



SEL DAN JARINGAN





Sumber: <https://www.pelajaran.co.id/jaringan-kel/>

Pendahuluan

Pernahkah kamu melihat rumah yang sedang dibangun? Untuk dapat membangun rumah, dibutuhkan banyak bahan, seperti batu, semen, besi, dan lain-lain. Hal serupa juga terjadi pada makhluk hidup. Makhluk hidup dibentuk oleh sel. Ada yang dibangun oleh satu sel. Ada pula yang dibangun oleh kumpulan sel. Dengan demikian, ada makhluk hidup yang tubuhnya hanya berupa satu sel kecil (uniseluler) dan ada pula yang memiliki banyak sel (multiseluler). Setiap sel memiliki kemampuan untuk hidup dan melakukan metabolisme sendiri. Pada makhluk hidup multiseluler, sel-sel yang memiliki bentuk dan fungsi yang sama akan membentuk jaringan. Jaringan adalah kumpulan sel dengan ciri yang serupa dalam hal bentuk, fungsi, dan sifat-sifatnya. Mengapa kamu perlu mempelajari jaringan? Dalam ilmu Biologi, jaringan dimanfaatkan untuk pengembangbiakan, baik jaringan hewan maupun jaringan tumbuhan, dengan teknologi maju.

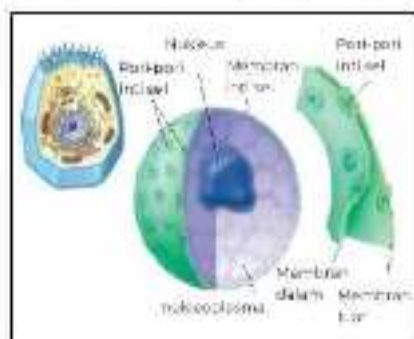


A SEL

Kamu telah mengetahui bahwa tubuh makhluk hidup tersusun atas sel. Sel merupakan unit terkecil penyusun makhluk hidup yang dapat melakukan proses kehidupan. Pada umumnya, sel memiliki ukuran sangat kecil, berkisar antara 10–100 mikron. Berdasarkan jumlah sel penyusunnya, makhluk hidup dikelompokkan menjadi organisme uniseluler dan organisme multiseluler. Organisme uniseluler hanya terdiri atas satu sel, seperti kelompok bakteri (*Archaeobacteria* dan *Eubacteria*) dan beberapa anggota kingdom Protista, seperti *Amoeba proteus* dan *Physarium sp.* Adapun tubuh organisme multiseluler tersusun atas banyak sel. Kebanyakan anggota kingdom Protista, Plantae, dan Animalia termasuk dalam kategori ini.

1. Sel Prokariotik dan Eukariotik

Berdasarkan ada tidaknya membran inti, sel terbagi menjadi dua, yaitu prokariotik dan eukariotik. Prokariotik merupakan organisme yang tidak memiliki membran inti sel, sedangkan eukariotik merupakan organisme yang memiliki membran inti sel. Membran inti merupakan lapisan yang menyelubungi nukleus atau inti sel. Membran berfungsi membatasi inti sel dengan sitoplasma dan menjadi tempat pertukaran zat antara inti sel dan sitoplasma. Dengan adanya membran inti, materi genetik (DNA dan RNA) tidak akan tercampur dengan sitoplasma dan organel sel lain. Adapun pada sel prokariotik, materi genetik dapat bercampur dengan sitoplasma karena tidak adanya membran inti sel. Letak membran inti pada sel dapat dilihat pada Gambar 4.1.

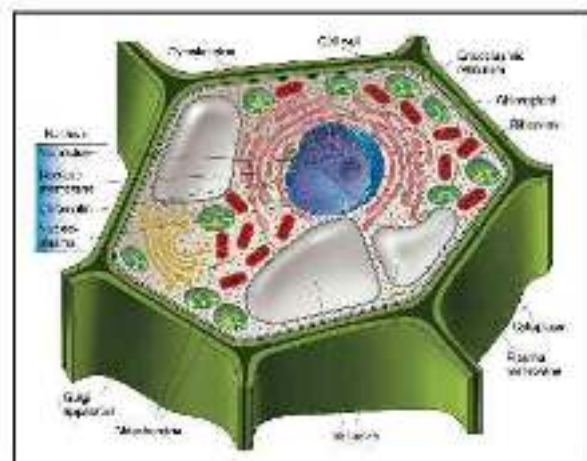


Gambar 4.1 Membran inti menyelubungi inti sel

Sumber: <https://www.fishbase.org/>

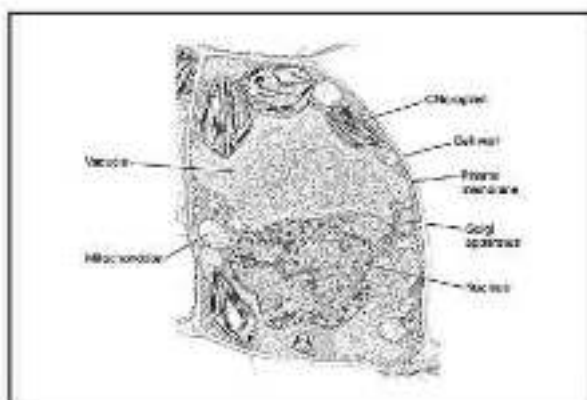
2. Sel Tumbuhan dan Sel Hewan

Berdasarkan strukturnya, sel dibedakan menjadi dua, yaitu sel hewan dan sel tumbuhan. Kedua sel ini memiliki persamaan dan perbedaan pada bagian-bagian sel (membran sel, sitoplasma, dan inti sel) serta organel penyusunnya. Persamaan tersebut meliputi membran sel, inti sel, sitoplasma, sitoskeleton, ribosom, retikulum endoplasma, badan Golgi, mitokondria, dan vakuola. Sel tumbuhan dan sel hewan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.2 Ilustrasi Sel Tumbuhan

