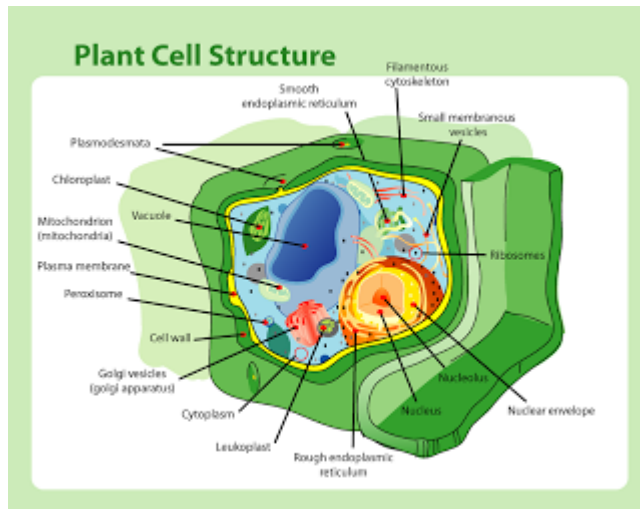


## Struktur Dan Fungsi Sel



**Biologi sel** adalah cabang **ilmu biologi** yang mempelajari tentang sel. Sel sendiri adalah kesatuan structural dan fungsional makhluk hidup

**Teori-teori tentang sel**

- **Robert Hooke** (Inggris, 1665) meneliti sayatan gabus di bawah mikroskop. Hasil pengamatannya ditemukan rongga-rongga yang disebut **sel** (cellula)
- **Hanstein** (1880) menyatakan bahwa **sel** tidak hanya berarti cytos (tempat yang berongga), tetapi juga berarti cella (kantong yang berisi)
- **Felix Durjadin** (Prancis, 1835) meneliti beberapa jenis **sel** hidup dan menemukan isi dalam, rongga sel tersebut yang penyusunnya disebut "**Sarcode**"
- **Johanes Purkinje** (1787-1869) mengadakan perubahan nama **Sarcode** menjadi **Protoplasma**
- **Matthias Schleiden** (ahli **botani**) dan **Theodore Schwann** (ahli **zoologi**) tahun 1838 menemukan adanya kesamaan yang terdapat pada struktur jaringan tumbuhan dan hewan. Mereka mengajukan konsep bahwa **makhluk hidup terdiri atas sel**. konsep yang diajukan tersebut menunjukkan bahwa **sel merupakan satuan structural makhluk hidup**.
- **Robert Brown** (Scotlandia, 1831) menemukan benda kecil yang melayang-layang pada **protoplasma** yaitu **inti (nucleus)**
- **Max Shultze** (1825-1874) ahli **anatomi** menyatakan **sel merupakan kesatuan fungsional makhluk hidup**
- **Rudolf Virchow** (1858) menyatakan bahwa **setiap sel berasal dari sel sebelumnya (omnis celulla ex celulla)**

**Macam Sel Berdasarkan Keadaan Inti**

a. **sel prokariot**, sel yang intinya tidak memiliki membran, materi inti tersebar dalam sitoplasma (sel yang memiliki satu system membran. Yang termasuk dalam kelompok ini adalah **bakteri dan alga biru**)

b. **sel eukarion**, sel yang intinya memiliki membran. Materi inti dibatasi oleh satu system membran terpisah dari sitoplasma. Yang termasuk kelompok ini adalah **semua makhluk hidup kecuali bakteri dan alga biru**. Struktur **sel prokariotik** lebih sederhana dibandingkan struktur **sel eukariotik**. Akan tetapi, **sel prokariotik** mempunyai **ribosom** (tempat protein dibentuk) yang sangat banyak. **Sel prokariotik** dan **sel eukariotik** memiliki beberapa perbedaan sebagai berikut :

Sel	Prokariotik
- Tidak memiliki inti sel yang jelas karena tidak memiliki membran inti sel yang dinamakan	nucleoid
- Organel-organelnya	tidak dibatasi membran
- Membran sel tersusun atas	senyawa peptidoglikan
- Diameter sel	antara 1-10mm
- Mengandung 4 subunit	RNA polymerase
- Susunan	kromosomnya sirkuler

Sel	Eukariotik
- Memiliki inti sel yang dibatasi oleh membran inti dan dinamakan	nucleus
- Organel-organelnya	dibatasi membran
- Membran selnya tersusun atas	fosfolipid
- Diameter selnya	antara 10-100mm
- Mengandung banyak subunit	RNA polymerase
- Susunan	kromosomnya linier

