

MAKALAH BIOLOGI SEL DAN MOLEKULER

Struktur dan Fungsi Sistem Endomembran



Kelompok 6

Disusun Oleh:

1. Radha Amalia Balqis (13304241055)
2. Gahar Ajeng Prawesthi (13304241064)
3. Hidayah Ina Qodriyani (13304244004)
4. Lutvi Widyastuti (13304244020)
5. Prasetyo Adi Nugroho (13304244027)

JURUSAN PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2014

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	1
Daftar Isi.....	2
BAB I Pendahuluan.....	3
BAB II Pembahasan	
Bagian Endomembran	
A. Retikulum Endoplasma.....	4
B. Badan Golgi.....	7
C. Lisosom.....	11
D. Glioksisom.....	13
E. Peroksisom.....	14
Daftar Pustaka.....	16

BAB I

PENDAHULUAN

Makhluk hidup seluler baik bersel tunggal (*unicellular*) maupun yang bersel banyak (*multicellular*) berdasarkan pada sifatnya, antara lain ada tidaknya sistem endomembran, dikelompokkan dalam dua tipe sel yaitu sel prokariotik dan sel eukariotik. Sel prokariotik, merupakan tipe sel yang tidak memiliki sistem endomembran sehingga sel tipe ini memiliki materi inti yang tidak dibatasi oleh sistem membran, dan tidak memiliki organel yang dibatasi oleh sistem membran. Sel prokariotik terdapat pada bakteri dan ganggang biru. Sedangkan banyak membran sel eukariotik yang berbeda merupakan bagian dari sistem endomembran. Membran ini dihubungkan melalui sambungan fisik langsung atau melalui transfer segmen-segmen membran sebagai vesikula (gelembung terbungkus membran) kecil. Akan tetapi hubungan ini tidak berarti bahwa membran yang berbeda-beda itu sama struktur dan fungsinya. Ketebalan, komposisi molekuler, dan perilaku metabolisme membran tidak tetap, tapi dapat dimodifikasi beberapa kali selama masa hidup membran tersebut. Sistem endomembran mencakup Selubung Nukleus, Retikulum Endoplasma, Badan Golgi, Lisosom, berbagai jenis Vakuola, dan Membran Plasma.

Sistem Endomembran merupakan suatu kesatuan organel dalam sitoplasma yang memiliki membran, dimana organel tersebut membentuk satu kesatuan kompleks yang fungsional. Fungsi dari sistem endomembran sendiri sebagai pendukung aktivitas sel salah satunya adalah sebagai sintesis lipid, sintesis protein, berperan dalam fagositosis dan lain sebagainya. Bagian sistem endomembran yang akan kita bahas antara lain: retikulum endomembran, kompleks golgi, mitokondria, kloroplas (khusus tumbuhan), lisosom, badan mikro, peroksisom dan glioksisom.

BAB II

PEMBAHASAN

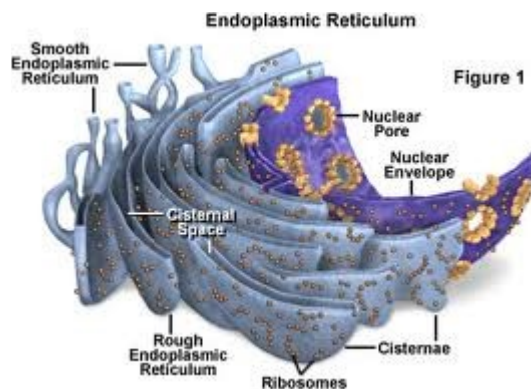
Bagian Endomembran

A. Retikulum Endoplasma

1. Sejarah Retikulum Endoplasma

Pada tahun 1887, Garnier mencatat bahwa sitoplasma sel kelenjar sering berbeda warna dengan bagian lain dalam sitoplasma. Pada bagian ini sering terlihat adanya gambaran seperti guratan atau lempen. Ia mengira bagian tersebut berhubungan dengan proses sekresi dan bagian tersebut disebut sebagai ergatoplasma. Belakangan diketahui bahwa bagian tersebut banyak mengandung RNA. RNA bersifat asam berarti memiliki afinitas kuat terhadap basa, seperti metilen blue dan toluidin blue sehingga disebut basofil. Ternyata sitoplasma yang basofil tidak hanya terdapat pada sel kelenjar tetapi juga pada sel-sel yang giat tumbuh dan pada sel-sel yang aktif mensintesis protein. Ergatoplasma di dalam sel saraf disebut dengan Badan Nissl menjelang yang disebut dengan retikulum endoplasma (artinya jala-jala dalam plasma).