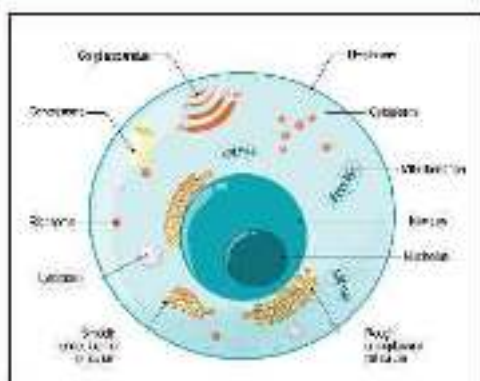
Sumber: SHUTTERSTOCK



Gambar 4.3 Sel Tumbuhan melalui Pengamatan Mikroskop

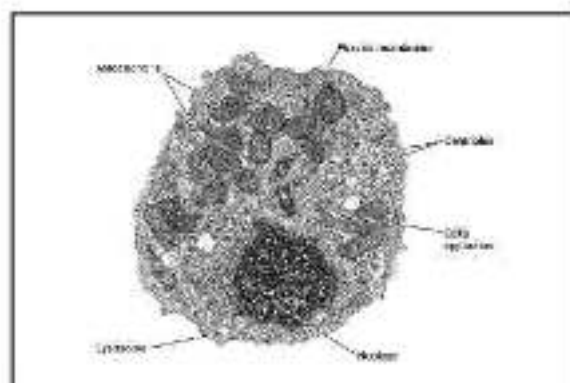
Sumber: <http://kenpowgwohly.com/di1.html>





Gambar 4.4 Ilustrasi Sel Hewan

Sumber SHUTTERSTOCK



Gambar 4.5 Sel Hewan melalui Pengamatan Mikroskop

Sumber https://doi.org/10.1006/00758070.94702487amp_client_04CLIENT_04&keywords_unauth_is=4&refined=true

Sel tumbuhan dan sel hewan memiliki beberapa perbedaan pada organel-organelnya yang dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Tabel Perbedaan Sel Hewan dan Sel Tumbuhan

No.	Organel Sel	Sel Hewan	Sel Tumbuhan
1	Dinding sel	-	✓
2	Lisosom	✓	-
3	Kloroplas	-	✓



No.	Organel Sel	Sel Hewan	Sel Tumbuhan
4	Vakuola	-	✓
5	Sentriol	✓	-

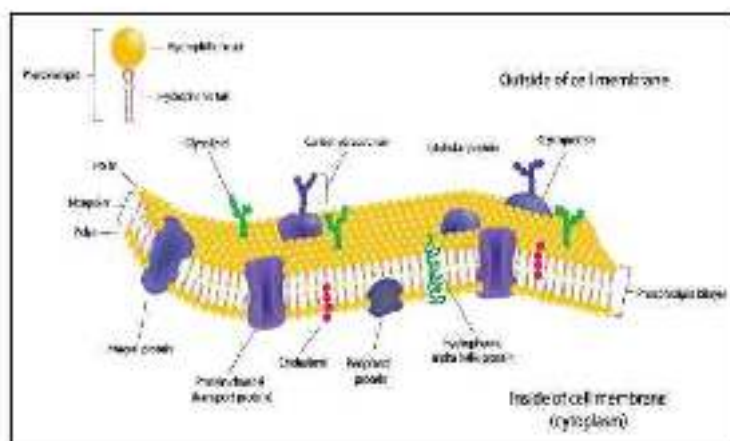
Keterangan:

✓ : ada

- : tidak ada

a) Bagian-Bagian Sel

Sel tersusun atas tiga bagian utama, yaitu membran sel, sitoplasma, dan inti sel (nukleus). Membran sel merupakan bagian dari sel yang digunakan sebagai pembatas antara bagian dalam sel dan bagian luar sel. Membran sel terbuat dari senyawa organik sehingga bersifat semipermeabel. Fosfat, lipid, dan protein merupakan senyawa penting penyusun membran sel. Membran sel tersusun atas dua lapis membran, atau sering disebut fosfolipid bilayer. Bagian fosfat pada membran sel bersifat hidrofilik, sedangkan bagian lipidnya bersifat hidrofobik. Sifat ini bertujuan agar cairan sitoplasma dalam sel tetap terjaga.



Gambar 4.6 Struktur Luar Membran Sel

Sumber: SHUTTERSTOCK

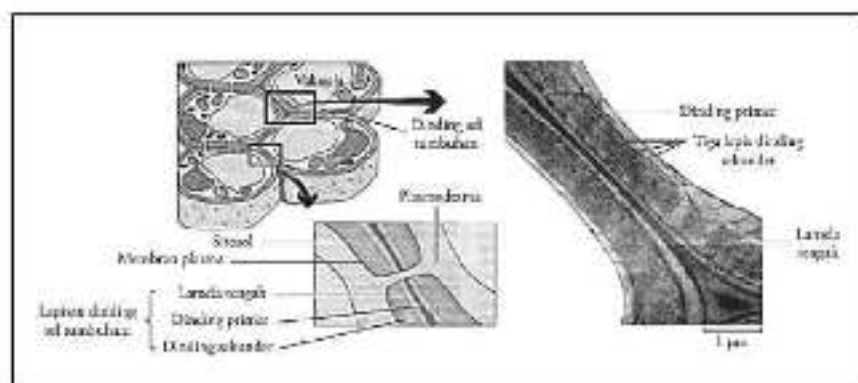
Dalam sel terdapat cairan yang disebut sitoplasma. Sitoplasma tersusun atas sitosol bersifat koloid, sitoskeleton sebagai rangka sel, dan organel-organel sel. Sitoplasma berfungsi sebagai tempat terjadinya



metabolisme sitosolik dan tempat penyimpanan bahan kimia yang berguna bagi metabolisme sel. Komponen sel berada tetap pada posisinya karena ada rangka sel atau sitoskeleton. Sitoskeleton merupakan berkas-berkas protein yang terdapat di dalam sitoplasma. Sitoskeleton berfungsi sebagai pemberi bentuk sel, pengikat antar organel agar selalu tetap pada posisinya, dan sebagai tempat pergerakan sel. Secara umum, sitoskeleton dibagi menjadi tiga jenis, yaitu mikrofilamen, mikrotubulus (jamak: mikrotubuli), dan filamen intermediet. Ketiga filamen ini terhubung satu sama lain dalam melaksanakan fungsinya.

Sel juga memiliki inti yang disebut nukleus atau inti sel. Nukleus tersusun atas nukleoplasma atau cairan inti sel, anak inti (nukleolus), dan membran inti sel. Inti sel bertugas untuk mengatur aktivitas sel, menyimpan materi genetik (gen), serta tempat terjadinya replikasi dan transkripsi.

Selain memiliki bagian-bagian tersebut, tumbuhan juga memiliki bagian yang disebut dinding sel. Sebagian besar penyusun dinding sel adalah polimer karbohidrat, seperti pektin, selulosa, hemiselulosa, dan lignin sehingga tumbuhan bersifat kuat dan kaku. Di antara dinding sel, terdapat noktah dan plasmodesmata yang berfungsi sebagai jalan komunikasi antarsel tumbuhan. Dinding sel berfungsi untuk melindungi sel, mempertahankan bentuk sel, dan mencegah penyerapan air yang berlebihan.



