

## B. Aplikasi Konsep Tekanan Zat pada Makhluk Hidup

### Ayo, Kita Pelajari



- Pengangkutan air dan nutrisi pada tumbuhan
- Tekanan darah
- Tekanan gas pada proses pernapasan



### Istilah Penting

- Xilem
- Floem
- Kohesi
- Adhesi
- Sistol
- Diastol

### Mengapa Penting?



Mempelajari materi ini akan membantumu memahami aplikasi konsep tekanan zat pada makhluk hidup, sehingga membuatmu semakin paham bagaimana proses-proses yang terjadi pada makhluk hidup.

Apakah konsep tekanan zat yang telah kamu pelajari juga terdapat 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. Kamu penasaran bukan dengan semua itu? Ayo kita pelajari dengan saksama!

## 1. Pengangkutan Air dan Nutrisi pada Tumbuhan

Masih ingatkah kamu berkas pengangkut pada tumbuhan? Xilem dan floem adalah jaringan seperti tabung yang berperan dalam sistem pengangkutan. 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? Sebelum kamu mempelajarinya lebih dalam coba diskusikan terlebih dahulu dengan temanmu!



### Ayo, Kita Diskusikan

Bagaimana tumbuhan yang tinggi dapat mengangkut air yang ada di dalam tanah menuju daun yang letaknya lebih dari 10 m dari akar?



### Ayo, Kita Lakukan

#### Aktivitas 7.6 Menyelidiki Transportasi pada Tumbuhan

#### Apa yang kamu perlukan?

1. Pewarna makanan (warna merah dan biru)
2. 1,5 L air
3. 3 gelas air mineral
4. 3 tumbuhan pacar air (*Impatiens balsamina*)
5. Mikroskop
6. Silet
7. Nampan
8. Kaca benda dan kaca penutup
9. Pipet tetes



### Apa yang kamu lakukan?

1. Letakkan tumbuhan pacar air di ruang terbuka sehingga sedikit layu. Amati warna pertulangan daun pada bagian bawah daun tumbuhan pacar air!
2. Tuangkan air setinggi 5-6 cm pada masing-masing gelas air mineral!
3. Teteskan pewarna makanan pada kedua gelas air mineral! Biarkan satu gelas air mineral hanya berisi air, tanpa pewarna. Berhati-hatilah ketika menuang pewarna, karena dapat mengotori pakaianmu!
4. Letakkan tumbuhan pacar air, pada masing-masing gelas air mineral! Biarkan selama 2 jam! Perhatikan Gambar 7.18!
5. Amati perubahan pada daun pacar air setelah tumbuhan dibiarkan selama 2 jam dalam gelas air mineral tersebut! Apakah daun menjadi segar atau tetap dalam keadaan layu?
6. Amati warna pertulangan daun pada bagian bawah daun tumbuhan pacar air yang diletakkan dalam gelas air mineral berisi air berwarna! Apakah pertulangan daun berwarna merah atau biru?
7. Buatlah sayatan melintang pada batang tumbuhan pacar air yang diletakkan dalam gelas air mineral berisi air berwarna menggunakan silet! Usahakan irisan setipis mungkin dan berhati-hatilah ketika menggunakan silet, karena dapat melukai tanganmu!
8. Letakkan sayatan tersebut pada kaca benda, lalu tetesi dengan air!
9. Tutuplah kedua kaca benda tersebut dengan kaca penutup!
10. Amatilah preparat yang telah dibuat menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40 kali atau perbesaran yang lebih tinggi, misalnya 100 kali atau 400 kali!
11. Perhatikan bagian yang berwarna merah atau berwarna biru! Apa nama jaringan yang berwarna tersebut? Apa fungsinya?
12. Catatlah hasil pengamatanmu dengan cermat!



