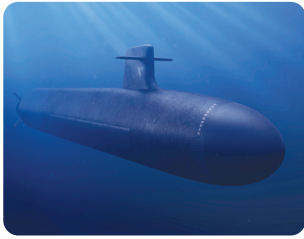
Manusia diperkirakan mampu menyelam hingga kedalaman sekitar 20 meter. Lebih dalam dari itu, tekanan air akan semakin besar (>240.000 Pa) dan paru-paru manusia tidak akan dapat menahannya. Perancangan struktur bangunan, seperti kilang minyak di laut lepas, bagian dermaga di pelabuhan, penampungan air atau bendungan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), dan lainnya perlu memperhatikan tekanan hidrostatik. Kapal selam juga dirancang sedemikian rupa dengan memperhitungkan tekanan hidrostatik air laut sehingga dapat menyelam sampai ke kedalaman ratusan meter tanpa mengalami kebocoran atau kerusakan.



Gambar 3.1 Struktur bendungan air.

Sumber: Pixabay.com/Lynn Greyling

2. Hukum Archimedes

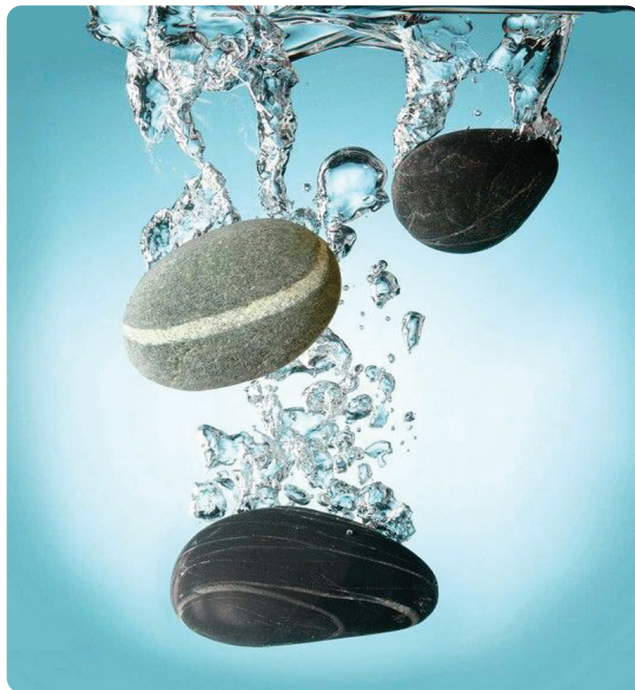


Gambar 3.2 Kapal selam.

Sumber: [navalpost.com/Ryan White](https://navalpost.com/)
(February 20, 2021)

Kita telah mengetahui bahwa tekanan hidrostatik merupakan poin penting yang harus diperhitungkan dalam merancang kapal selam. Perancangan struktur kapal selam dan pemilihan bahan pembuatannya mempengaruhi tekanan hidrostatik. Kira-kira bahan apa yang sesuai untuk pembuatan kapal selam? Salah satunya adalah baja. Baja merupakan logam yang terbuat dari campuran besi dan karbon. Dengan demikian, massa jenis yang dihasilkan lebih besar daripada massa jenis air laut sehingga baja dapat menahan tekanan hidrostatik air laut.

Coba kamu perhatikan, saat suatu benda dimasukkan ke dalam air, benda tersebut terlihat lebih ringan sehingga sepertinya massa benda berkurang. Sebenarnya yang terjadi bukan ada massa benda yang hilang melainkan adanya gaya apung (F_a). Gaya apung mendorong benda ke atas atau berlawanan dengan arah benda. Perhatikan **Gambar 3.3**.



Gambar 3.3 Gaya yang bekerja pada batu yang tenggelam.

