



**MODUL MATA KULIAH BIOLOGI SEL
(NCA 103)**

Topik :

STRUKTUR DAN FUNGSI ORGANEL SEL DI SITOPLASMA

DISUSUN OLEH :

Dr. TITTA NOVIANTI, S.Si., M.Biomed.

UNIVERSITAS ESA UNGGUL
Esa Unggul
2020

Struktur Dan Fungsi Organel Sel Di Sitoplasma

A. Kemampuan Akhir Yang Diharapkan

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu :

1. Menjelaskan tentang struktur organel sel di sitoplasma
2. Menganalisis fungsi organel sel di sitoplasma
3. Menjelaskan peranan struktur dan fungsi organel sel di sitoplasma

B. Uraian

1. Pendahuluan

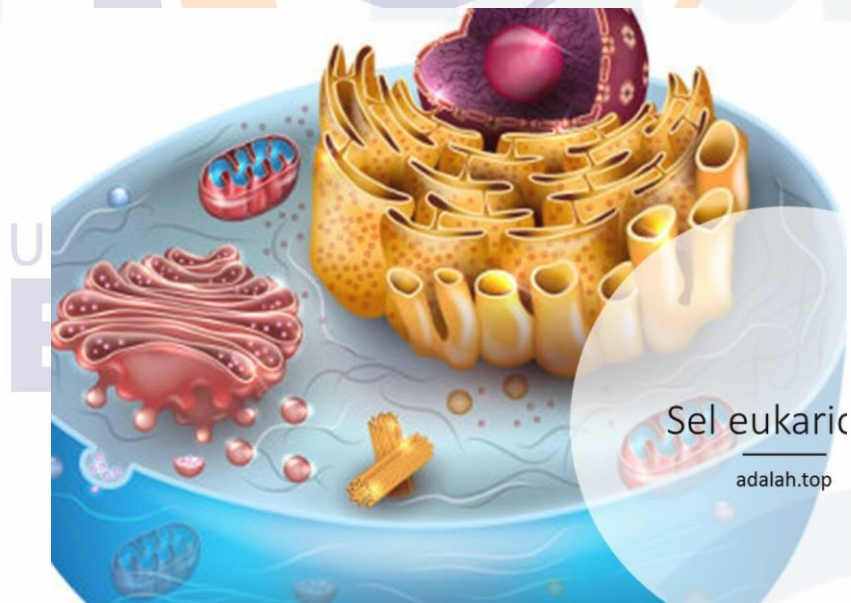
Sel penyusun makhluk hidup jika dilihat dari tingkat evolusinya terbagi ke dalam dua kelompok besar yaitu sel prokariota dan sel eukariota. Perbedaan utamanya adalah pada inti sel sejati, yaitu materi genetik yang tersimpan dalam satu struktur inti sel yang memiliki membran. Sel memiliki jenis, ukuran, komponen kimia, struktur, dan kegunaan dari organel-organelnya dalam mendukung proses metabolisme di dalam tubuh makhluk hidup. Sel adalah bagian terkecil dari suatu sistem kehidupan.



Gambar 1. Sel penyusun komponen makhluk hidup

Sel juga merupakan satu unit dasar dari tubuh manusia di mana setiap organ merupakan gregasi/ penyatuan dari berbagai macam sel yang dipersatukan satu sama lain oleh sokongan struktur-struktur interselluler. Setiap jenis sel dikhususkan untuk melakukan suatu fungsi tertentu. Misalnya sel darah merah yang jumlahnya 25 triliun berfungsi untuk mengangkut oksigen dari paru-paru ke jaringan. Di samping sel darah merah masih terdapat sekitar 75 triliun sel lain yang menyusun tubuh manusia, sehingga jumlah sel pada manusia sekitar 100 triliun sel.

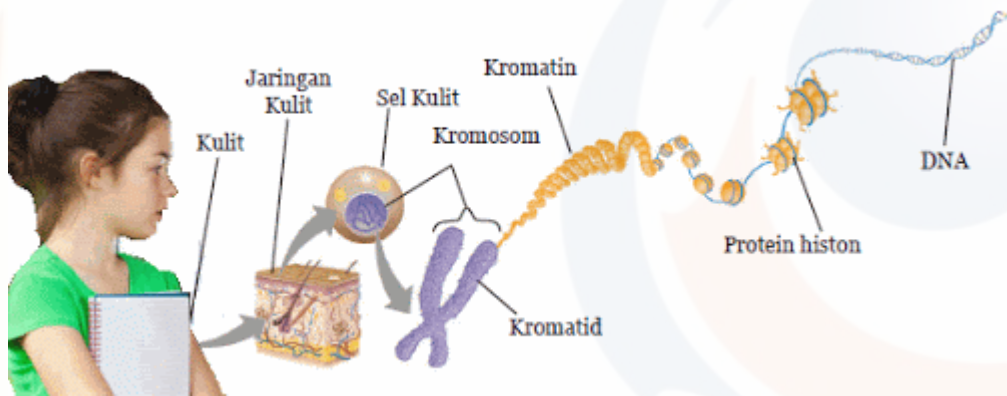
Sel sangat kompleks dan terorganisasi. Kompleksitas sel sangat nyata tetapi sulit dijelaskan. Kompleksitas sel dapat dianalogikan dengan keteraturan dan konsistensi keteraturan dan konsistensi sel dapat dilihat dari organel-organel sel yang mempunyai struktur sendiri-sendiri dan adanya interaksi antar bagian sel ataupun antar organel yang berperan untuk memelihara ataupun operasional sistem sel.