Gambar 4.7 Dinding Sel tumbuhan

Sumber: Campbell et al., 2003

b) Organel Sel

(x) dalam sitoplasma terdapat organel sel. Organel sel merupakan sub unit khusus di dalam sitoplasma yang memiliki fungsi tertentu. Ada beberapa macam organel sel, yaitu ribosom, retikulum endoplasma, badan Golgi, mitokondria, vakuola, lisosom, sentrosom, plastida, dan badan mikro.

1) Ribosom

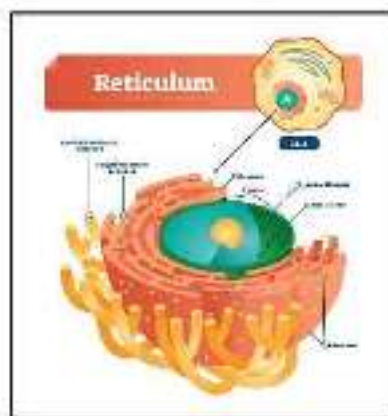


Gambar 4.8 Ribosom

Sumber: SHUTTERSTOCK

Ribosom merupakan organel berukuran kecil dan padat yang berfungsi untuk proses pembentukan protein. Ribosom dibagi menjadi dua jenis, yaitu ribosom terikat (ribosom yang terikat pada retikulum endoplasma kasar) dan ribosom bebas (ribosom yang terletak di sitoplasma).

2) Retikulum Endoplasma



Gambar 4.9 Retikulum Endoplasma

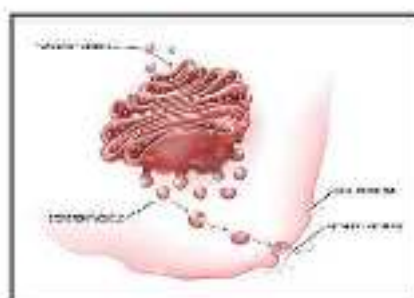
Sumber: SHUTTERSTOCK

Retikulum endoplasma merupakan organel sel yang berfungsi dalam transportasi zat. Retikulum endoplasma (RE) terdiri atas bagian sistem dan lumen. Berdasarkan permukaan sistemanya, RE dibagi menjadi dua jenis. RE kasar (ditempeli oleh ribosom) berfungsi sebagai tempat sintesis protein dan RE halus (tidak ditempeli oleh ribosom) yang berfungsi sebagai tempat sintesis lemak.



3) Badan Golgi

Sama halnya seperti retikulum endoplasma, badan Golgi juga termasuk ke dalam sistem endomembran karena berfungsi dalam transportasi zat. Badan Golgi dapat menyekresikan zat keluar sel dengan bantuan vesikel transpor.

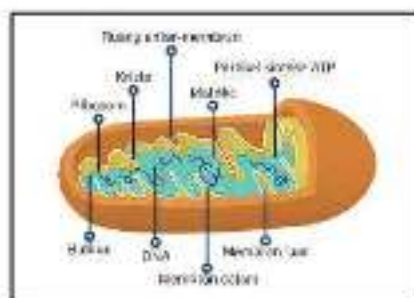


Gambar 4.10 Badan Golgi

Sumber: SHUTTERSTOCK

4) Mitokondria

Mitokondria merupakan organel bermembran rangkap sebagai tempat terjadinya respirasi yang menghasilkan energi berupa ATP. Mitokondria terdiri atas membran luar, membran dalam yang berlekuk-lekuk disebut krista, dan matriks mitokondria. Membran dalam berfungsi untuk melangsungkan rantai respirasi yang menghasilkan ATP. Adapun matriks mitokondria berfungsi untuk oksidasi asam lemak dan katabolisme asetilkoenzim. Di matriks mitokondria inilah terdapat DNA mitokondria. Berdasarkan fungsi tersebut maka mitokondria dinamakan dengan *the power of house*.

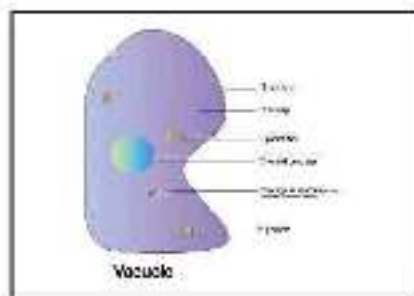


Gambar 4.11 Mitokondria

Sumber: https://mgis31.wordpress.com/asset/misokondria/png/ulmar_5050.png

5) Vakuola

Vakuola merupakan kantong besar di dalam sel yang berisi cairan. Vakuola menyimpan berbagai zat makanan dan mampu menahan tekanan turgor pada tumbuhan. Selain itu, terdapat juga pigmen warna yang akan memberi warna khas pada tumbuhan. Vakuola pa-



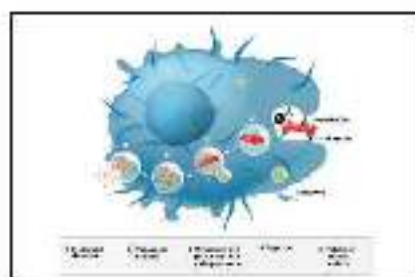
Gambar 4.12 Vakuola

Sumber: Campbell et al, 2013.



katalase merupakan enzim yang dapat menguraikan hidrogen peroksida (H_2O_2) bersifat racun menjadi air (H_2O) dan oksigen (O_2) yang bersifat netral. Adapun glioksisom hanya terdapat pada sel tumbuhan yang berfungsi untuk metabolisme lemak.

3. Transpor Membran



Gambar 4.17 Mekanisme fagositosis

Sumber: SHUTTERSTOCK

Pada membran plasma terjadi transportasi zat, baik secara aktif ataupun secara pasif. Transpor aktif terjadi dari lingkungan berkonsentrasi lebih rendah ke lingkungan yang berkonsentrasi tinggi, sehingga membutuhkan energi untuk melawan gradien konsentrasi. Contoh dari transpor aktif, yaitu pompa ion, endositosis, dan eksositosis.