Sumber: Dok. Kemdikbud

**Gambar 7.18** Tumbuhan Pacar Air

### Apa yang perlu kamu diskusikan?

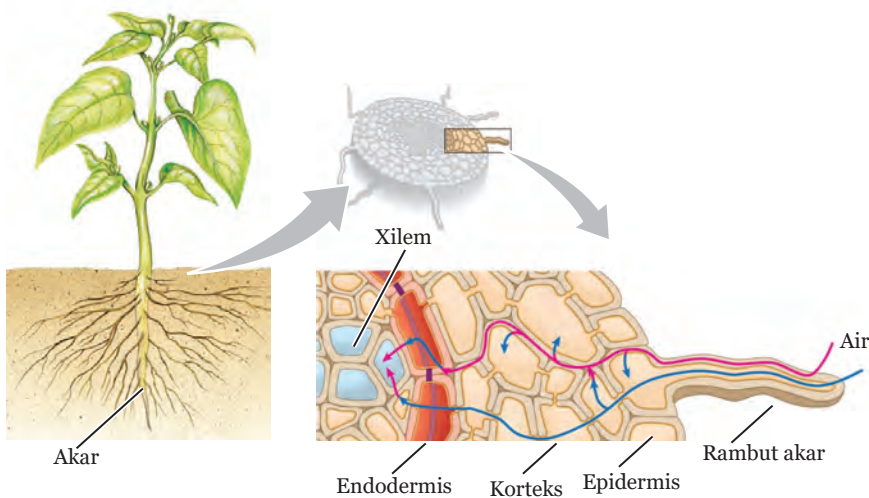
1. Apa yang terjadi pada tumbuhan pacar air sebelum dan sesudah diletakkan dalam air selama 2 jam?
2. Apakah ada perbedaan warna pertulangan daun antara daun tumbuhan pacar air sebelum dan sesudah diletakkan dalam air selama 2 jam?
3. Berdasarkan hasil pengamatan bagian batang yang berwarna, jaringan apa yang berperan pada peristiwa tersebut?
4. Mengapa peristiwa tersebut dapat terjadi?

### Apa yang dapat kamu simpulkan?

Berdasarkan percobaan dan diskusi yang telah kamu lakukan, apa yang dapat kamu simpulkan?

#### a. Pengangkutan Air pada Tumbuhan

Masih ingatkah kamu susunan jaringan pada akar mulai dari jaringan terluar hingga terdalam? Jaringan-jaringan itulah yang akan dilalui oleh air ketika masuk ke dalam tumbuhan. Perhatikan Gambar 7.19 untuk mengetahui jaringan yang dilalui oleh air ketika masuk ke dalam akar.

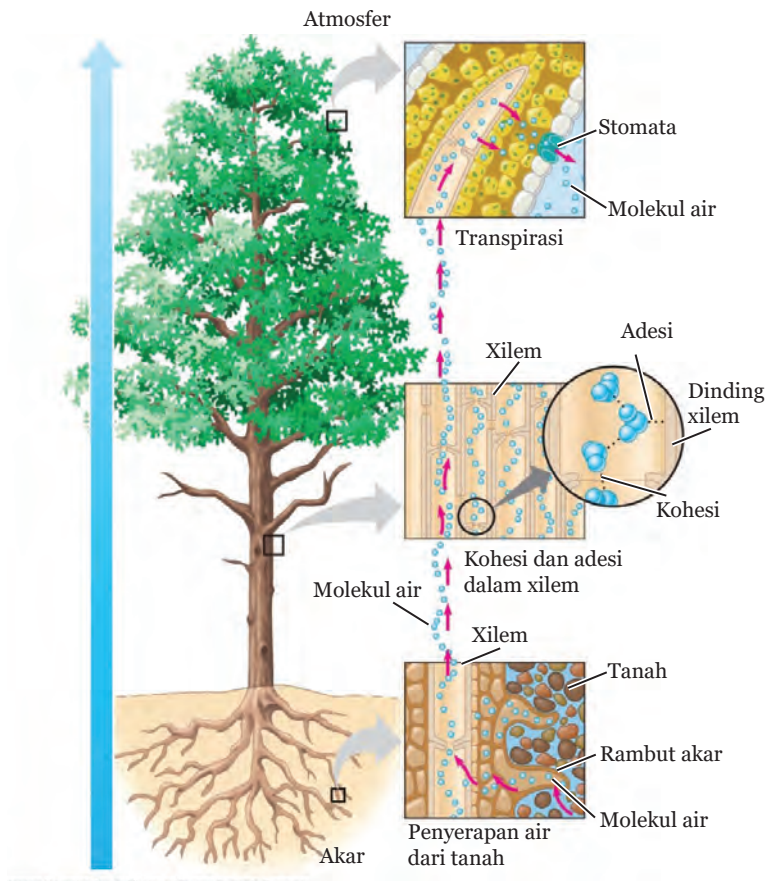


Sumber: Campbell *et al.* 2008

**Gambar 7. 19** Jalur Pengangkutan Air Ketika Masuk Ke Dalam Akar

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 7.20 tentang pergerakan air dari akar menuju daun!