Gambar 2. Kompleksitas Sel

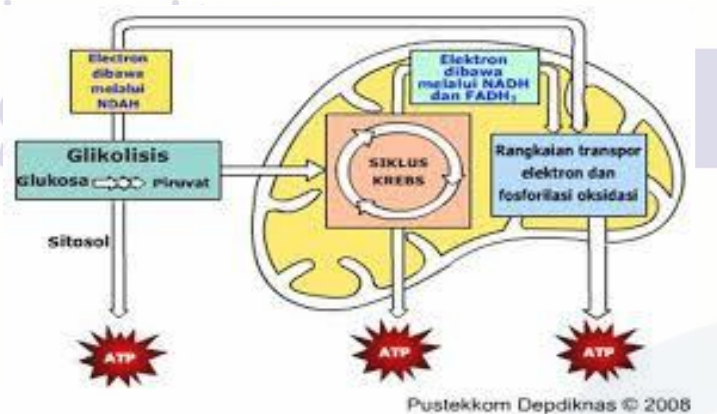
Beberapa karakteristik sel antara lain;

1. Sel sangat terorganisir; dapat dilihat pada proses sintesis protein, proses pembentukan energi kimia, pembentukan membran sel. Pada proses tersebut terdapat kerja sama antar organel sel dan semua proses sangat terorganisir.
2. Sel mempunyai program genetik Organisme dibangun berdasarkan informasi yang dikode dalam gen-gen. Gen bukanlah sekedar tempat menyimpan informasi tetapi juga mengandung blueprint (cetakan) untuk membentuk struktur sel dan mengatur aktivitas sel.



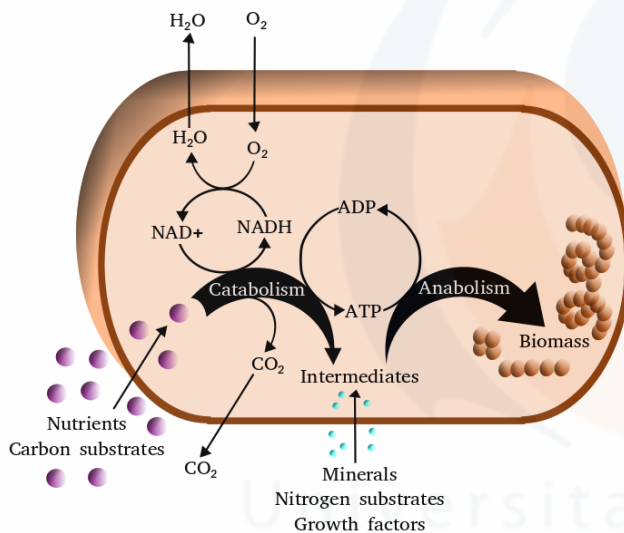
Gambar 3. DNA atau materi genetic dalam sel mengatur aktivitas sel

3. Sel membentuk dan menggunakan energi Perkembangan dan pemeliharaan sel membutuhkan masukan energi yang konstan. Energi cahaya diserap oleh pigmen fotosintetik yang terdapat pada sel, kemudian cahaya tersebut akan dikonversi menjadi energi kimia. Pada hewan energi telah dikemas berupa glukosa, pada manusia glukosa dilepaskan oleh hati ke aliran darah.
- 4.



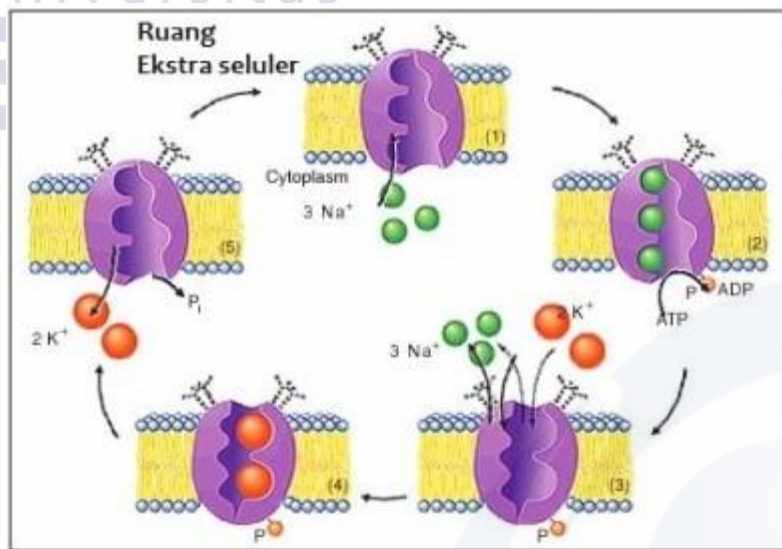
Gambar 4. Pembentukan energi di dalam sel