2. Struktur dan Fungsi Retikulum Endoplasma



Retikulum endoplasma (*endoplasmic reticulum*, ER) atau RE merupakan jejaring membrane yang sedemikian ekstensif sehingga menyusun lebih dari separuh total membrane dalam banyak sel eukariot. (Kata *endoplasm* berarti ‘di dalam sitoplasma’, sedangkan *reticulum* adalah kata latin untuk ‘jaring kecil’.)

Retikulum Endoplasma (RE) adalah suatu kumpulan katung seperti membran berbentuk pipa, gelembung dan kantung pipih yang meluas dalam sitoplasma sel eukariot. Membran Retikulum Endoplasma (RE) adalah menerus dan tidak terpisah,

mengelilingi suatu lumen atau celah yang memisahkan dari sitoplasma yang mengelilinginya. RE terdiri atas jaring-jaring membran tubuler dan kantong yang disebut sisternae. Membrane RE memisahkan ruang sisternal dan sitosol. Membrane RE merupakan kelanjutan dari membran inti apabila RE melekat pada membran inti. RE merupakan labirin membran yang demikian banyak sehingga retikulum endoplasma ini meliputi separuh lebih dari total membrane dalam sel-sel eukariotik.

Ada dua macam RE, yaitu **RE Halus (Smooth Endoplasmic Reticulum, SER)** dan **RE Kasar (Rough Endoplasmic Reticulum, RER)**. Pada RE halus tidak dijumpai adanya ribosom di membrane sebelah luarnya, sedangkan pada RE kasar dijumpai adanya ribosom di dinding sebelah luar membrane. Antara kedua jenis RE ini diduga adahubungan yang erat, yaitu RE kasar dapat diubah menjadi RE halus bila kehilangan ribosomnya atau sebaliknya.

1. Retikulum Endoplasma Halus

RE halus dari berbagai macam sel berperan dalam berbagai proses metabolisme yang meliputi sintesis lemak dan metabolisme karbohidrat serta detoksifikasi obat-obatan dan racun. Karena adanya enzim-enzim pada permukaan dalamnya. Enzim-enzim pada RE halus penting dalam sintesis lipid, termasuk minyak, fosfolipid, dan steroid. Enzim-enzim lainnya pada RE halus membantu mendetoksifikasi obat-obatan dan racun, terutama pada sel hati. RE halus juga menyimpan ion kalsium. Dalam sel-sel otot, misalnya, membrane RE halus yang terspesialisasi memompa ion-ion kalsium dari sitosol ke dalam lumen RE.

2. Retikulum Endoplasma Kasar

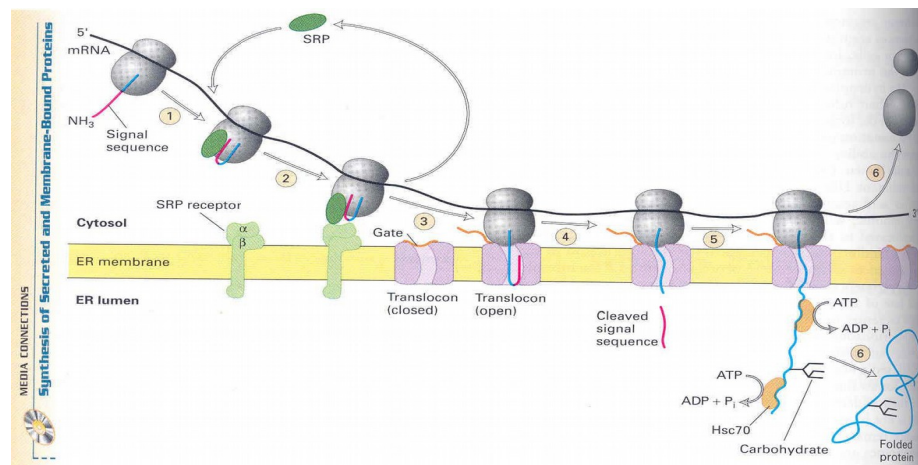
Banyak jenis sel menyekresikan protein yang dihasilkan oleh ribosom yang melekat pada RE kasar. Misalnya, sel-sel pancreas tertentu menyintesis protein insulin di RE dan menyekresikan hormone ini kedalam aliran darah. Sebagian protein sekresi adalah **glikoprotein (glycoprotein)**, protein yang berikatan secara kovalen dengan karbohidrat. Karbohidrat ini dilekatkan ke protein dalam RE oleh molekul terspesialisasi yang ada dalam membrane RE.