Sumber: Campbell *et al.* 2008

**Gambar 7.20** Pengangkutan Air dari Akar Menuju Daun

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.

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.

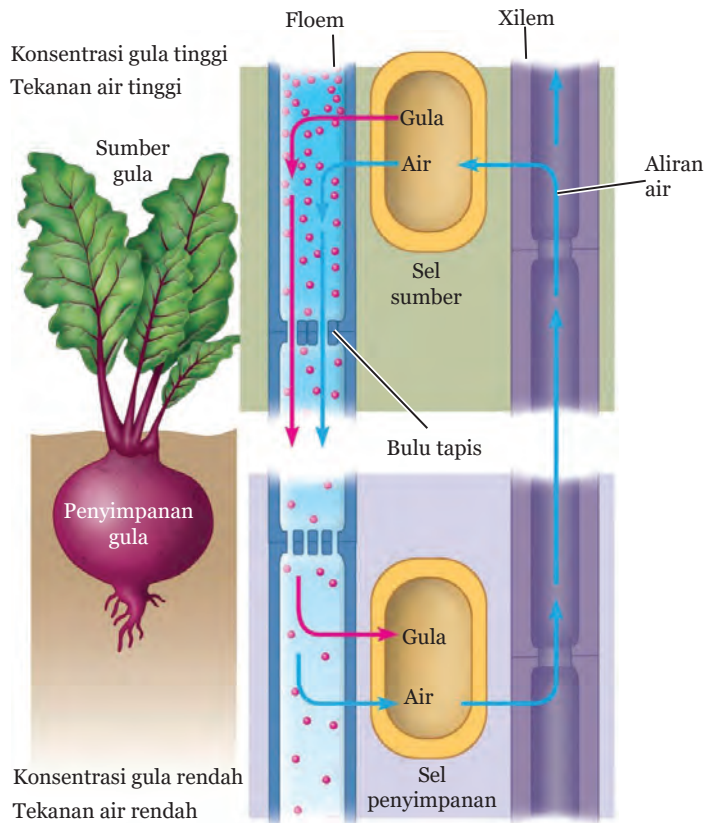
## **b. Pengangkutan Nutrisi pada Tumbuhan**

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 7.21!







Sumber: Reece *et al.* 2012

**Gambar 7.21** Pengangkutan Nutrisi Hasil Fotosintesis pada Tumbuhan

## 2. 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.

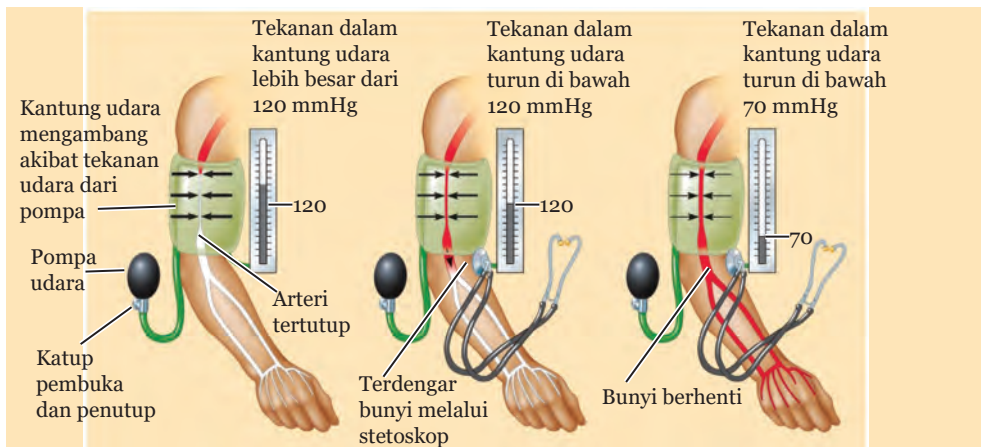
Tekanan darah diukur dengan menggunakan sebuah alat yang bernama *sphygmomanometer*, ada pula yang menyebutnya dengan tensimeter seperti yang terdapat pada Gambar 7.21.