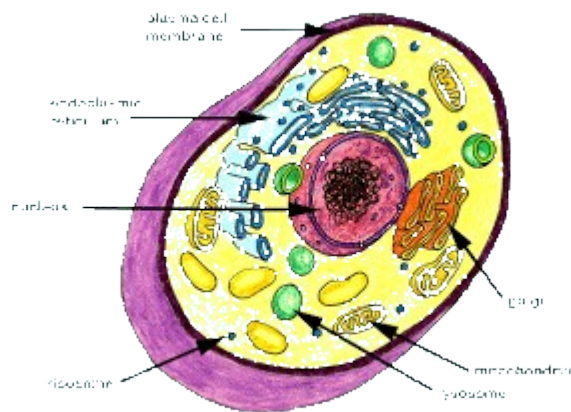
### Macam Sel Berdasarkan Keadaan Kromosom dan Fungsinya

- Sel Somatis**, sel yang menyusun tubuh dan bersifat diploid
- Sel Germinal**. sel kelamin yang berfungsi untuk reproduksi dan bersifat haploid

### Bagian-bagian Sel

- **Bagian hidup(komponen protoplasma)**, terdiri atas inti dan sitoplasma termasuk cairan dan struktur sel seperti : mitokondria, badan golgi, dll
- **Bagian mati (inklusi)**, terdiri atas dinding sel dan isi vakuola

mari kita bahas masing-masing bagian satu per satu



## **a** **Dinding** **sel**

Dinding sel hanya terdapat pada sel tumbuhan. Dinding sel terdiri daripada selulosa yang kuat yang dapat memberikan sokongan, perlindungan, dan untuk mengekalkan bentuk sel. Terdapat liang pada dinding sel untuk membenarkan pertukaran bahan di luar dengan bahan di dalam sel. Dinding sel juga berfungsi untuk menyokong tumbuhan yang tidak berkayu.

Dinding sel terdiri dari Selulosa (sebagian besar), hemiselulosa, pektin, lignin, kitin, garam karbonat dan silikat dari Ca dan Mg.

## **b.** **Membran** **Plasma**

Membran sel merupakan lapisan yang melindungi inti sel dan sitoplasma. Membran sel membungkus organel-organel dalam sel. Membran sel juga merupakan alat transportasi bagi sel yaitu tempat masuk dan keluarnya zat-zat yang dibutuhkan dan tidak dibutuhkan oleh sel. Struktur membran ialah dua lapis lipid (lipid bilayer) dan memiliki permeabilitas tertentu sehingga tidak semua molekul dapat melalui membran sel.

Struktur membran sel yaitu model mozaik fluida yang dikemukakan oleh Singer dan Nicholson pada tahun 1972. Pada teori mozaik fluida membran merupakan 2 lapisan lemak dalam bentuk fluida dengan molekul lipid yang dapat berpindah secara lateral di sepanjang lapisan membran. Protein membran tersusun secara tidak beraturan yang menembus lapisan lemak. Jadi dapat dikatakan membran sel sebagai struktur yang dinamis dimana komponen-komponennya bebas bergerak dan dapat terikat bersama dalam berbagai bentuk interaksi semipermanen. Komponen penyusun membran sel antara lain adalah fosfolipids, protein, oligosakarida, glikolipid, dan kolesterol.

Salah satu fungsi dari membran sel adalah sebagai lalu lintas molekul dan ion secara dua arah. Molekul yang dapat melewati membran sel antara lain ialah molekul hidrofobik ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ), dan molekul polar yang sangat kecil (air, etanol). Sementara itu, molekul lainnya seperti molekul polar dengan ukuran besar (glukosa),

ion, dan substansi hidrofilik membutuhkan mekanisme khusus agar dapat masuk ke dalam sel.

Banyaknya molekul yang masuk dan keluar membran menyebabkan terciptanya lalu lintas membran. Lalu lintas membran digolongkan menjadi dua cara, yaitu dengan transpor pasif untuk molekul-molekul yang mampu melalui membran tanpa mekanisme khusus dan transpor aktif untuk molekul yang membutuhkan mekanisme khusus.

## **Transpor**

## **pasif**

Transpor pasif merupakan suatu perpindahan molekul menuruni gradien konsentrasinya. Transpor pasif ini bersifat spontan. Difusi, osmosis, dan difusi terfasilitasi merupakan contoh dari transpor pasif. Difusi terjadi akibat gerak termal yang meningkatkan entropi atau ketidakteraturan sehingga menyebabkan campuran yang lebih acak. Difusi akan berlanjut selama respirasi seluler yang mengkonsumsi O<sub>2</sub> masuk. Osmosis merupakan difusi pelarut melintasi membran selektif yang arah perpindahannya ditentukan oleh beda konsentrasi zat terlarut total (dari hipotonis ke hipertonis). Difusi terfasilitasi juga masih dianggap ke dalam transpor pasif karena zat terlarut berpindah menurut gradien konsentrasinya.