Selain membuat protein sekresi, RE kasar merupakan pabrik membrane untuk sel. RE kasar tumbuh dengan cara menambahkan protein membrane dan fosfolipid kedalam membrannya sendiri. RE kasar juga membuat fosfolipid membrannya sendiri; enzim-enzim yang ada dalam membrane RE merakit fosfolipid dari

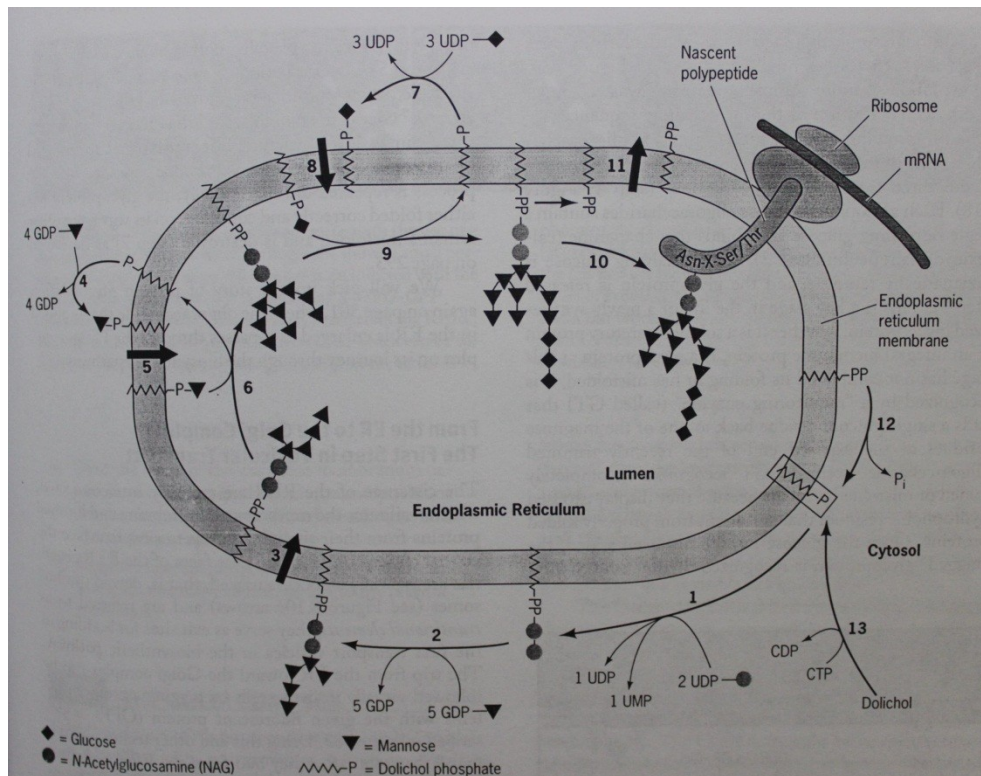
precursor-prekursor dalam sitosol. Membrane RE mengembang dan ditransfer dalam bentuk vesikel transport kekomponen-komponen lain system endomembran.

3. Proses Glikosilasi di Retikulum Endoplasma

Sebagian besar protein di ribosom yang melekat pada RE kasar yang masuk ke dalam sisterna atau lumen retikulum endoplasma mengalami glikosilasi sebelum diangkut ke bagian lain dari sel. Glikosilasi pendahuluan berlangsung di dalam retikulum endoplasma dimana karbohidrat dipindahkan ke protein dan menghasilkan glikoprotein, yaitu suatu molekul yang memiliki rantai oligosakarida.



Pada mulanya oligosakarida tersebut terikat pada lipida membran dengan orientasi ke arah sitoplasma. Melalui bantuan enzim pemindah yang disebut flipase, fosfatidilkolin dipindahkan melalui gerakan flip-flop. Sehingga ia berada pada permukaan luminal dari retikulum endoplasma. Rantai oligosakarida ini terdiri dari 14 buah monosakarida yang terdiri atas dua molekul N-asetil glukosamin (Nag), 9 molekul mannanosa (man), dan 3 molekul glukosa.