Secara matematis, dapat dituliskan:

$$F_a = w_{bu} - w_{ba}$$

Sehingga,

$$w_{ba} = w_{bu} - F_a$$

dengan:

F_a = Gaya apung (N)

w_{ba} = Berat benda di air (N)

w_{bu} = Berat benda di udara (N)

Archimedes mempelajari fenomena ini dan kemudian menghasilkan Hukum Archimedes yang berbunyi:

“Jika benda dicelupkan ke dalam zat cair, maka benda itu akan mendapat gaya ke atas yang sama besar dengan berat zat cair yang didesak oleh benda tersebut”.

Menurut Archimedes, benda menjadi lebih ringan bila diukur dalam air daripada di udara karena di dalam air benda mendapat gaya ke atas. Ketika di udara, benda memiliki berat mendekati yang sesungguhnya. Karena berat zat cair yang didesak atau dipindahkan benda adalah:

$$w_{\phi} = m \times g$$

dan

$$m_{\phi} = \rho_c \times V_c$$

sehingga berat air yang didesak oleh benda adalah:

$$w_{\phi} = \rho_c \times V_{\phi} \times g$$

Berarti, menurut hukum Archimedes, besar gaya ke atas adalah:

$$F_a = \rho_c \times V_{\phi} \times g$$

dengan:

F_a = Gaya apung (N)

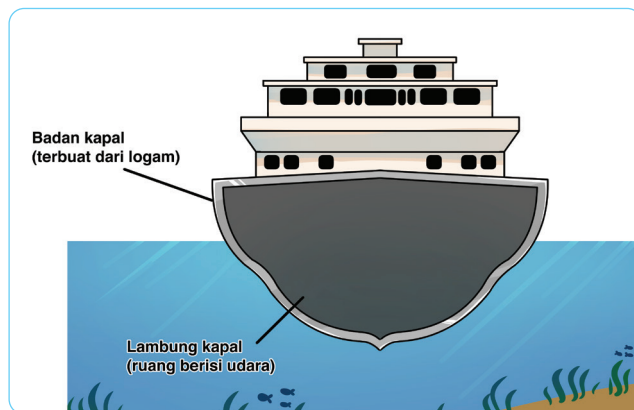
ρ_c = Massa jenis zat cair (kg/m³)

g = Percepatan gravitasi (m/s²)

V_{ϕ} = Volume zat cair yang dipindahkan (m³)

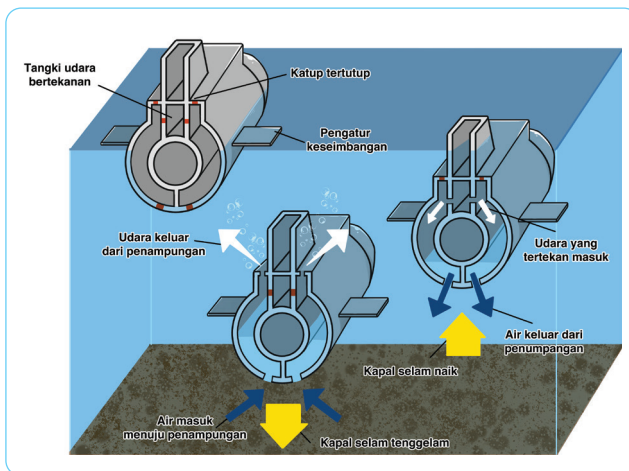
Hukum Archimedes sangat berguna sebagai dasar pembuatan kapal laut atau kapal selam. Suatu benda dapat terapung atau tenggelam tergantung pada besarnya gaya berat (w) dan gaya apung (F_a). Jika gaya apung maksimum lebih besar daripada gaya berat maka benda akan terapung. Begitu pula sebaliknya. Jika gaya apung maksimum sama dengan berat benda, maka benda akan melayang. Gaya apung maksimum adalah gaya apung jika seluruh benda berada di bawah permukaan zat cair.

Mengapa kapal laut yang terbuat dari logam tidak tenggelam, bahkan yang besar sekalipun? Saat kapal laut berada di posisi tegak, kapal laut dapat memindahkan air laut dalam jumlah yang cukup besar. Dengan demikian, kapal laut mendapat gaya ke atas yang sama besar dengan berat kapal laut sehingga bisa terapung (**Gambar 3.4**).