5. Sel mampu menghasilkan berbagai macam reaksi kimia Reaksi kimia yang terjadi di dalam sel sering disebut metabolisme. Metabolisme adalah suatu proses perubahan molekul- molekul kompleks menjadi molekul-molekul kecil atau sebaliknya.



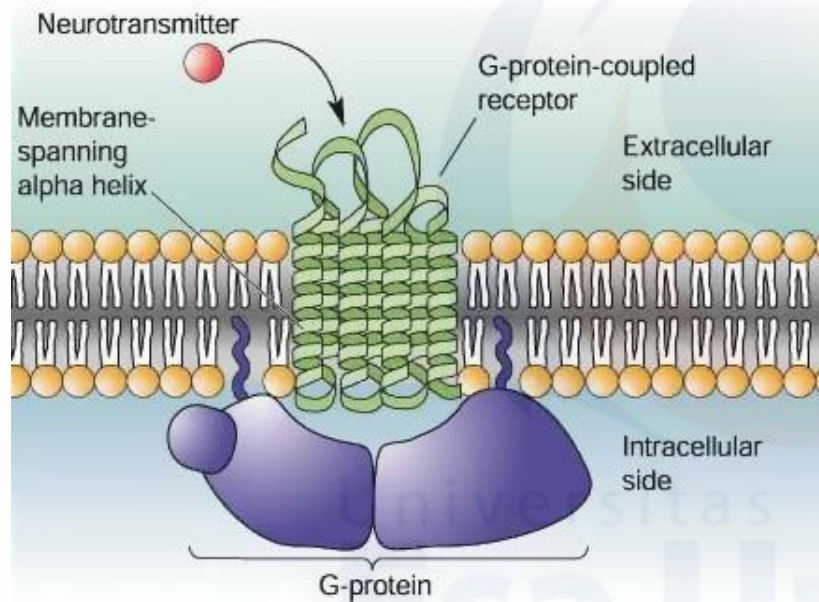
Gambar 5 Proses metabolisme dalam sel

- Sel mampu melakukan aktivitas mekanik; Sel adalah tempat aktivitas mekanik, di mana bahan atau molekul diangkut dari satu tempat ke tempat lain, baik di dalam sel atau antar sel.



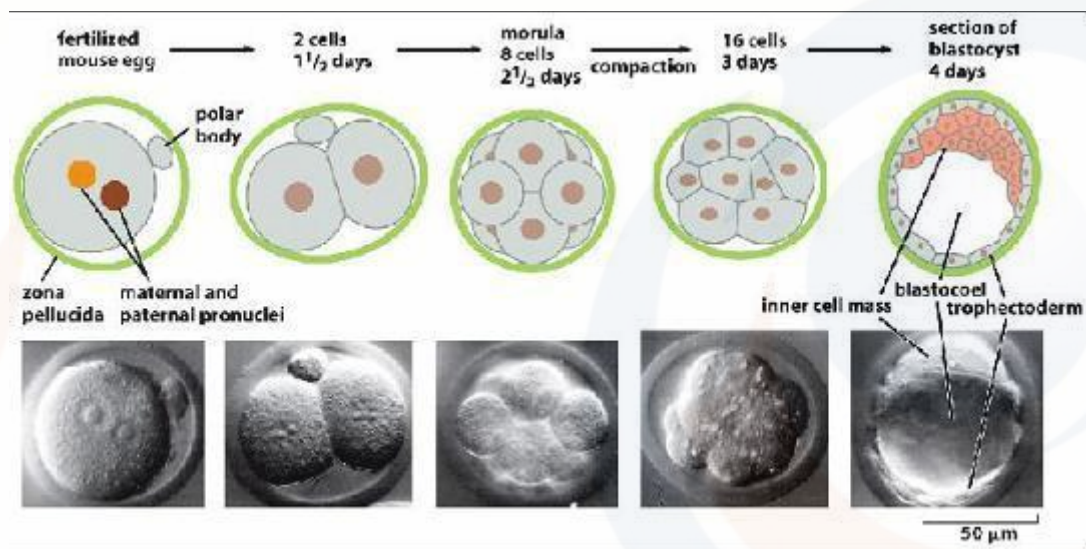
Gambar 6. transportasi zat dari luar ke dalam sel

- Sel mampu merespon stimulus Pada sel protista misalnya bakteri mampu bergerak ke arah sumber nutrisi. Pada organisme multiseluler umumnya respon stimulasi ditangkap oleh reseptor yang akan berinteraksi dengan substansi yang terdapat dalam lingkungan.