Contoh molekul yang berpindah dengan transpor pasif ialah air dan glukosa. Transpor pasif air dilakukan lipid bilayer dan transpor pasif glukosa terfasilitasi transporter. Ion polar berdifusi dengan bantuan protein transpor.

## **Transpor**

## **aktif**

Transpor aktif merupakan kebalikan dari transpor pasif dan bersifat tidak spontan. Arah perpindahan dari transpor ini melawan gradien konsentrasi. Transpor aktif membutuhkan bantuan dari beberapa protein. Contoh protein yang terlibat dalam transpor aktif ialah channel protein dan carrier protein, serta ionophore.

Yang termasuk transpor aktif ialah coupled carriers, ATP driven pumps, dan light driven pumps. Dalam transpor menggunakan coupled carriers dikenal dua istilah, yaitu symporter dan antiporter. Symporter ialah suatu protein yang mentransportasikan kedua substrat searah, sedangkan antiporter mentransfer kedua substrat dengan arah berlawanan. ATP driven pump merupakan suatu siklus transpor Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ATPase. Light driven pump umumnya ditemukan pada sel bakteri. Mekanisme ini membutuhkan energi cahaya dan contohnya terjadi pada Bakteriorhodopsin.

## **c.**

## **Mitokondria**

Mitokondria adalah tempat di mana fungsi respirasi pada makhluk hidup berlangsung. Respirasi merupakan proses perombakan atau katabolisme untuk menghasilkan energi atau tenaga bagi berlangsungnya proses hidup. Dengan demikian, mitokondria adalah "pembangkit tenaga" bagi sel.

Mitokondria banyak terdapat pada sel yang memiliki aktivitas metabolisme tinggi dan memerlukan banyak ATP dalam jumlah banyak, misalnya sel otot jantung. Jumlah

dan bentuk mitokondria bisa berbeda-beda untuk setiap sel. Mitokondria berbentuk elips dengan diameter 0,5  $\mu\text{m}$  dan panjang 0,5 – 1,0  $\mu\text{m}$ . Struktur mitokondria terdiri dari empat bagian utama, yaitu membran luar, membran dalam, ruang antar membran, dan matriks yang terletak di bagian dalam membran [Cooper, 2000].

Membran luar terdiri dari protein dan lipid dengan perbandingan yang sama serta mengandung protein porin yang menyebabkan membran ini bersifat permeabel terhadap molekul-molekul kecil yang berukuran 6000 Dalton. Dalam hal ini, membran luar mitokondria menyerupai membran luar bakteri gram-negatif. Selain itu, membran luar juga mengandung enzim yang terlibat dalam biosintesis lipid dan enzim yang berperan dalam proses transpor lipid ke matriks untuk menjalani  $\beta$ -oksidasi menghasilkan Asetil KoA.

Membran dalam yang kurang permeabel dibandingkan membran luar terdiri dari 20% lipid dan 80% protein. Membran ini merupakan tempat utama pembentukan ATP. Luas permukaan ini meningkat sangat tinggi diakibatkan banyaknya lipatan yang menonjol ke dalam matriks, disebut krista [Lodish, 2001]. Struktur krista ini meningkatkan luas permukaan membran dalam sehingga meningkatkan kemampuannya dalam memproduksi ATP. Membran dalam mengandung protein yang terlibat dalam reaksi fosforilasi oksidatif, ATP sintase yang berfungsi membentuk ATP pada matriks mitokondria, serta protein transpor yang mengatur keluar masuknya metabolit dari matriks melewati membran dalam.

Ruang antar membran yang terletak diantara membran luar dan membran dalam merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi yang penting bagi sel, seperti siklus Krebs, reaksi oksidasi asam amino, dan reaksi  $\beta$ -oksidasi asam lemak. Di dalam matriks mitokondria juga terdapat materi genetik, yang dikenal dengan DNA mitokondria (mtDNA), ribosom, ATP, ADP, fosfat inorganik serta ion-ion seperti magnesium, kalsium dan kalium

#### d. Lisosom

Lisosom adalah organel sel berupa kantong terikat membran yang berisi enzim hidrolitik yang berguna untuk mengontrol pencernaan intraseluler pada berbagai keadaan. Lisosom ditemukan pada tahun 1950 oleh Christian de Duve dan ditemukan pada semua sel eukariotik. Di dalamnya, organel ini memiliki 40 jenis enzim hidrolitik asam seperti protease, nuklease, glikosidase, lipase, fosfolipase, fosfatase, ataupun sulfatase. Semua enzim tersebut aktif pada pH 5. Fungsi utama lisosom adalah endositosis, fagositosis, dan autofagi.