Gambar 3.4 Struktur Kapal Laut.

Beda halnya dengan kapal laut, kapal selam dapat terapung, melayang, dan tenggelam dalam air laut. Kapal selam memiliki kemampuan memasukkan dan mengeluarkan air dari dalam badan kapal. Saat kapal selam menuju dasar laut, air laut dimasukkan ke dalam badan kapal agar kapal menjadi lebih berat, sehingga beratnya lebih besar daripada gaya dorong ke atas. Pada kedalaman tertentu air dalam badan kapal selam dikeluarkan dari penampung. Berat total dari kapal selam menjadi sama dengan gaya ke atas sehingga kapal selam melayang dalam air. Saat kapal selam akan mengapung ke permukaan, air dalam kapal selam dikeluarkan lebih banyak sehingga volume total dari kapal selam menjadi lebih kecil daripada gaya ke atas. Perhatikan **Gambar 3.5**.



Gambar 3.5 Mekanisme pengeluaran dan pemasukan air dalam kapal selam.



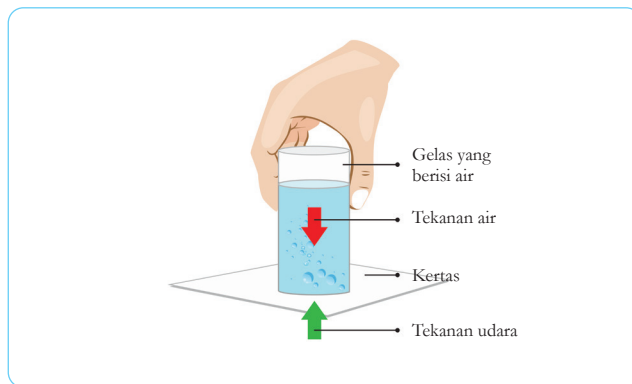
Mari Uji Kemampuan Kalian

1. Menurut kamu bagaimanakah cara agar saat berenang kita dapat mengambang di permukaan air?
2. a) Jelaskan mengapa seseorang yang menyelam ke dalam air yang dalam membahayakan bagi tubuhnya? bagian tubuh apa saja yang dapat rusak? jelaskan sesuai teori yang telah kamu dapatkan!
- b) Carilah informasi bagaimana peralatan menyelam membantu kita berada di dalam waktu yang lebih lama di dalam air.

C. Tekanan Gas

Cobalah kamu lakukan percobaan sederhana pada gambar 3.6 berikut. Perhatikan **Gambar 3.6**. Kamu dapat membuat percobaan sederhana tersebut secara mandiri, baik di rumah mau pun di sekolah. Apakah kamu mendapatkan kondisi air tidak tumpah? Faktor-faktor apakah yang membuat air tidak tumpah? Apakah ketebalan kertas berpengaruh? Apakah banyaknya air berpengaruh? Cobalah tuliskan hasil pengamatanmu pada selembar kertas, kemudian diskusikan bersama guru dan kawan-kawan di kelas.

Gambar 3.6 Tekanan udara pada kertas HVS sehingga mampu menahan air.

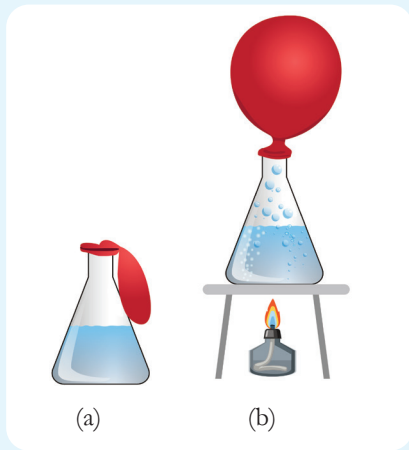


Hal menarik lain yang berkaitan dengan tekanan gas adalah besar gaya yang dihasilkannya. Kamu dapat melakukan Aktivitas 3.2 yang sangat menarik berikut.