Gambar 7, Reseptor pada permukaan sel

8. Sel mampu mengatur diri Kebutuhan akan energi, pemeliharaan dan keadaan sel yang stabil membutuhkan pengaturan yang konstan. Dalam hal ini sel mempunyai kemampuan yang sangat baik.
9. Sel mampu membelah diri Individu-individu baru dihasilkan melalui proses reproduksi. Sel dihasilkan melalui proses pembelahan sel di mana satu sel induk akan menghasilkan dua sel anak. Dari proses ini sifat-sifat yang dimiliki induk akan diwariskan ke keturunannya.



Gambar 8. Pembelahan sel yang akan membentuk satu individu utuh

Dengan mempelajari sel banyak manfaat yang dapat diambil, di antaranya memahami mekanisme kerja sel yang berguna sebagai bahan pertimbangan dalam mematikan sel lain yang berbahaya atau patogen, dapat mengembangkan organisme unggul yang sangat penting bagi manusia, misalnya untuk sumber antibiotika atau obat-obatan yang lain, atau sumber pangan baru

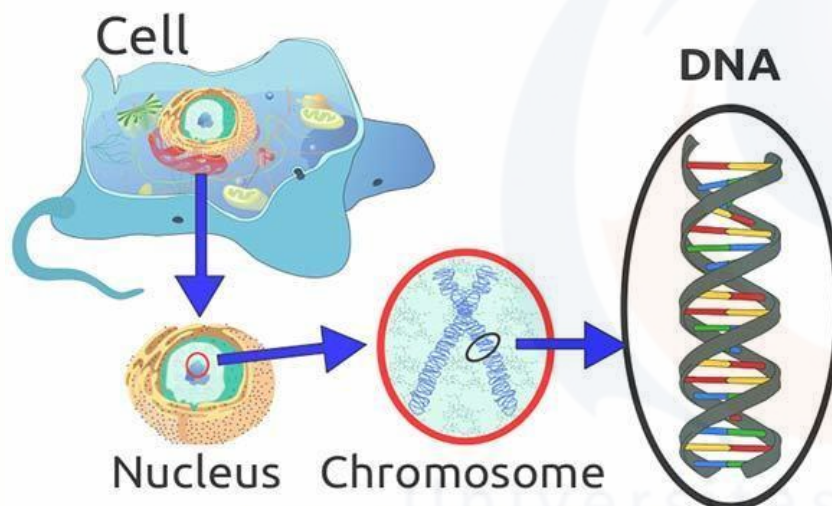
2. Organel Sel

1) Nukleus

Nukleus terdiri atas massa protoplasma yang lebih kompak (padat), terpisah dari sitoplasma oleh membran nukleus, yang juga bersifat penyaring selektif, yang mengizinkan bahan keluar dari nukleus masuk sitoplasma, atau yang masuk ke dalamnya. Nukleus mengendalikan sel serta semua kegiatannya, nukleus terdiri atas bagian kromatin DNA, RNA dan protein. Tanpa nukleus sel akan mati. Kebanyakan sel memiliki satu nukleus, namun ada pula yang memiliki banyak nukleus, contohnya sel otot rangka, dan ada pula yang tidak memiliki nukleus, contohnya sel darah merah matang yang kehilangan nukleusnya saat berkembang.

Di dalam nukleus, DNA terorganisasi bersama dengan protein menjadi kromatin. Sewaktu sel siap untuk membelah, kromatin kusut yang berbentuk benang akan menggulung, menjadi cukup tebal untuk dibedakan melalui mikroskop sebagai struktur terpisah yang disebut kromosom. Struktur yang menonjol di dalam nukleus sel yang sedang tidak membelah ialah nukleolus, yang merupakan tempat sejumlah komponen ribosom disintesis dan dirakit.

Komponen-komponen ini kemudian dilewatkan melalui pori nukleus ke sitoplasma, tempat semuanya bergabung menjadi ribosom. Kadang-kadang terdapat lebih dari satu nukleolus, bergantung pada spesiesnya dan tahap reproduksi sel tersebut. Nukleus mengendalikan sintesis protein di dalam sitoplasma dengan cara mengirim molekul pembawa pesan berupa RNA, yaitu mRNA, yang disintesis berdasarkan "pesan" gen pada DNA. RNA ini lalu dikeluarkan ke sitoplasma melalui pori nukleus dan melekat pada ribosom, tempat pesan genetik tersebut diterjemahkan menjadi urutan asam amino protein yang disintesis.