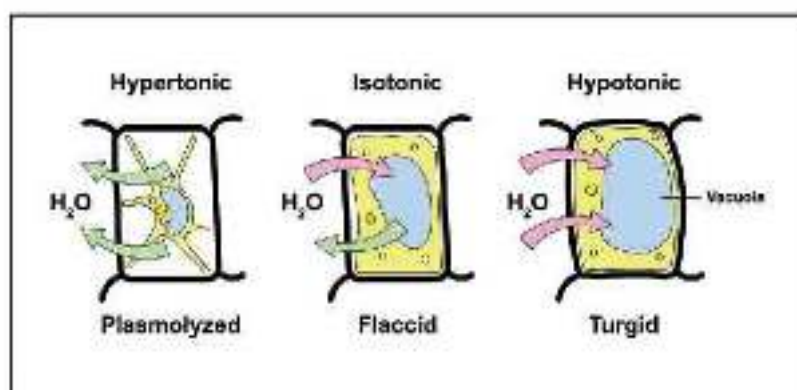
Gambar 4.17 menunjukkan transpor aktif dalam fagositosis yang dilakukan oleh lisosom. Fagositosis terjadi ketika ada benda asing masuk ke dalam sel sehingga menimbulkan respons kimia yang membuat lisosom di dalam sitoplasma bergerak dan memakan benda asing tersebut. Lisosom yang menelan benda asing, atau biasa disebut fagolisosom, akan bergerak mendekati membran plasma. Selanjutnya, hasil dari pencernaan yang dilakukan oleh fagolisosom akan dikeluarkan dari sel melalui mekanisme eksositosis. Berdasarkan proses tersebut, dapat kita ketahui bahwa proses fagositosis dengan memasukkan benda asing ke dalam sel menggunakan vesikula merupakan endositosis, sedangkan proses pengeluaran sisa dari hasil fagositosis merupakan eksositosis.

Transpor membran juga berfungsi untuk menjaga homeostasis tubuh atau keseimbangan cairan dan zat yang ada di dalam tubuh. Pengaturan homeostasis tubuh bisa dilakukan melalui transpor pasif, berupa osmosis dan difusi. Osmosis adalah perpindahan pelarut (misalnya air) melalui membran selektif permeabel dari konsentrasi pelarut yang tinggi (hipertonis) menuju konsentrasi pelarut yang rendah (hi-



potonis). Adapun difusi adalah proses perpindahan zat terlarut dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah hingga mencapai tahap keseimbangan. Kedua proses ini tidak membutuhkan energi untuk melaksanakan fungsinya.

Homeostasis dibutuhkan oleh tubuh agar tidak ada sel yang rusak karena kelebihan atau kekurangan cairan. Jika sel terdapat pada lingkungan hipotonis maka sel akan pecah atau lisis (sel hewan) dan turgid (sel tumbuhan). Adapun sel yang berada di dalam sel lingkungan hipertonis akan mengerut atau krenasi (sel hewan) dan plasmolisis (sel tumbuhan). Perbedaan hipertonis dan hipotonis pada sel hewan dan tumbuhan dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Perbedaan sel hewan dan tumbuhan pada lingkungan hipertonis dan hipotonis

Sumber: SHUTTERSTOCK

4. Autofagi

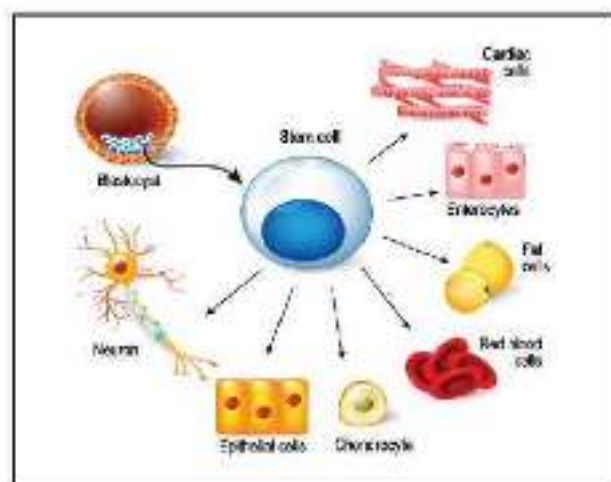
Sel-sel yang sudah tua dan rusak harus dihancurkan agar tubuh tetap dalam keadaan seimbang. Penghancuran sel-sel rusak akan menstimulus tubuh untuk menghasilkan sel-sel baru. Proses tersebut dinamakan autofagi. Autofagi berasal dari bahasa Yunani, yaitu *auto*, artinya 'sendiri' dan *phagein*, artinya 'memakan'. Jadi, autofagi merupakan proses memakan sel-selnya sendiri dalam rangka mendaur ulang sel yang sudah tidak dibutuhkan tubuh.



Jika dalam tubuh seseorang terdapat banyak nutrisi dari hasil pencernaan, proses autofagi akan terhambat. Hal ini terjadi karena autofagi tidak terjadi ketika sel kenyang, melainkan saat sel kelaparan. Karena pada dasarnya autofagi merupakan respons adaptasi sel ketika mengalami stres berupa lapar. Ketika sel-sel lapar, mereka akan memakan protein-protein yang terdapat pada sel-sel yang rusak atau mati untuk dijadikan bahan bakar agar tetap mendapatkan energi untuk hidup. Dari proses pembersihan itulah sel dapat memperbarui dirinya dengan membentuk sel-sel baru.

5. Sel Punca

Salah satu proses pembentukan sel-sel baru berasal dari sel punca. Sel punca merupakan sel yang belum mengalami diferensiasi dan memiliki kemungkinan untuk tumbuh dan berkembang menjadi sel-sel lain dalam tubuh. Jika sel punca mengalami pertumbuhan dan perkembangan, sel tersebut akan menjadi sel punca yang baru atau menjadi sel jenis lain yang memiliki fungsi khusus, seperti sel saraf, sel epitel, sel tulang, sel darah merah, sel lemak, dan sel jantung. lihat Gambar 4.19 berikut!