- **Endositosis** ialah pemasukan makromolekul dari luar sel ke dalam sel melalui mekanisme endositosis, yang kemudian materi-materi ini akan dibawa ke vesikel kecil dan tidak beraturan, yang disebut endosom awal. Beberapa materi tersebut dipilah dan ada yang digunakan kembali (dibuang ke sitoplasma), yang tidak dibawa ke endosom lanjut. Di endosom lanjut, materi tersebut bertemu pertama kali dengan enzim hidrolitik. Di dalam endosom awal, pH sekitar 6. Terjadi penurunan pH (5) pada endosom lanjut sehingga terjadi pematangan dan membentuk lisosom.

- **Proses autofagi** digunakan untuk pembuangan dan degradasi bagian sel sendiri, seperti organel yang tidak berfungsi lagi. Mula-mula, bagian dari retikulum

endoplasma kasar menyelubungi organel dan membentuk autofagosom. Setelah itu, autofagosom berfusi dengan enzim hidrolitik dari trans Golgi dan berkembang menjadi lisosom (atau endosom lanjut). Proses ini berguna pada sel hati, transformasi berudu menjadi katak, dan embrio manusia.

- **Fagositosis** merupakan proses pemasukan partikel berukuran besar dan mikroorganisme seperti bakteri dan virus ke dalam sel. Pertama, membran akan membungkus partikel atau mikroorganisme dan membentuk fagosom. Kemudian, fagosom akan berfusi dengan enzim hidrolitik dari trans Golgi dan berkembang menjadi lisosom (endosom lanjut).

#### e. **Badan Golgi**

Badan Golgi (disebut juga aparatus Golgi, kompleks Golgi atau diktiosom) adalah organel yang dikaitkan dengan fungsi ekskresi sel, dan struktur ini dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop cahaya biasa. Organel ini terdapat hampir di semua sel eukariotik dan banyak dijumpai pada organ tubuh yang melaksanakan fungsi ekskresi, misalnya ginjal. Setiap sel hewan memiliki 10 hingga 20 badan Golgi, sedangkan sel tumbuhan memiliki hingga ratusan badan Golgi. Badan Golgi pada tumbuhan biasanya disebut diktiosom.

Badan Golgi ditemukan oleh seorang ahli histologi dan patologi berkebangsaan Italia yang bernama Camillo Golgi.

beberapa **fungsi badan golgi** antara lain :

1. Membentuk kantung (vesikula) untuk sekresi. Terjadi terutama pada sel-sel kelenjar kantung kecil tersebut, berisi enzim dan bahan-bahan lain.
2. Membentuk membran plasma. Kantung atau membran golgi sama seperti membran plasma. Kantung yang dilepaskan dapat menjadi bagian dari membran plasma.
3. Membentuk dinding sel tumbuhan
4. Fungsi lain ialah dapat membentuk akrosom pada spermatozoa yang berisi enzim untuk memecah dinding sel telur dan pembentukan lisosom.
5. Tempat untuk memodifikasi protein
6. Untuk menyortir dan memaket molekul-molekul untuk sekresi sel
7. Untuk membentuk lisosom

#### f. **Retikulum Endoplasma**

RETIKULUM ENDOPLASMA (RE) adalah organel yang dapat ditemukan di seluruh sel hewan eukariotik.

Retikulum endoplasma memiliki struktur yang menyerupai kantung berlapis-lapis. Kantung ini disebut cisternae. Fungsi retikulum endoplasma bervariasi, tergantung pada jenisnya. Retikulum Endoplasma (RE) merupakan labirin membran yang demikian banyak sehingga retikulum endoplasma melipiti separuh lebih dari total membran dalam sel-sel eukariotik. (kata endoplasmik berarti “di dalam sitoplasma” dan retikulum diturunkan dari bahasa latin yang berarti “jaringan”).