Ayo Buat Aktivitas 3.2

Rangkailah sebuah tabung erlenmeyer yang ditutup dengan balon karet. Sebelumnya telah diisi sejumlah air ke dalamnya. Kemudian panaskan seperti yang terlihat pada **Gambar 3.7**. Mengapa balon dapat mengembang? Apakah balon dapat meledak? tuliskanlah hasil pengamatanmu pada selembar kertas.



Gambar 3.7 (a) Kondisi Balon Karet pada Erlenmeyer yang Berisi Air Dingin, (b) Kondisi Balon Karet pada Erlenmeyer yang Berisi Air Panas.

Coba kamu perhatikan dengan seksama. Erlenmeyer berisi air panas, telah ditutup rapat dengan balon karet, dimasukkan ke dalam air dingin. Balon karet terlihat menyusut dan tertekan ke dalam. Apa yang menyebabkan hal itu terjadi? Perambatan kalor pada partikel gas dalam erlenmeyer dirambatkan menuju air dingin. Pergerakan partikel gas semakin lama menjadi melambat dan terjadi penyusutan. Penyusutan ini menyebabkan tekanan gas dalam erlenmeyer semakin rendah dari tekanan gas di luar dan balon karet masuk ke dalam erlenmeyer.

Prinsip yang sama juga diterapkan pada balon udara seperti pada **Gambar 3.8**. Massa jenis total dari balon udara lebih rendah daripada massa jenis udara di sekitarnya sehingga balon udara dapat terbang. Massa jenis balon udara tersebut dikendalikan oleh perubahan temperatur pada udara dalam balon, dengan menggunakan pembakar yang ada di bawah lubang balon. Dengan demikian, seorang pilot balon udara haruslah lihai mengontrol temperatur pada balon udara.



Gambar 3.8 Balon udara.

Sumber: pexels.com/Timur Kozmenko; machinedesign.com/Stephen Mraz

Untuk membuat balon udara bergerak ke atas, udara dalam balon perlu dipanaskan dengan bara api dari pembakar sehingga berat balon menjadi lebih kecil dari gaya ke atas. Perlu diingat bahwa udara panas lebih ringan dari udara dingin. Bagaimana jika balon udara bergerak turun? Udara dalam balon dapat dikurangi atau dihentikan agar suhu udara dalam balon menurun. Gaya ke atas pada balon adalah sama dengan berat udara dingin yang dipindahkan oleh balon tersebut. Coba kamu ingat kembali hukum Archimides yang telah dipelajari sebelumnya.



Mari Uji Kemampuan Kalian

Bagaimanakah prinsip kerja dari balon udara? Apakah balon udara dapat pecah saat di udara? Berikanlah penjelasannya dengan singkat dan jelas.



Gambar 3.9 Pompa hidrolik pengangkat mobil.

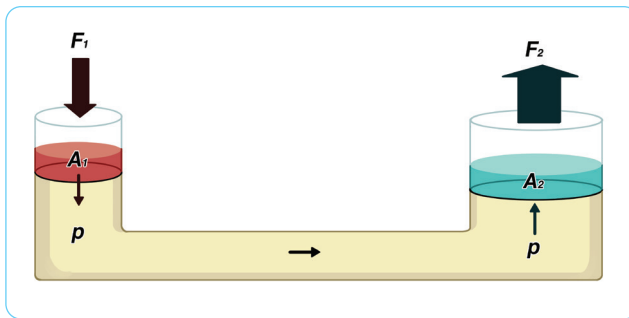
Sumber: www.newsletter.co.uk/Liam McBurney/PA Wire

C. Aplikasi pada Tekanan Zat

1. Hukum Pascal

Di tempat pencucian mobil, pernahkah kamu memperhatikan bagaimana alat pengangkat atau pompa hidrolik dapat mengangkat mobil yang berat agar dapat dibersihkan semua bagiannya? (**Gambar 3.9**).