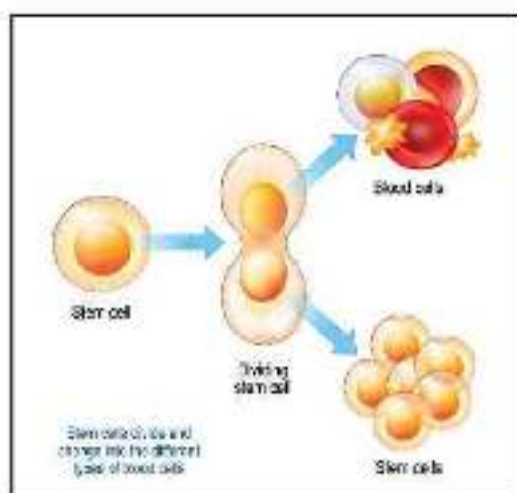
Gambar 4.19 Perkembangan sel punca menjadi sel-sel lain

Sumber: SHUTTERSTOCK

Sel punca dapat digunakan untuk perbaikan sel-sel yang rusak. Oleh karena itu, sel punca dimanfaatkan oleh para ahli untuk meng-



obati beberapa penyakit dengan cara transplantasi sel punca, baik transplantasi sel punca sumsum tulang, sel darah, ataupun tali pusat. Adapun contoh transplantasi sel punca dapat dilihat pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20 Transplantasi sel punca

Sumber: Shutterstock

Berdasarkan potensinya, sel punca dibedakan menjadi empat, yaitu sel punca bertotipotensi, sel punca berpluripotensi, sel punca bermultipotensi, dan sel punca berunipotensi. Sel punca bertotipotensi (*toti* = total) merupakan sel punca yang memiliki potensi untuk berdiferensiasi menjadi semua jenis sel yang dapat tumbuh menjadi organisme baru apabila tersedia nutrisi yang memadai. Contoh sel punca bertotipotensi adalah sel punca embrio hasil pembuahan sel telur oleh sel spermatozoa. Sifat totipotensi juga dimiliki oleh sel tumbuhan sehingga dapat dimanfaatkan untuk proses kultur jaringan. Sel punca berpluripotensi (*pluri* = jamak) merupakan sel punca yang dapat berdiferensiasi menjadi berbagai jenis sel, tetapi sel ini tidak dapat membentuk organisme baru. Sel punca bermultipotensi merupakan sel punca yang dapat berdiferensiasi menjadi beberapa jenis sel dewasa. Adapun sel punca berunipotensi merupakan sel punca yang hanya dapat berdiferensiasi menjadi satu jenis sel saja.



Manusia merupakan salah satu makhluk hidup yang tubuhnya tersusun atas banyak sel. Kumpulan sel tersebut saling bekerja sama dan saling mendukung sehingga tercipta suatu sistem yang teratur. Sungguh Maha Besar Allah Swt. yang telah menciptakan keteraturan kerja sel untuk melakukan fungsinya dalam menyokong kehidupan manusia. Penyusunan sel-sel terhadap tubuh manusia dapat dipahami dari firman Allah Swt. mengenai penciptaan manusia, yaitu dalam surah al-Infithar (82): 6–8,

يَا أَيُّهَا الْإِنْسَانُ مَا غَرَّبَكَ بِرَبِّكَ الْكَرِيمِ ۝
الَّذِي خَلَقَكَ فَسَوَّاكَ فَعَدَلَكَ ۝ فِي آيٍ
صُورَةٍ مَّا شَاءَ رَكَّبَكَ ۝

"Wahai manusia, apakah yang telah memperdayakanmu (berbuat durhaka) terhadap Tuhanmu Yang Maha Mulia, yang telah menciptakanmu lalu menyempurnakan kejadianmu dan menjadikan (susunan tubuh)-mu seimbang? Dalam bentuk apa saja yang dikehendaki, Dia menyusun (tubuh)-mu."

Penjelasan Kata Kunci

- Kata غَرَّبَ (garraba) berarti 'membujuk' atau 'memperdayakan'.
- Kata صُورَةٍ (sūrah) artinya adalah 'gambar atau bentuk suatu objek yang dapat diindra', termasuk manusia dan hewan.
- Kata رَكَّبَكَ (rakkabaka) secara kebahasaan terdiri atas dua suku kata, yaitu kata rakkaba yang berarti 'menyusun' dan kata ganti ka yang berarti 'engkau' (sebagai objek).



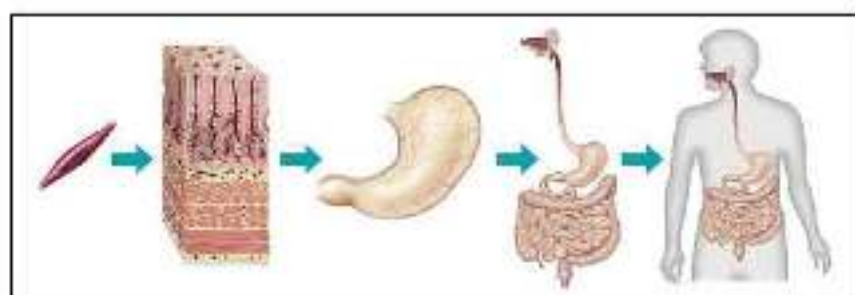
Tafsir Ayat

Ayat di atas menjelaskan penciptaan bentuk manusia yang amat sempurna. Semua komponen yang menyusun tubuh manusia diciptakan Allah Swt. dengan sangat rapi dan teratur. Zaglūl an-Najjār menjelaskan bahwa ayat di atas merupakan penguatan tentang penciptaan manusia. Tubuh dan bentuk manusia disusun dalam bentuk tertentu dengan



berbagai komponen yang melengkapinya. Komponen penyusun itulah yang belakangan, melalui ilmu pengetahuan dinamakan dengan sel.

Lebih lanjut, dia menyebutkan bahwa jumlah sel yang membentuk tubuh manusia sangat banyak hingga triliunan. Kumpulan sel tersebut akan membentuk jaringan. Kumpulan jaringan akan membentuk organ. Organ mempunyai beragam bentuk dan fungsi yang saling terkait satu sama lain dalam membentuk suatu sistem yang disebut sistem organ. Sistem organ inilah yang akan membentuk organisme baru atau individu seperti terlihat pada Gambar 4.21.



Gambar 4.21 Tingkat organisasi kehidupan

Sumber: <https://search.proquest.com/docview/5762260-030-0548000?pq-origsite=diagram&unit-organism-level-cells-tissues.jpg>

Kamu sudah tahu kesempurnaan bentuk tubuh manusia bukan? Sudahkah kamu bersyukur kepada Allah Swt. atas nikmat yang sempurna ini? Bentuk syukur atas tubuh ini bisa diwujudkan dengan menggunakan anggota tubuh untuk berbuat baik (ibadah, mengelola alam, konservasi lingkungan, dll.), bukan untuk berbuat maksiat. Sungguh tercela bila kita menggunakan tubuh pemberian Allah Swt. untuk melakukan perbuatan yang dilarangnya. Hal ini dipertegas oleh akhir ayat "Wahai manusia, apakah yang telah memperdayakanmu (berbuat durhaka) terhadap Tuhanmu Yang Maha Mulia?"