Ada tiga jenis retikulum endoplasma: RE kasar Di permukaan RE kasar, terdapat bintik-bintik yang merupakan ribosom. Ribosom ini berperan dalam sintesis protein. Maka, fungsi utama RE kasar adalah sebagai tempat sintesis protein. RE halus Berbeda dari RE kasar, RE halus tidak memiliki bintik-bintik ribosom di permukaannya. RE halus berfungsi dalam beberapa proses metabolisme yaitu sintesis lipid, metabolisme karbohidrat dan konsentrasi kalsium, detoksifikasi obat-obatan, dan tempat melekatnya reseptor pada protein membran sel. RE sarkoplasmik RE sarkoplasmik adalah jenis khusus dari RE halus. RE sarkoplasmik ini ditemukan pada otot licin dan otot lurik. Yang membedakan RE sarkoplasmik dari RE halus adalah kandungan proteinnya. RE halus mensintesis molekul, sementara RE sarkoplasmik menyimpan dan memompa ion kalsium. RE sarkoplasmik berperan dalam pemicuan kontraksi otot.

#### g. **Nukleus**

Inti sel atau nukleus sel adalah organel yang ditemukan pada sel eukariotik. Organel ini mengandung sebagian besar materi genetik sel dengan bentuk molekul DNA linear panjang yang membentuk kromosom bersama dengan beragam jenis protein seperti histon. Gen di dalam kromosom-kromosom inilah yang membentuk genom inti sel. Fungsi utama nukleus adalah untuk menjaga integritas gen-gen tersebut dan mengontrol aktivitas sel dengan mengelola ekspresi gen. Selain itu, nukleus juga berfungsi untuk mengorganisasikan gen saat terjadi pembelahan sel, memproduksi mRNA untuk mengkodekan protein, sebagai tempat sintesis ribosom, tempat terjadinya replikasi dan transkripsi dari DNA, serta mengatur kapan dan di mana ekspresi gen harus dimulai, dijalankan, dan diakhiri

#### h. **Plastida**

Plastida adalah organel sel yang menghasilkan warna pada sel tumbuhan. ada tiga macam plastida, yaitu :

- **leukoplast** : plastida yang berbentuk amilum(tepung)
- **kloroplast** : plastida yang umumnya berwarna hijau. terdiri dari : klorofil a dan b (untuk fotosintesis), xantofil, dan karoten
- **kromoplast** : plastida yang banyak mengandung karoten

#### i. **Sentriol (sentrosom)**

Sentrosom merupakan wilayah yang terdiri dari dua sentriol (sepasang sentriol) yang terjadi ketika pembelahan sel, dimana nantinya tiap sentriol ini akan bergerak ke bagian kutub-kutub sel yang sedang membelah. Pada siklus sel di tahapan interfase, terdapat fase S yang terdiri dari tahap duplikasi kromosom, kondensasi kromosom, dan duplikasi sentrosom.

Terdapat sejumlah fase tersendiri dalam duplikasi sentrosom, dimulai dengan G1 dimana sepasang sentriol akan terpisah sejauh beberapa mikrometer. Kemudian dilanjutkan dengan S, yaitu sentriol anak akan mulai terbentuk sehingga nanti akan menjadi dua pasang sentriol. Fase G2 merupakan tahapan ketika sentriol anak yang baru terbentuk tadi telah memanjang. Terakhir ialah fase M dimana sentriol bergerak ke kutub-kutub pembelahan dan berlekatan dengan mikrotubula yang tersusun atas benang-benang spindel.

j.

## Vakuola

Vakuola merupakan ruang dalam sel yang berisi cairan (cell sap dalam bahasa Inggris). Cairan ini adalah air dan berbagai zat yang terlarut di dalamnya. Vakuola ditemukan pada semua sel tumbuhan namun tidak dijumpai pada sel hewan dan bakteri, kecuali pada hewan uniseluler tingkat rendah.

fungsi vakuola adalah :

1. memelihara tekanan osmotik sel
2. penyimpanan hasil sintesa berupa glikogen, fenol, dll
3. mengadakan sirkulasi zat dalam sel

## Perbedaan Sel Hewan dan Tumbuhan

**1. Sel Hewan :**

- \* tidak memiliki dinding sel
- \* tidak memiliki butir plastida
- \* bentuk tidak tetap karena hanya memiliki membran sel yang keadaannya tidak kaku
- \* jumlah mitokondria relatif banyak
- \* vakuolanya banyak dengan ukuran yang relatif kecil
- \* sentrosom dan sentriol tampak jelas

**2. Sel Tumbuhan**

- \* memiliki dinding sel
- \* memiliki butir plastida
- \* bentuk tetap karena memiliki dinding sel yang terbuat dari cellulosa
- \* jumlah mitokondria relatif sedikit karena fungsinya dibantu oleh butir plastida
- \* vakuola sedikit tapi ukurannya besar
- \* sentrosom dan sentriolnya tidak jelas