Pompa hidrolik hanya berisi udara atau dapat berupa minyak, namun dapat mengangkat mobil yang sangat berat. Penyebabnya adalah tekanan yang diberikan pada zat cair dalam ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah dengan besar yang sama. Ini merupakan bunyi dari hukum Pascal. Hukum Pascal dikemukakan oleh Blaise Pascal (1623- 1662), seorang ahli matematika dan geometri. Coba perhatikan **Gambar 3.10** yang merupakan penerapan hukum Pascal pada pompa hidrolik.



Gambar 3.10 Model dongkrak hidrolik.

Jika pada penampang dengan luas A_1 diberi gaya dorong F_1 , maka akan dihasilkan tekanan p dapat dirumuskan:

$$p = \frac{F_1}{A_1}$$

Menurut hukum Pascal tekanan p tersebut diteruskan ke segala arah dengan sama besar, termasuk ke luas penampang A_2 . Pada penampang A_2 muncul gaya angkat F_2 dengan tekanan:

$$p = \frac{F_2}{A_2}$$

Secara matematis diperoleh persamaan pada dongkrak hidrolik sebagai berikut.

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad \text{atau} \quad F_2 = \frac{A_2}{A_1} F_1$$

dengan:

p = Tekanan (N/m^2)

F_1 dan F_2 = Gaya yang diberikan (Newton)

A_1 dan A_2 = Luas penampang (m^2)

Jika A_2 lebih besar dari A_1 maka akan diperoleh gaya angkat F_2 yang lebih besar dari F_1 . Ini merupakan prinsip kerja dari pompa hidrolik. Pompa hidrolik menerapkan prinsip dari Hukum Pascal. Pada pompa hidrolik terdapat dua luas penampang yang berbeda, yaitu luas penampang kecil (A_1) dan luas penampang besar (A_2). Perhatikan **Gambar 3.10**, Luas penampang kecil (A_1) misalnya 1 cm^2 akan diberi gaya yang kecil (F_1) misalnya 10 N , sehingga menghasilkan tekanan (p) sebesar $10 \text{ N}/\text{cm}^2$. Tekanan p ($10 \text{ N}/\text{cm}^2$) akan diteruskan menuju luas penampang besar (A_2) misalnya 100 cm^2 .

Sehingga:

$$F_2 = \frac{A_2}{A_1} F_1$$

$$F_2 = \frac{100 \text{ cm}^2}{1 \text{ cm}^2} 10 \text{ N} = 1.000 \text{ N}$$

Berdasarkan contoh tersebut dapat dilihat bahwa dengan memberikan gaya 10 N pada luas penampang kecil mampu menghasilkan gaya 1.000 N pada luas penampang besar. Berdasarkan prinsip inilah pompa hidrolik tersebut mampu mengangkat motor atau mobil yang berat.

2. Tekanan pada Makhluk Hidup

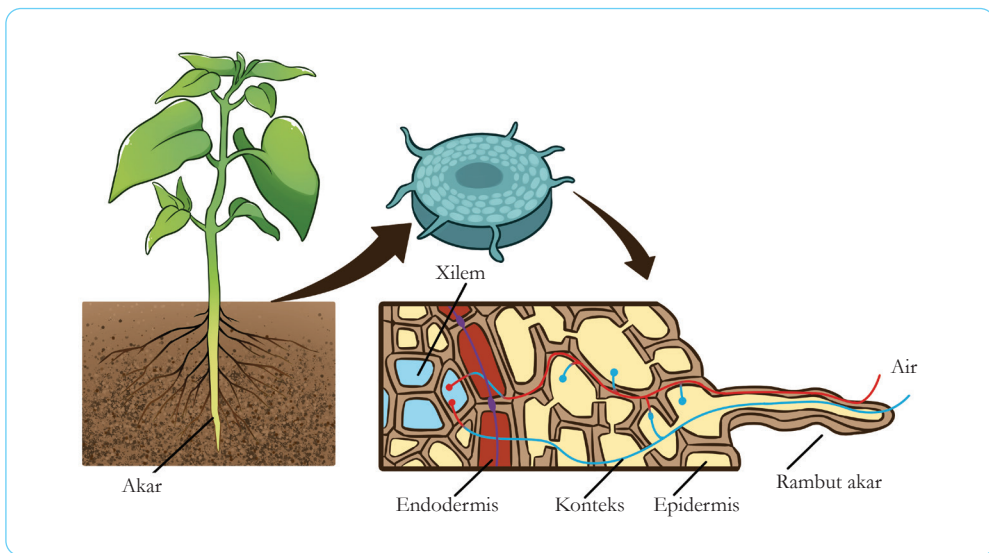
a. Pengangkutan Air dan Nutrisi pada Tumbuhan