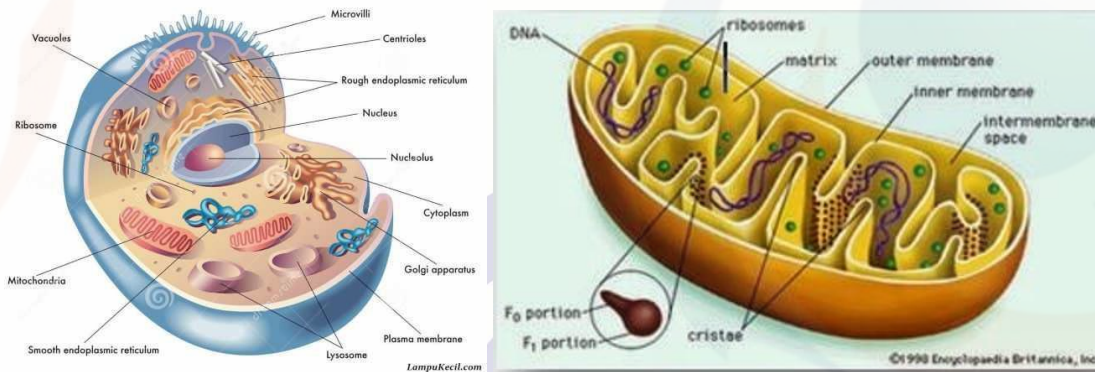
Gambar 9. Inti sel dan materi genetic

2) Mitokondria

Sebagian besar sel eukariota mengandung banyak mitokondria, yang menempati sampai 25 persen volume sitoplasma. Organel ini termasuk organel yang besar, secara umum hanya lebih kecil dari nukleus, vakuola, dan kloroplas. Nama mitokondria berasal dari penampakkannya yang seperti benang (bahasa Yunani mitos, 'benang') di bawah mikroskop cahaya. Organel ini memiliki dua macam membran, yaitu membran luar dan membran dalam, yang dipisahkan oleh ruang antar membran. Luas permukaan membran dalam lebih besar daripada membran luar karena memiliki lipatan-lipatan, atau krista, yang menyembul ke dalam matriks, atau ruang dalam mitokondria.

Mitokondria adalah tempat berlangsungnya respirasi seluler, yaitu suatu proses kimiawi yang memberi energi pada sel. Karbohidrat dan lemak merupakan contoh molekul makanan berenergi tinggi yang dipecah menjadi air dan karbon dioksida oleh reaksi-reaksi di dalam mitokondria, dengan pelepasan energi. Kebanyakan energi yang dilepas dalam proses itu ditangkap oleh molekul yang disebut ATP.

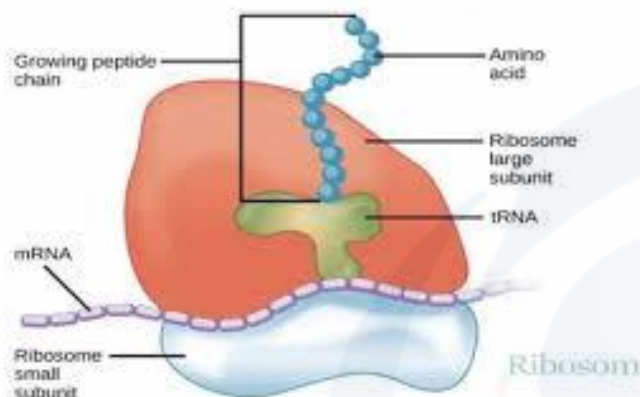
Mitokondria-lah yang menghasilkan sebagian besar ATP sel. Energi kimiawi ATP nantinya dapat digunakan untuk menjalankan berbagai reaksi kimia dalam sel. Sebagian besar tahap pemecahan molekul makanan dan pembuatan ATP tersebut dilakukan oleh enzim-enzim yang terdapat di dalam krista dan matriks mitokondria. Struktur 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 μm dan panjang 0,5 – 1,0 μm . Struktur mitokondria terdiri dari empat bagian utama, yaitu membran luar, membran dalam, ruang antar membran, dan matriks yang terletak di bagian dalam membran.



Gambar 10. Struktur Mitokondria dan letaknya dalam sel

3) Ribosom

Ribosom merupakan tempat sel membuat protein. Sel dengan laju sintesis protein yang tinggi memiliki banyak sekali ribosom, contohnya sel hati manusia yang memiliki beberapa juta ribosom. Ribosom sendiri tersusun atas berbagai jenis protein dan sejumlah molekul RNA. Ribosom eukariota lebih besar daripada ribosom prokariota, namun keduanya sangat mirip dalam hal struktur dan fungsi. Keduanya terdiri dari satu subunit besar dan satu subunit kecil yang bergabung membentuk ribosom lengkap dengan massa beberapa juta dalton. Pada eukariota, ribosom dapat ditemukan bebas di sitosol atau terikat pada bagian luar retikulum endoplasma