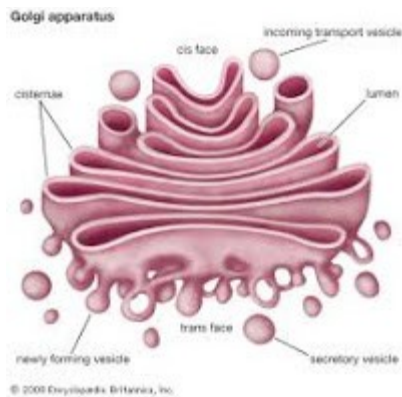
Oligosakarida terikat secara kovalen pada gugus NH₂ residu asparagin (Oligosakarida berikatan N), kadang-kadang terikat pada gugus OH, suatu residu serin, treonin atau hidroksilisin. Pemindahan oligosakarida ke molekul protein dibantu oleh enzim transmembran, yaitu glukosil transferase. Pada waktu oligosakarida masih berada di dalam lumen retikulum endoplasma, satu mannosa dan tiga unit glukosa dihilangkan, dan selanjutnya glikoprotein dipindahkan ke permukaan kompleks golgi.

B. Badan Golgi

1. Sejarah Badan Golgi

Camillo Golgi, seorang pionir sitologi dan sitokimia dari Italia pertama-tama mendeskripsikan Aparatus Golgi pada tahun 1898. Meskipun Golgi menunjuk struktur sebagai “*internal reticular apparatus*” sel, organel tersebut akhirnya dinamakan menggunakan nama dirinya. Golgi menerima hadiah Nobel pada tahun 1906 karena penemuan-penemuannya baik di bidang sitologi, sitokimia maupun inovasi di bidang histokimia.

2. Struktur dan Fungsi Badan Golgi



Badan Golgi terlihat mempunyai struktur sebagai timbunan kantong kempis yang masing-masing tidak berhubungan. Kantong-kantong itu disebut sisternae. Sisternae yang sedang tumbuh berada pada posisi terbawah dengan pinggiran kantong yang mulai menggelembung disebut sebagai permukaan cis. Sisternae yang sudah melalui pertumbuhan dengan pinggiran kantong yang menggelembung lebih besar berada pada posisi teratas yang disebut permukaan trans. Sisternae yang berada diantara permukaan cis dan permukaan trans merupakan kantong-kantong yang sedang tumbuh dan bergerak hingga mencapai permukaan trans.

Badan golgi sebagai organel sel eukariotik berperan dalam banyak proses seluler yang berbeda, tetapi yang utama adalah dalam hal sekresi. Fungsi lainnya dari badan golgi adalah sebagai berikut.

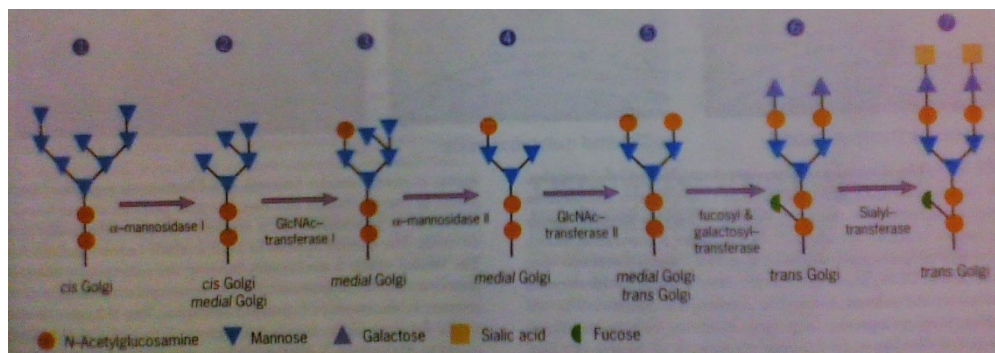
1. Mengemas bahan-bahan sekresi yang akan dibebaskan dari sel
2. Memproses protein-protein yang telah disintesis oleh ribosom dari retikulum endosperma
3. Mensintesis polisakarida tertentu dan glikolipid
4. Memilih protein untuk berbagai lokasi dalam sel. Protein yang ditujukan untuk granular sekresi, lisosom, dan membrane plasma dikirimkan ke cis dari badan golgi sepanjang adanya kelebihan protein membrane retikulum endoplasma. Protein retikulum endoplasma diyakini kembali ke retikulum endoplasma oleh pembuluh kecil yang dibebaskan dari cis.
5. Memperbanyak elemen membran yang baru bagi membrane plasma.
6. Memproses kembali komponen-komponen membrane plasma yang telah memasuki sitosol selama endositosis. Komponen-komponen membrane yang memasuki badan golgi menyusul endositosis dapat diproses dan digunakan kembali dalam sekresi, dalam pembentukan lisosom, atau dalam perbaikan membrane plasma itu sendiri.
7. Membentuk musin. Musin merupakan protein yang ditempeli karbohidrat.