Tumbuhan memiliki sistem pengangkutan yang terdiri atas xilem dan floem yang berbentuk seperti tabung. Melalui xilem, air dan mineral yang telah

diserap oleh akar diangkut menuju bagian batang dan daun tumbuhan. Lalu, zat makanan akan diangkut melalui floem ke bagian lain tumbuhan yang memerlukan.

b. Pengangkutan Air pada Tumbuhan

Susunan jaringan pada akar terdiri atas jaringan terluar hingga terdalam. Air masuk ke dalam tumbuhan melalui jaringan-jaringan tersebut.

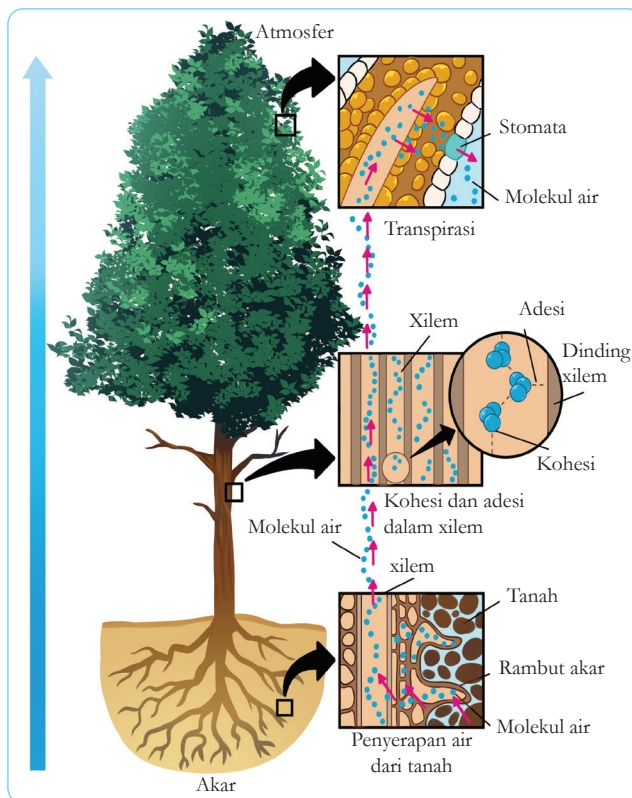


Dalam prosesnya, rambut-rambut akar menyerap air dari tanah atau media tanaman. Lalu, dengan proses osmosis air masuk ke dalam sel epidermis. Kemudian air akan melalui korteks, endodermis, dan perisikel. Selanjutnya, air masuk melalui jaringan xilem yang berada di dalam akar. Dari xilem akar, air akan bergerak menuju xilem yang ada di batang dan di daun.

Pada mulanya air diserap oleh rambut-rambut akar. Kemudian, air diteruskan ke sel epidermis. Selanjutnya, air akan melalui korteks. Dari korteks, air kemudian melalui endodermis dan perisikel. Air akan tiba di jaringan xilem yang berada di akar kemudian bergerak ke xilem batang dan ke xilem

Gambar 3.11 Jalur pengangkutan air ketika masuk ke dalam akar.

daun. Bagaimana air dapat naik dari akar ke bagian tumbuhan lain yang lebih tinggi tanpa proses pemompaan? Kamu dapat mengamati **Gambar 3.12** tentang pergerakan air dari akar menuju daun.