Gambar 11. Ribosom

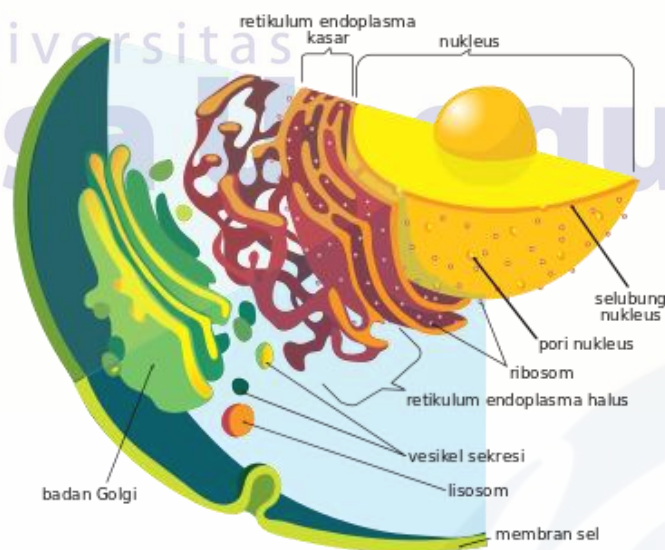
4) Retikulum Endoplasma

Retikulum Endoplasma (RE) adalah organel yang dapat ditemukan di seluruh sel hewan eukariotik. Retikulum endoplasma merupakan perluasan selubung nukleus yang terdiri dari jaringan (reticulum = 'jaring kecil') saluran bermembran dan vesikel yang saling terhubung. 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 meliputi separuh lebih dari total membran dalam sel-sel eukariotik. Ada tiga jenis retikulum endoplasma: RE kasar, RE halus dan RE sarkoplasmik. 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 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



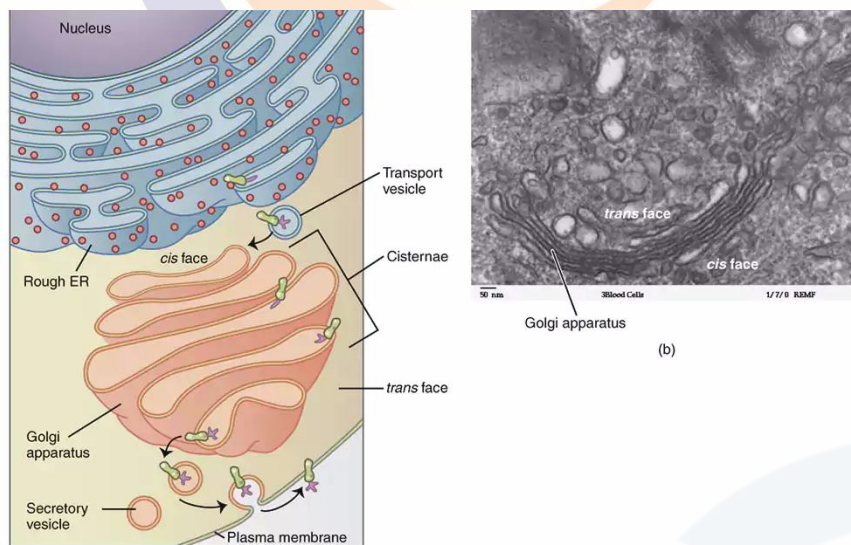
Gambar 12. Retikulum Endoplasma

5) 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. membentuk akrosom pada spermatozoa yang berisi enzim untuk memecah dinding sel telur dan pembentukan lisosom.
5. tempat untuk memodifikasi protein
6. menyortir dan memaket molekul-molekul untuk sekresi sel
7. membentuk lisosom



Gambar 13. Badan Golgi

6) 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.

Berikut adalah fungsi dari lisosom sebagai berikut :

a. Pencernaan Intrasel

Pencernaan Intrasel ini adalah salah satu fungsi utama pada lisosom, yang dimana ketika sebuah benda yang dicerna, bisa berasal dari luar ataupun dari didalam sel itu sendiri. Bila benda yang dicerna tersebut berasal dari luar sel, maka benda tersebut masuk ke dalam Sitoplasma melalui *Pinositosis* & *Fagositosis*.

Pencernaan Intrasel dinamakan seperti itu, karena pencernaan tersebut berlangsung terjadi di dalam lisosom, yang dimana *Enzim Hidrolitik* tidak akan pernah keluar dari dalam lisosom.

Hal tersebut menyebabkan prosesnya pencernaan berlangsung secara optimal, bila terdapat kasus pecahnya lisosom, maka kondisi ini mengakibatkan enzim-enzim pada hidrolitik akan keluar dari dalam lisosom & menghancurkan sel itu sendiri.

b. Endositosis

Endositosis ini adalah suatu fungsi pada lisosom, dimana mekanisme masuknya *Makromolekul* yang berasal dari luar sel masuk kedalam sel.