Badan golgi mempunyai fungsi yang berhubungan dengan RE. Badan golgi terdiri atas dua sisi, salah satu sisinya berfungsi menerima kantong transpor yang

dihasilkan RE. Kantong transport mengandung molekul glikoprotein. Sementara sisi yang lain berfungsi mengeluarkan substansi yang tertinggal dalam RE. Substansi tersebut dikemas dalam kantong transport dan merupakan produk terakhir. Produk ini dapat menjadi bagian dari membrane plasma atau organel lainnya atau lisosom.

3. Proses Glikosilasi di Kompleks Golgi

Glikoprotein dan glikolipid yang telah diawali di RE untuk selanjutnya dilanjutkan ke Golgi yang berlangsung dengan cara dan tempat yang bervariasi. Pengemasan Glikoprotein dan glikolipid dapat terjadi di RE saja, diawali di RE untuk kemudian dilanjutkan di Golgi atau, hanya terjadi di Golgi saja. Contohnya glikosilasi tiroglobulin, oleh epithelium tiroid, imunoglobulin oleh plasmosit, mucus oleh goblet intestinal pengemasannya terjadi di RE untuk kemudian dilanjutkan di Aparatus Golgi. Sedangkan glikosilasi protokollagen di fibroblast, lipoprotein plasma oleh hepatosit, sintesis pectin dan hemiselulosa hanya terjadi di Aparatus Golgi.