Allah Swt. Yang Maha Mulia menunjukkan kekuasaan-Nya melalui penciptaan manusia. Pada diri manusia, terdapat tanda-tanda kebesaran Allah Swt. bagi yang memperhatikannya, seperti tersebut di dalam Al-Qur'an, "(Begitu juga ada tanda-tanda kebesaran-Nya) pada dirimu sendiri. Maka, apakah kamu tidak memperhatikan?" (az-Zāriyāt [51]: 21).



Hal itu menunjukkan bahwa ada tanda kebesaran Allah Swt. dalam diri manusia yang bisa terus disingkap melalui penelitian dan pengamatan secara mendalam.

Refleksi

Memahami dan merenungkan sel akan menyingkap tanda-tanda kebesaran Allah Swt. Penciptaan bentuk manusia yang begitu rumit dan sempurna merupakan anugerah dari Yang Maha Kuasa. Kondisi badan diatur sedemikian rupa sehingga membentuk sistem kerja tubuh yang optimal. Itu adalah nikmat yang harus terus disyukuri. Bayangkan jika ada satu jaringan, sel, atau saraf yang rusak sehingga sebagian anggota badan tidak berfungsi, tubuh akan kesulitan dalam melakukan aktivitas! Maka, alangkah tidak pantas jika manusia masih berbuat durhaka kepada Allah Swt. dan tidak bersyukur atas segala anugerah yang diberikan kepadanya.

B. JARINGAN

Kita telah mengetahui bahwa tumbuhan (*Plantae*) dan hewan (*Animalia*) merupakan organisme multiseluler. Pada organisme multiseluler, kumpulan sel-sel sejenis dengan bentuk dan fungsi yang sama akan membentuk jaringan. Jaringan-jaringan penyusun tumbuhan berbeda dengan jaringan-jaringan penyusun tubuh hewan.

1. Jaringan Tumbuhan

Jaringan penyusun tumbuhan terdiri atas jaringan meristem dan jaringan dewasa.

a) Jaringan Meristem

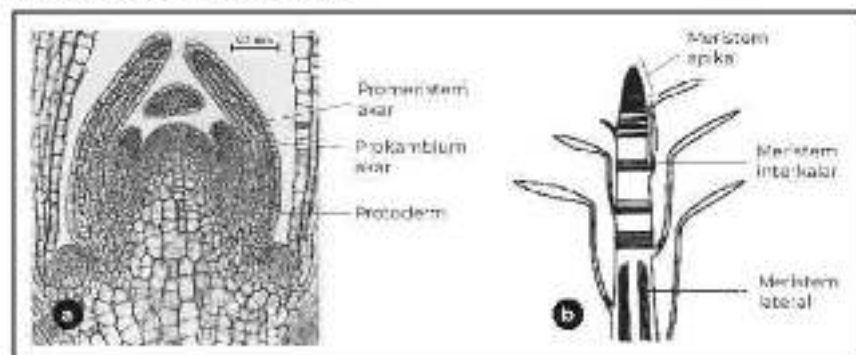
Jaringan meristem merupakan jaringan yang aktif membelah. Hal tersebut didukung oleh karakteristiknya, yaitu memiliki dinding sel yang tipis; memiliki nukleus yang besar, banyak mengandung sitoplasma; sel berukuran kecil; memiliki vakuola kecil atau tidak ada. Berdasarkan letaknya, jaringan meristem dibagi menjadi tiga, yaitu meristem api-



kal (di ujung), meristem lateral (di samping), dan meristem interkalar (di antara jaringan dewasa). Pembelahan yang terjadi pada jaringan meristem bertujuan untuk pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.

Tahukah kamu mengapa tumbuhan dapat bertambah tinggi dan besar? Tumbuhan bertambah tinggi dan besar karena memiliki dua macam tipe pertumbuhan, yaitu pertumbuhan primer dan pertumbuhan sekunder. Pertumbuhan primer adalah bertambahnya ukuran panjang atau tinggi pada tumbuhan. Pertumbuhan primer berasal dari jaringan meristem apikal yang terdiferensiasi menjadi jaringan primer (epidermis, parenkim, kolenkim, sklerenkim, xilem primer, dan floem primer).

Pada tumbuhan rumput-rumputan (suku *Gramineae*) pertumbuhan primer tidak hanya dipicu oleh meristem apikal, melainkan meristem interkalar yang terdapat pada ruas-ruas batang. Adapun pertumbuhan sekunder merupakan penambahan ukuran diameter batang. Pertumbuhan sekunder dihasilkan dari aktivitas meristem lateral yang berkembang menjadi kambium. Aktivitas meristem lateral menghasilkan kambium pembuluh dan kambium gabus. Kambium pembuluh terdiferensiasi menjadi xilem sekunder dan floem sekunder, sedangkan kambium gabus terdiferensiasi menjadi *periderm*. Gabungan floem dan *periderm* akan membentuk kulit kayu. Pertumbuhan sekunder hanya terjadi pada tumbuhan berkayu, seperti *Gymnospermae* dan *Angiospermae* berkayu.



Gambar 4.22 a. Meristem pada bagian pucuk dan **b.** Macam-macam meristem

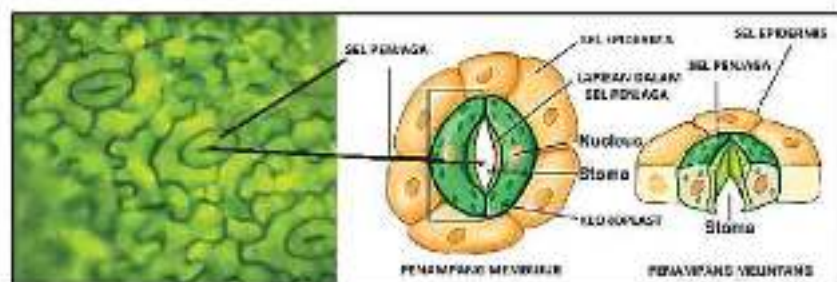
Sumber: <http://docplayer.net/docs-images/30/114625234/images/11-0.jpg>

b) Jaringan Dewasa

Jaringan dewasa merupakan jaringan meristem yang telah mengalami diferensiasi. Jaringan dewasa terdiri atas jaringan epidermis, jaringan parenkim, jaringan pengangkut, jaringan penyokong, dan jaringan sekretori.

1) Jaringan Epidermis

Jaringan epidermis merupakan jaringan terluar yang menutupi seluruh tubuh tumbuhan sehingga berfungsi sebagai pelindung. Karakteristik dari jaringan epidermis, antara lain tersusun atas sel sel hidup; memiliki susunan sel yang sangat rapat; umumnya tidak mempunyai kloroplas, kecuali tumbuhan hidrofik; mempunyai sitoplasma hidup; memiliki vakuola besar; dan umumnya memiliki selapis sel, kecuali tanaman *Ficus* sp. Epidermis memiliki derivat pada dinding primernya, seperti stomata dan trikoma.