Makromolekul tersebut akan melewati *Endocytic Pathway* dimana selanjutnya molekul tersebut akan dibawa kedalam *Endosom Awal* yang merupakan vesikel-vesikel kecil dan tidak beraturan.

Endosom awal memiliki pH asam sekitar 6pH, dari sinilah beberapa makromolekul akan mengalami proses pemilihan, yang dimana terdapat sebuah benda dibawa kedalam endosom lanjut. Jika terdapat benda yang tidak bermanfaat bagi tubuh akan dibuang ke dalam sitoplasma. Pada endosom lanjut yang memiliki pH asam 5 ini, terjadilah proses pematangan dari sebuah benda yang telah dicerna, sehingga terbentuklah lisosom.

c. Autofagi

Autofagi ini adalah suatu fungsi pada lisosom, dimana merupakan suatu mekanisme penurunan (*Pendegradasian*) yang dilakukan pada lisosom terhadap sebuah organel sel. Yang tidak dapat berfungsi (rusak) lagi, tanpa terjadinya kehilangan bahan kimia sebagai penyusunnya yang dapat digunakan lagi oleh sel.

Suatu contoh fungsi Autofagi adalah terjadinya proses degradasi (penurunan) pada sel hati dengan mitokondria berumur rata-rata 10 hari. Mitokondria yang rata-rata berumur 10 hari & tidak berfungsi lagi, akan ditutup oleh suatu organel pada Retikulum Endoplasma Kasar & membentuk Autofagosom. Yang kemudian akan bergabung didalam lisosom, agar mitokondria bisa dihancurkan oleh enzim hidrolitik.

d. Fagositosis

Fagositosis ini adalah suatu fungsi pada lisosom, yang dimana proses pemasukan berbagai partikel-partikel ukuran yang besar yaitu partikel-partikel yang mempunyai

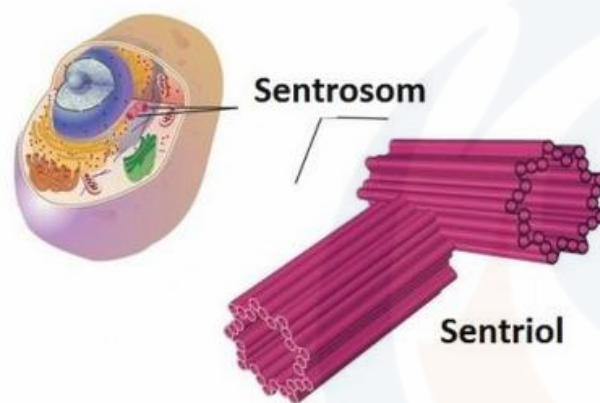
diameter lebih besar dari 5 μm , dan juga mikroorganisme seperti virus ataupun bakteri ke dalam sel.

7) Sentriol

Sentriol atau sentrosom merupakan wilayah yang terdiri dari dua sentriol (sepasang sentriol) yang terjadi ketika pembelahan sel, di mana 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.

Organel Sel Sentriol mempunyai banyak peranan penting di kehidupan dunia ini. diantaranya adalah :

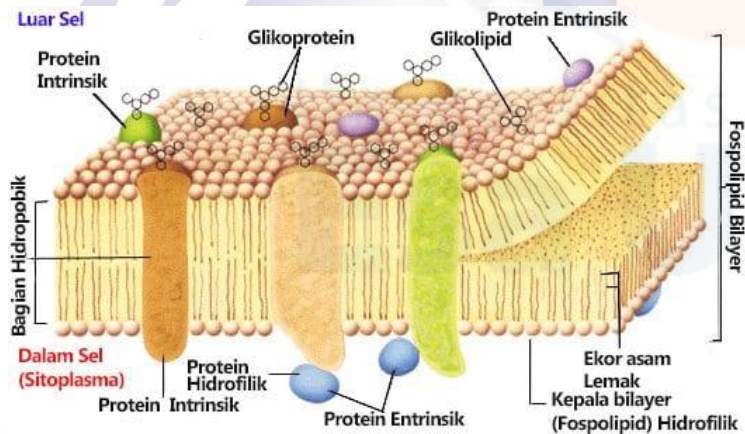
1. Organel Sel Sentriol berperan penting dalam pembentukan berbagai bangunan selular yang terdiri atas mikrotubula, dan juga pada Sel Gelendong Mitosis pada pembelahan sel, silium, flagelum, & beberapa juluran sel khusus, contohnya *Filamen Aksial Spermatozoa*. Diketahui bahwa silium, flagelum, dan ekor spermatozoa mempunyai konfigurasi 9+2 mikrotubula , seperti yang tampak pada sentriol.
2. Organel Sel Sentriol juga mempunyai fungsi sebagai badan basal yang merupakan tempat pembentukan silia. Badan basal terdapat pada Lempeng basal yang terletak diujung, menghadap ke arah permukaan sel & karena itu strukturnya sedikit berbeda dari sentriol. Pada organel sel dalam pergerakan ini, sentriol berfungsi sebagai badan basal atau kinetosom. Dan letak struktur ini, terdapat pada bagian dasar silium atau flagelum, dan sentriol yang menghasilkan silium atau flagelum, dari sinilah sentriol dikenal sebagai badan basal atau berfungsi sebagai tubuh basalis



Gambar 14. Sentriol

8) Membran

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 (CO_2 , O_2), dan molekul polar yang sangat kecil (air, etanol). 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.