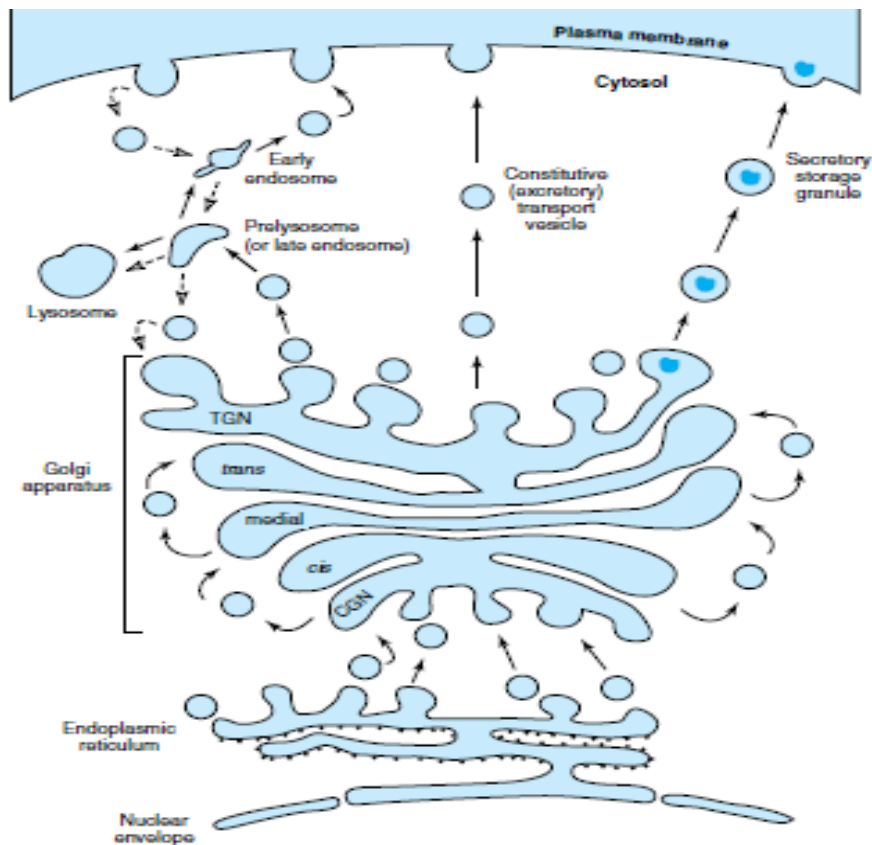


4. Proses Sorting dan Targetting Protein

Mekanisme Sorting dan Distribusi Protein

a. mRNA terikat pada ribosom bebas

Pada ribosom terjadi sintesis sinyal peptida (6-15 asam amino nonpolar) → diperlukan untuk penempatan polipeptida dalam lumen RE. Sinyal peptida dikenali oleh “Partikel pengenalan sinyal” (SRP): 7 polipeptida + 7S Rna → SRP berikatan dengan reseptor → Ribosom berikatan dengan RE → sinyal peptida terlepas dari SRP → masuk ke channel protein – translokon – terikat pada ‘binding site’ → protein yang disintesis masuk ke lumen RE _protein akan diikat oleh BiP atau chaperone lain untuk diproses lebih lanjut.



b. Mekanisme Targeting Protein ke RE

Protein nasens yang dibentuk pada ribosom mengandung sinyal yang menentukan tujuan akhirnya. Pada organism prokariotik, protein yang baru disintesis mungkin tinggal di sitosol atau dikirim ke membrane plasma. Pada sel eukariotik protein hasil sintesis akan dikirim menuju lisosom, mitokondria kloroploas dan inti. Pada sel eukariotik langkah proses pemindahan protein akan segera terjadi setelah selesai disintesis. Suatu ribosom yang terdapat pada sotosol akan menuju ke RE oleh suatu sinyal protein nasens yang sedang disintesis. Rantai polipeptida yang dibentuk oleh ribosom yang terikat pada membrane dipindahkan melintasi membrane RE, dalam lumen RE banyak protein ini yang mengalami glikosilasi dan diubah dengan cara lain.

Ribosom yang berada di membrane RE mensintesis 3 kelas protein utama, yaitu protein sekresi (protein yang diekspor sel). Protein lisosom dan protein yang terlentang lintas tebal membrane. Ribosom yang bebas diambil sitosol dan ditambahkan ke membrane RE yang telah dilucuti dari ribosom. Ribosom yang diperoleh dari RE berbintil sepenuhnya mampu mensintesis protein yang biasanya dilepaskan di sitosol. Ribosom yang terikat pada membrane dan yang terbebas secara intrinsic sama, macam perotein yang dibuatlah yang menentukan

melwekat atau tidaknya ribosom ke RE. Pelekatan ribosom yang sedang mensintesis protein ke membrane RE adalah peristiwa kunci untuk memindahkan protein melintasi membrane. Protein yang disintesis ribosom mempunyai gugus asam amino bebas, gugus ini yang diduga adalah urutan sinyal yang memadu inisiasi transkripsi. Sifat dari gugus ini adalah bagian ujung amino pada ujung sinyal bermuatan positif, suatu bentangan yang sangat hidrofob menjadi pusat urutan sinyal dan apabila residu non polar di bagian hidrofob diganti, maka kemampuan urutan sinyal sebagai pemandu akan hilang. Namun tidak semua protein sekresi/ membrane plasma mengandung suatu urutan sinyal ujung amino yang dipotong setelah melintasi membrane RE. sejumlah oprotein mengandung suatu urutan sinyal internal yang berperan sama.

C. Lisosom

Lisosom (*lysosome*) adalah kantong yang berisi enzim-enzim hidrolitik yang digunakan oleh sel hewan untuk mencerna makromolekul. Lisosom berbentuk bulat seperti bola. Lisosom mengandung enzim-enzim yang berfungsi untuk mencernakan bahan makanan yang masuk ke dalam sel. Lisosom dihasilkan oleh RE kasar dan badan golgi. Lisosom berisi enzim-enzim hidrolitik seperti protease, nuclease, glikosidase, lipase, dan fosfatase. Enzim-enzim ini dibuat oleh ribosom yang menempel pada RE. lisosom juga berfungsi merusak bakteri jahat dan menghancurkan organel yang rusak.