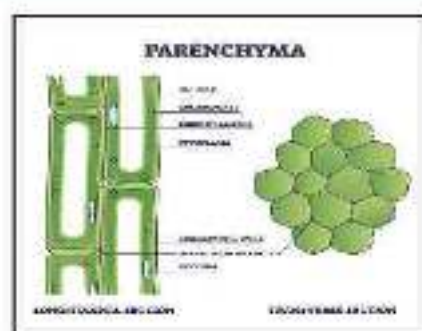
Gambar 4.23 Stomata

Sumber: SHUTTERSTOCK

2) Jaringan Parenkim

Jaringan parenkim disebut sebagai jaringan dasar karena merupakan jaringan yang mengisi sebagian besar tubuh tumbuhan. Jaringan ini memiliki bentuk dan fungsi yang bervariasi. Ciri jaringan parenkim antara lain tersusun dari sel hidup; memiliki ruang antar sel; tidak selalu berklorofil; dan selnya berukuran besar. Berdasarkan fungsinya, jaringan ini terbagi menjadi parenkim asimilasi/fotosintesis, parenkim penyimpan cadangan makanan; parenkim penyimpan udara (*aerenkim*); serta parenkim transportasi.





Gambar 4.24 Jaringan Parenkim

Sumber: SHUTTERSTOCK

3) Jaringan Penyokong

Jaringan penyokong berfungsi sebagai jaringan penguat bagi tubuh tumbuhan. Jaringan ini terdiri atas jaringan kolenkim dan jaringan sklerenkim. Kedua jaringan tersebut memiliki beberapa perbedaan yang disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4.2 Perbedaan Jaringan Kolenkim dan Sklerenkim

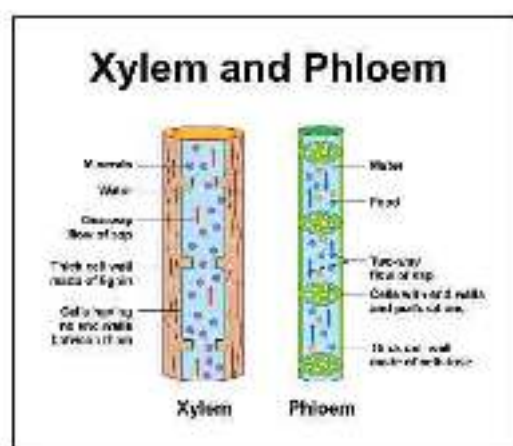
No	Perbedaan	
	Jaringan Kolenkim	Jaringan Sklerenkim
1	Tersusun dari sel-sel hidup	Tersusun dari sel-sel mati
2	Penebalan di sudut sel oleh selulosa	Penebalan di seluruh dinding sel oleh lignin
3	Menyokong organ yang masih muda	Menyokong organ yang sudah dewasa

4) Jaringan Pengangkut

Jaringan pengangkut adalah jaringan yang berfungsi mengedarkan zat-zat yang dibutuhkan oleh tumbuhan. Jaringan pengangkut terdiri atas xilem dan floem. Xilem berfungsi untuk mengedarkan air dan zat hara dari tanah menuju organ bagian atas tumbuhan, sedangkan floem berfungsi untuk mengedarkan hasil fotosintesis ke seluruh tubuh



tumbuhan. Struktur xilem dan floem dapat dilihat pada Gambar 4.25 berikut.

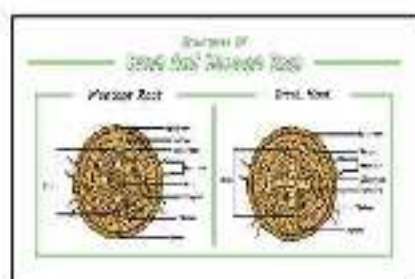


Gambar 4.25 Xilem dan Floem

Sumber: SHUTTERSTOCK

2. Jaringan Sekretori

Jaringan sekretori berfungsi untuk menghasilkan senyawa/sekret tertentu. Jaringan ini dapat disusun oleh satu sel atau lebih. Adapun senyawa yang dihasilkan dapat berupa air, lendir, lemak, getah minyak, ataupun mineral. Contohnya yaitu pada daun jeruk yang dijadikan bumbu aromatik pada masakan.



Gambar 4.26 Anatomi Akar Tumbuhan Monokotil dan Dikotil

Sumber: SHUTTERSTOCK

Berbagai jaringan tumbuhan saling bekerja sama membentuk organ tumbuhan. Pada tumbuhan terdapat organ utama berupa akar, batang, dan daun serta organ lainnya seperti bunga, buah, umbi, dan rimpang. Struktur anatomi akar, batang, dan daun dapat dilihat pada gambar berikut.



jaringan epitel yang membatasi organ disebut *endotelium*. Jaringan epitel berfungsi untuk melindungi jaringan-jaringan lain yang ada di bawahnya dari berbagai macam kerusakan.

Berdasarkan strukturnya jaringan epitel dibagi menjadi tiga macam. Ketiga macam jaringan tersebut, yaitu: 1) epitel pipih; 2) epitel batang; 3) epitel kubus. Jaringan epitel ini sangat besar karena melapisi organ tubuh bagian luar dan juga bagian dalam. Berdasarkan lapisan penyusunnya, jaringan epitel dibagi menjadi delapan, yaitu: 1) epitel pipih selapis; 2) epitel pipih berlapis banyak; 3) epitel silindris selapis; 4) epitel silindris berlapis banyak; 5) epitel kubus selapis; 6) epitel kubus berlapis banyak; 7) epitel transisi; 8) epitel kelenjar.

b) Jaringan Ikat

Jaringan ikat adalah jaringan yang berfungsi mengikat antar jaringan maupun antarorgan. Jaringan ikat inilah yang membuat organ kita tetap berada pada tempatnya. Jaringan ikat merupakan jaringan yang banyak ditemukan di dalam tubuh karena hampir sebagian besar organ memiliki jaringan ikat. Terdapat beberapa jenis jaringan ikat, yaitu jaringan ikat sejati (ikat padat dan ikat longgar), jaringan ikat cair (darah dan limfa), serta jaringan ikat penyokong (tulang rawan dan tulang keras). Masing-masing jaringan ikat tersebut tersusun atas matriks dan sel-sel jaringan ikat.