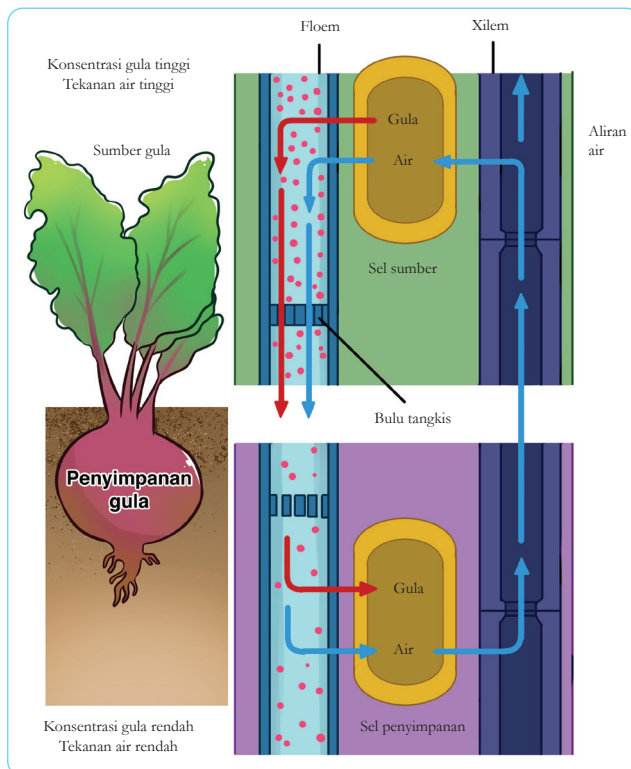
Gambar 3.12 Pengangkutan air dari akar menuju daun.

Daya kapilaritas batang menyebabkan air dapat diangkut dari akar ke bagian tumbuhan lain yang lebih tinggi, lalu diedarkan ke seluruh tubuh tumbuhan. Sifat ini seperti yang terdapat pada pipa kapiler. Daya kapilaritas yang dimiliki 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. 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.

c. *Pengangkutan Nutrisi pada Tumbuhan*

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 (perhatikan **Gambar 3.13**).



Gambar 3.13 Pengangkutan nutrisi hasil fotosintesis pada tumbuhan.

d. Tekanan Darah pada Sistem Peredaran Darah Manusia



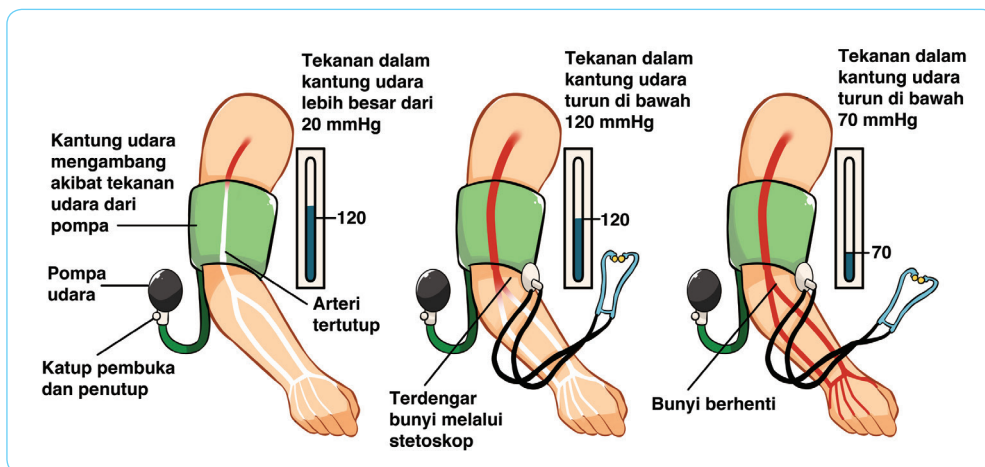
Gambar 3.14

Sphygmomanometer.