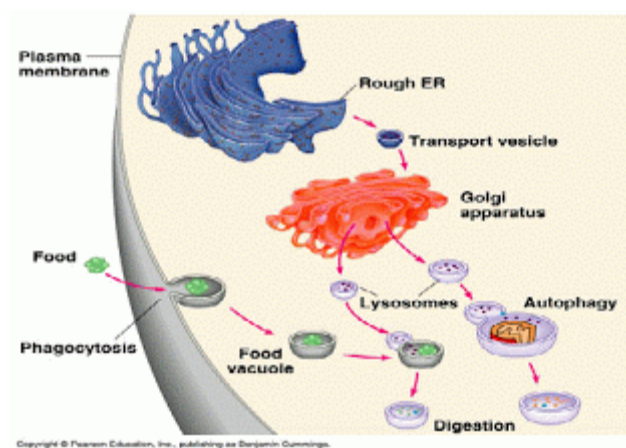
Pembentukan dan fungsi lisosom

Proses pencernaan yang terjadi secara enzimatik di lisosom terdiri dari berbagai macam tergantung dari jenis dan asal bahan yang akan dicerna. Bila bahan yang dicerna berasal dari luar sel proses pencernaannya disebut heterofagi, sedangkan bila bahannya berasal dari dalam disebut autofagi. Kedua proses pencernaan ini banyak dijumpai misalnya pada mekanisme pertahanan tubuh, nutrisi, dan pengaturan sekresi. Selain kedua proses pencernaan tersebut yang sifatnya intraseluler, enzim lisosom dapat pula disekresikan ke luar dari sel atau disebut pencernaan ekstra sel misalnya yang terjadi pada jaringan ikat hewan dan pada sejenis jamur.

Lisosom mencerna materi yang dimasukkan ke dalam sel dan mendaur ulang materi dari pembuangan intraseluler. Selama fagositosis, sel mengurung makanan dalam vakuola dengan membrane yang terlepas secara internal dari membrane plasma. Vakuola makanan bergabung dengan lisosom, dan enzim hidrolitik mencerna makanan tersebut. Setelah hidrolisis, gula sederhana, asam amino, dan monomer lain melewati membrane lisosom untuk menuju ke dalam sitosol sebagai nutrient untuk sel tersebut.

Proses pencernaan heterofagi terjadi dengan jalan endositosis. Artinya bahan yang berasal dari luar akan masuk ke dalam sel dengan jalan endositosis membentuk endosom. Endosom akan melebur dengan lisosom primer sehingga enzim lisosom akan berkontak langsung dengan bahan yang akan dicerna. Proses pencernaan berlangsung. Terbentuklah lisosom sekunder. Kemudian sisa pencernaan akan dikeluarkan dari sel dengan cara eksositosis.

Pada pencernaan autofagi, berbeda dengan heterofagi pada pencernaan autofagi ini bahan yang menjadi substrat berasal dari komponensel itu sendiri. Mekanismenya dimulai dengan kegiatan sebuah sisterna RE yang akan melengkung dan mengelilingi sebagian sitoplasma yang padanya terdapat berbagai bahan macam organela dan inklusi. Setelah terbentuk vesikel maka enzim akan segera dicurahkan sehingga terjadi autolisosoma yang akan menghasilkan badan-badan residu yang akan dikeluarkan dari sel.



D. Glioksisom

1. Struktur dan Fungsi Glioksisom

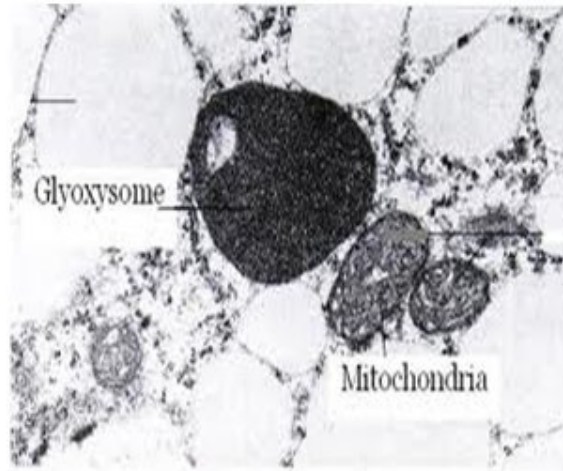
Glioksisom merupakan badan mikro yang hanya ditemukan pada sel tumbuhan. Diameter glioksisom antara 0,5 sampai 1,0 mikrometer. Glioksisom hanya terdapat pada sel tumbuhan, misalnya pada lapisan aleuron biji padi-padian. Aleuron merupakan bentuk dari protein atau kristal yang terdapat dalam vakuola.

Glioksisom banyak ditemukan pada biji-bijian yang berperan sebagai tempat menyimpan asam lemak untuk pembentukan energi dalam proses perkecambahan.