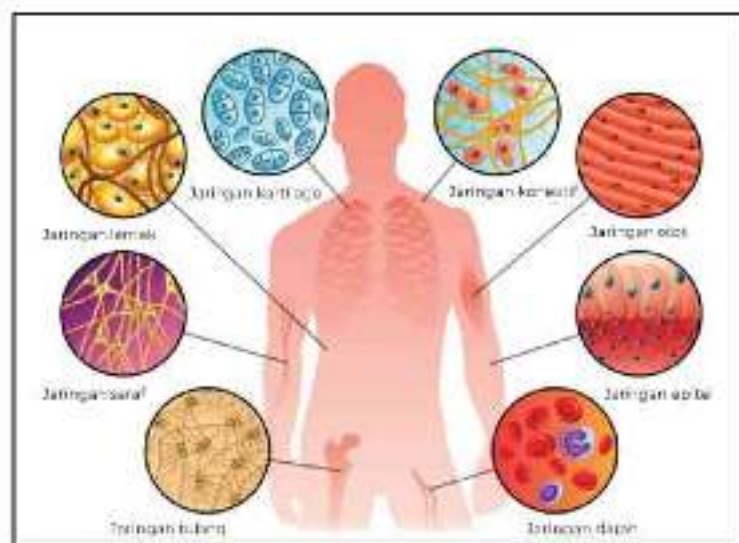
c) Jaringan Otot

Jaringan otot terbentuk dari kumpulan sel-sel otot yang membentuk satu kesatuan. Jaringan otot berfungsi sebagai alat gerak aktif karena mampu berkontraksi dan berelaksasi. Dalam tubuh, terdapat tiga jenis jaringan otot yang memiliki karakter tersendiri. Jaringan otot polos banyak terdapat di organ bagian dalam dan bekerja secara involunter. Jaringan otot lurik melekat pada rangka dan dapat bereaksi secara cepat terhadap rangsangan. Jaringan otot jantung hanya terdapat pada jantung dan memiliki pergerakan yang konsisten serta tidak mudah lelah. Otot jantung merupakan satu-satunya otot yang memiliki percabangan.

d) Jaringan Saraf



Jaringan saraf berperan untuk menerima rangsang dan mengirimkannya ke otak dan unit lain dalam tubuh. Jaringan saraf tersusun atas sel-sel saraf yang dihubungkan melalui sinapsis. Unit terkecil dari sel saraf disebut dengan neuron. Berdasarkan fungsinya, sel saraf dibagi menjadi tiga jenis, yaitu sel saraf sensorik (menghantarkan impuls dari reseptor ke pusat saraf), sel saraf motorik (menghantarkan impuls dari pusat saraf ke organ efektor), dan saraf penghubung. Jenis-jenis jaringan pada manusia dapat dilihat pada Gambar 4.29.



Gambar 4.29 Jaringan pada manusia

Sumber: <https://image4desnapicdn.com/ari-medika/ae-10052703055295/an-mak-ha/ae0-020.jpg?cs=1471702058>

Jaringan-jaringan akan saling bekerja sama untuk membentuk suatu organ. Contoh organ yang terdapat pada hewan, yaitu paru-paru, kulit, hati, dan ginjal yang akan membentuk sistem ekskresi. Contoh lain, yaitu mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, dan rektum akan membentuk sistem pencernaan.





Pojok Sains

Kultur Jaringan

Jaringan tumbuhan memiliki sifat totipotensi yang tinggi sehingga dapat dimanfaatkan untuk kultur jaringan. Kultur jaringan merupakan teknik membudidayakan atau menumbuhkan tanaman dengan cara mengisolasi eksplan seperti sel, jaringan, organ, ataupun protoplas secara *in vitro* pada media aseptik. Tahukah kamu bahwa kultur jaringan sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia? Hal ini karena adanya beberapa keuntungan sebagai berikut.

- Melalui kultur jaringan kita bisa menghasilkan tanaman baru dalam jumlah banyak dalam waktu yang relatif singkat. Keturunannya mempunyai sifat fisiologi dan morfologi sama persis dengan induknya.
- Kita dapat menentukan jenis induk yang bersifat unggul.
- Jumlah keturunan yang dihasilkan banyak dan tidak terbatas.
- Bibit terhindar dari hama penyakit.
- Kultur jaringan dapat dilakukan secara cepat dan hemat waktu.
- Pengadaan bibit tidak tergantung pada musim.

Namun demikian, kultur jaringan juga memiliki beberapa kekurangan di antaranya sebagai berikut.

- Biaya yang dibutuhkan relatif besar dalam pengadaan laboratorium.
- Teknik kultur jaringan yang masih sulit dilakukan bagi sebagian kalangan.
- Diperlukan keahlian khusus dalam pengerjaannya.
- Produk yang dihasilkan dari kultur jaringan cenderung lemah pada sistem perakarannya.

Sumber: <https://kumbarbelajar.kemdikbud.go.id/>





Pojok Riset

Puasa Dapat Mengaktivasi Autofagi

Autofagi adalah pembersihan diri yang terjadi ketika tubuh dilatih berpuasa dalam kurun waktu tertentu. Aktivasi autofagi dapat dilakukan dengan mengurangi asupan kalori yang diterima sel. Penurunan asupan kalori ketika puasa membuat sel tubuh mengalami stres. Padahal, sel tubuh memerlukan kalori untuk berfungsi normal. Pada kondisi minimnya energi, sel tubuh harus bekerja secara lebih efisien. Caranya, sel-sel tubuh membuang molekul sampah dan bagian sel yang sudah rusak, lalu mendaur ulang zat-zat tersebut menjadi bagian sel yang berfungsi dengan baik. Mekanisme autofagi merupakan cara tubuh untuk membersihkan diri dari sel-sel yang sudah tua dan rusak sehingga dapat membentuk sel-sel baru yang lebih sehat. Saat seseorang berpuasa, hormon insulin akan menurun, sedangkan glukagon meningkat. Hormon glukagon berfungsi meningkatkan kadar gula dalam darah. Kondisi peningkatan glukagon inilah yang dapat menstimulasi proses autofagi untuk membersihkan sel dari organ-organ yang rusak.

Sumber: How to Renew Your Body: Fasting and Autophagy, dalam <https://www.arddoctor.com/renew-body-fasting-autophagy>



Proyek

Buatlah *mind map* jaringan tumbuhan dan hewan agar kamu lebih paham. Kamu dapat menggunakan aplikasi pembuatan *mind map* di ponsel pintarmu, loh!





Sumber: photographica/free-px