Gambar 15. Membran sel

Salah satu fungsi dari membran sel ialah untuk melindungi bagian sel yang terletak di bagian yang lebih dalam atau sebagai pembatas antar sel isi sel dengan bagian luar sel. Selain itu pula membran sel ini sangat bermanfaat untuk memperkokoh sel dan mencegah sel agar sel tersebut tidak pecah.

Fungsi membran sel yang lain ialah sebagai reseptor dari rangsangan luar dan sebagai tempat untuk melakukan pertukaran zat transpor molekul, serta dapat digunakan sebagai tempat berlangsungnya berbagai reaksi-reaksi kimia. Dalam proses pertukaran zat atau peristiwa keluar masuknya zat yang mealalui membran sel terdiri dari beberapa jenis yakni difusi, osmosis, transpor aktif, endositosis dan eksositosis. Nah berikut ini ialah berbagai penjelasan dari masing-masing jenis peristiwa pertukaran zat dalam membran sel seperti yang telah disebutkan diatas.

- *Difusi*
Merupakan peristiwa perpindahan zat dari konsentrasi tinggi atau hipertonis ke konsentrasi rendah atau hipotonis.
- *Osmosis*
Merupakan kebalikan dari difusi yakni peristiwa perpindahan molekul zat pelarut dari konsentrasi rendah ke konsentrasi tinggi.
- *Transpor Aktif*

Proses pengangkutan zat berupa glukosa dan asam amino yang dilakukan oleh sel, transpor aktif memerlukan energi ATP untuk melewati membran semipermeabel.

- *Endositosis*

Merupakan peristiwa masuknya suatu zat ke dalam sel akibat terjadi lekukan pada membran sel, sehingga mengakibatkan suatu zat terjebak didalamnya.

- *Eksositosis*

Merupakan kebalikan dari endositosis yakni peristiwa keluarnya suatu zat yang terbungkus oleh membran sel.

Secara umum struktur membran sel terdiri dari beberapa komponen penyusun, yakni sebagai berikut : lipoprotein, glikoprotein, glikolipid dan dua lapis fosfolipid.

Struktur dan komponen penyusun Membran sel

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.

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 (CO₂, O₂), 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.

Komponen utama membran sel terdiri atas fosfolipid, selain itu terdapat senyawa lipid seperti sfingomyelin, kolesterol, dan glikolipida. Fosfolipid memiliki dua bagian yaitu bagian yang bersifat hidrofilik dan bagian yang bersifat hidrofobik. Bagian hidrofobik merupakan bagian yang terdiri atas asam lemak. Sedangkan bagian hidrofilik terdiri atas gliserol, fosfat, dan gugus tambahan seperti kolin, serin, dan lain-lain.

Penamaan fosfolipid dan sifat masing-masing akan bergantung pada jenis gugus tambahan yang dimiliki oleh fosfolipid. Jenis-jenis fosfolipid penyusun membran sel antara lain adalah : fosfokolin (pc), fosfoetanolamin (pe), fosfoserin (ps), dan fosfoinositol (pi).

Secara alami di alam fosfolipid akan membentuk struktur misel (struktur menyerupai bola) atau membran lipid 2 lapis.

Karena strukturnya yang dinamis maka komponen fosfolipid di membran dapat melakukan pergerakan dan perpindahan posisi. Pergerakan yang terjadi antara lain adalah pergerakan secara lateral (Pergerakan molekul lipid dengan tetangganya pada monolayer membran) dan pergerakan secara flip flop (Tipe pergerakan trans bilayer).

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. Secara umum sel-sel yang menyusun tubuh manusia mempunyai struktur dasar yang terdiri dari membran sel, protoplasma dan inti sel (nukleus).

Referensi

- Alberts,B. Et al.2010. *Molecular Biology of the Cell*. New York : Garland Publishing.
- Bogen, HJ.2009. *Modern Biology*. London : Weindenfeld Nicolson.,
- Subowo. 2012. *Biologi Sel*. Bandung : Pencetak/Penerbit Elstar Offset.
- Yatim W. 2013. *Biology Modern*. Bandung : Penerbit transito.
- Yatim W.2010. *Biology Sel*. Bandung ; Penerbit Transito.