Sumber: Markuso, 2011

**Gambar 7.22** *Sphygmomanometer*

Tekanan darah diukur di dalam pembuluh nadi (arteri) besar yang biasanya dilakukan di tangan bagian lengan atas. Coba perhatikan Gambar 7.22! 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



Sumber: Campbell *et al.* 2008

**Gambar 7.22** Cara Pengukuran Tekanan Darah



Pada proses pengukuran tekanan darah juga berlaku hukum Pascal. Masih ingatkah kamu pernyataan 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.

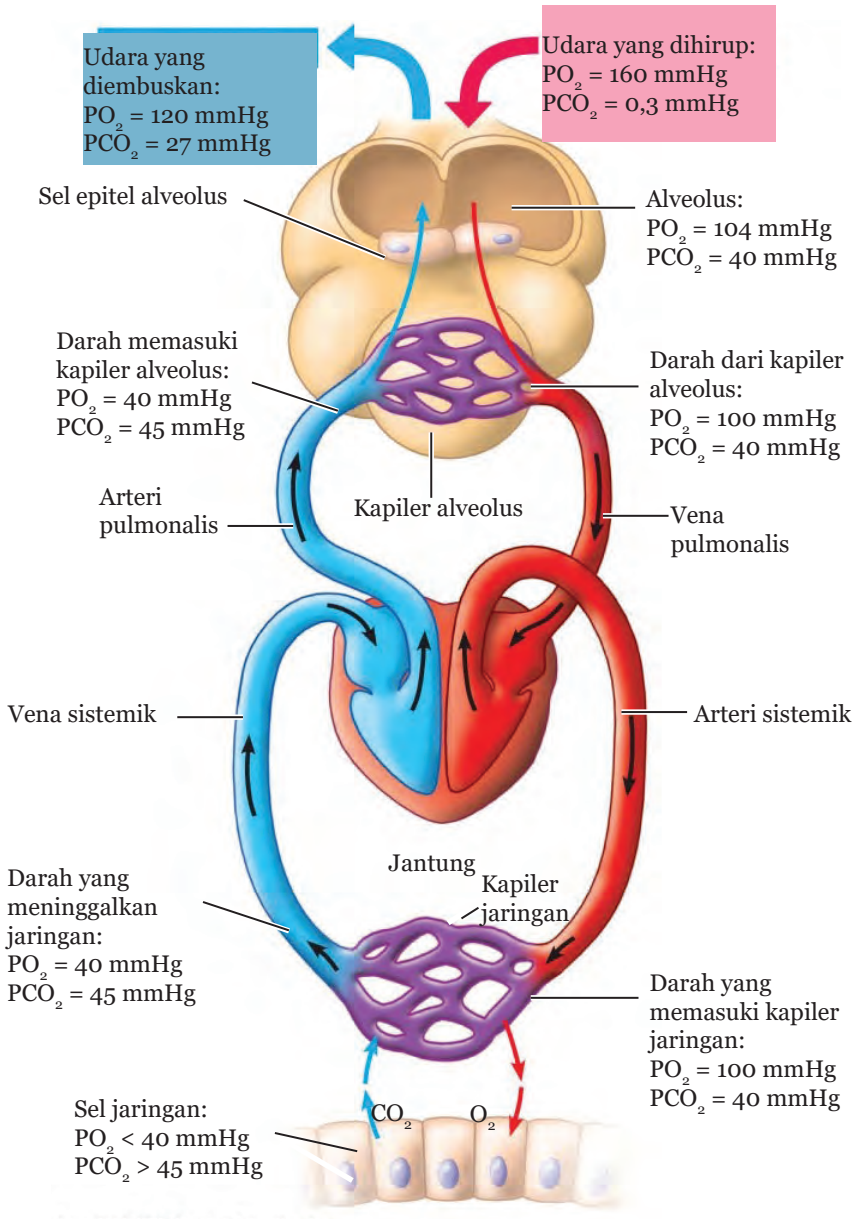
### 3. Tekanan Gas pada Proses Pernapasan Manusia

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  $\text{CO}_2$  dalam jaringan tubuh mengalami difusi ke dalam darah. Setelah melepaskan  $\text{O}_2$  dan membawa  $\text{CO}_2$  dari jaringan tubuh, darah kembali menuju jantung dan dipompa lagi ke paru-paru. Perhatikan Gambar 7.23!



Sumber: Reece *et al.* 2012

**Gambar 7.23** Difusi Gas pada Proses Pernapasan dan Sirkulasi