Sumber: pixabay.com/soc7; unsplash.com/Mockup Graphics

Tekanan pada pembuluh darah manusia memiliki prinsip kerjanya seperti hukum Pascal. Hal ini karena tekanan pada pembuluh darah merupakan tekanan yang berada pada ruang tertutup. Ketika jantung memompa darah, maka darah akan 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 tetap terisi penuh oleh darah. Tekanan darah diukur dengan menggunakan sebuah alat yang bernama *sphygmomanometer*, ada pula yang menyebutnya dengan tensimeter seperti yang terdapat pada **Gambar 3.14**.

Tekanan darah diukur di dalam pembuluh nadi (arteri) besar yang biasanya dilakukan di tangan bagian lengan atas (perhatikan **Gambar 3.15**).



Gambar 3.15 Cara pengukuran tekanan darah.

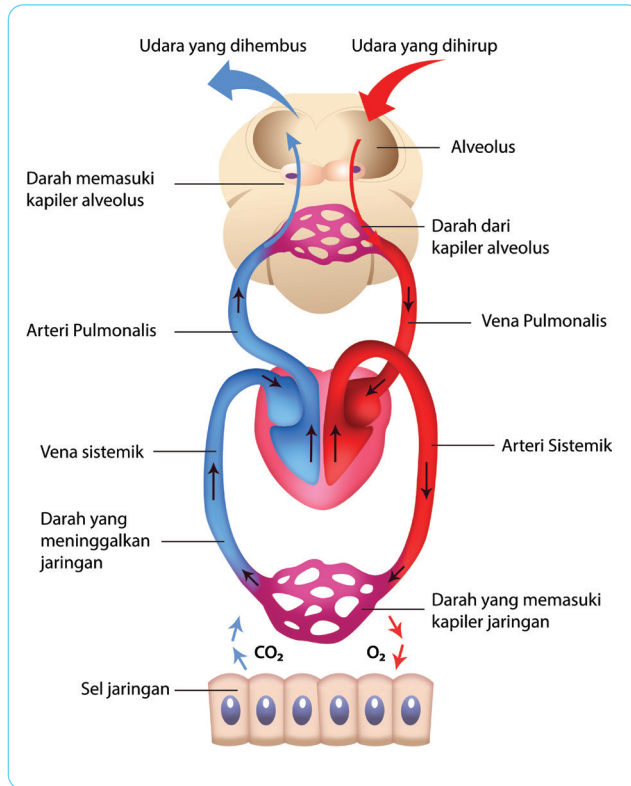
Pada proses pengukuran tekanan darah juga berlaku hukum Pascal. Menurut Pascal tekanan yang diberikan kepada zat cair dalam ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah dengan besar yang sama. Dengan demikian, tekanan darah yang berada pada bagian aorta, akan sama dengan tekanan yang ada pada arteri atau pembuluh nadi yang ada di lengan atas atau di bagian tubuh yang lainnya.

e. Tekanan Gas pada Proses Pernapasan Manusia

Pada setiap menitnya paru-paru dapat menyerap sekitar 250 mL O_2 dan mengeluarkan CO_2 sebanyak 200 mL. 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 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 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 3.16**).



Gambar 3.16 Difusi Gas pada proses pernapasan dan sirkulasi.

Proyek Akhir Bab

Bayangkanlah kalian bekerja untuk suatu perusahaan kapal selam. Rancanglah suatu kapal selam untuk segera membawa makanan dan obat-obatan bagi pengungsi yang berada di pulau terpencil dan hanya dapat dijangkau dengan transportasi air. Kapal biasa tidak dapat digunakan karena kamu tidak ingin bantuanmu diambil oleh para penjahat. Cobalah idemu dengan menggunakan model kapal selam menggunakan botol plastik dan bahan-bahan lain di sekitarmu. Lakukan penyelidikan dengan rancanganmu untuk membuat kapal selam yang dapat memuat dapat melayang dalam air lebih lama karena tempat tersebut jauh.

Selama percobaan catatlah data-data percobaan, kemudian buatlah laporan lengkap dari percobaanmu ini.