Salah satu proses utama pada biji yang sedang mengalami perkecambahan adalah perubahan dari asam lemak dalam glioksisom, menjadi karbohidrat atau disebut glukoneogenesis. Penguraian asam lemak menjadi asetil ko-A selanjutnya berubah menjadi oksaloasetat untuk membentuk sitrat. Asam sitrat yang terbentuk

akan diubah menjadi glukosa melalui serangkaian reaksi enzimatik yang terdapat di dalam glioksisom.

Berikut gambar struktur dari glioksisom pada badan mikro :

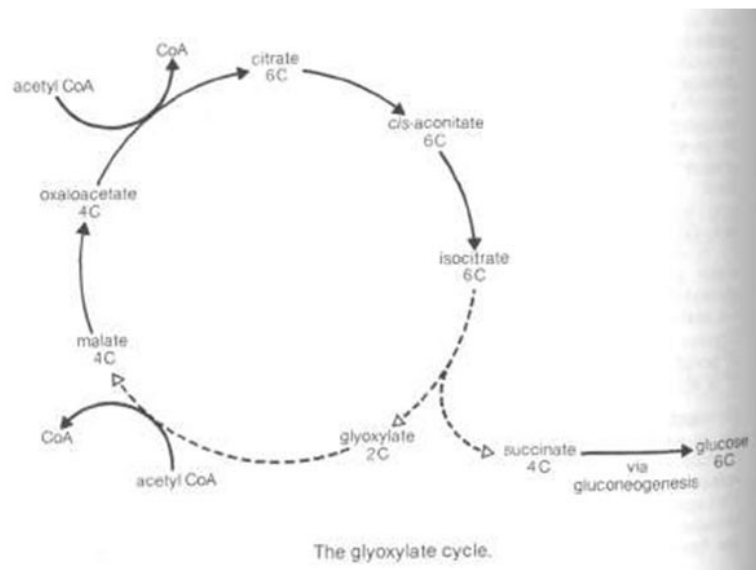


2. Fungsi Glioksisom

- Mengontrol dan mengkatalisis dekomposisi senyawa secara bertahap; khusus penyimpanan lemak.
- Menyalurkan produk terhadap sintesis senyawa karbon banyak atau karbohidrat. Mereka sangat penting selama pertumbuhan karena mereka membantu sintesis dinding sel baru
- Sebagai tempat metabolisme asam lemak
- Tempat terjadinya siklus glioksilat

3. Jalur Glioksilat

Serangkaian reaksi yang melibatkan * siklus TCA intermediet di mana satu molekul suksinat terbentuk dari dua molekul asetil KoA. Reaksi yang berbeda dari siklus TCA ditandai dengan panah putus dalam diagram. Reaksi-reaksi ini dikatalisis oleh lyase isocitrate dan malat sintase masing-masing. Siklus glioksilat menghindari langkah-langkah pembentukan karbon dioksida dari siklus TCA dan dengan demikian memungkinkan sintesis bersih karbohidrat dari asam lemak melalui suksinat (glukoneogenesis lihat). Enzim-enzim dari siklus glioksilat aktif dalam minyak biji berkecambah bantalan dan di lain jaringan tanaman-metabolisme lemak. Siklus juga terjadi di mikroorganisme tetapi tidak pada hewan tingkat tinggi. Dibawah ini adalah gambar dari siklus glioksilat.

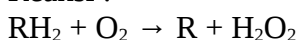


E. Peroxisom

Peroxisom ditemukan di semua sel eukaryotik. Mereka terdiri dari enzim oksidatif seperti katalase dan urate oksidase, pada berbagai konsentrasi yang tinggi di beberapa sel. Seperti mitokondria, peroksisom merupakan tempat besar untuk penghasilan oksigen. Satu hipotesis adalah bahwa peroksisom merupakan sisa organel tua yang melaksanakan metabolisme oksigen pada anesor primitif sel eukaryotik.

Peroxisom terdiri dari satu atau lebih enzim yang menggunakan oksigen molekuler untuk mengubah atom hidrogen pada substrat organik yang spesifik pada reaksi oksidasi yang menghasilkan hidrogen peroksida sebagai hasil samping.

Reaksi :



Katalase dengan enzim lain pada organel menggunakan H_2O_2 untuk mengoksidasi macam-macam substrat lain termasuk fenol, asam formic, formaldehid, dan alkohol dengan reaksi perokdative. Tipe reaksi oksidasi ini secara khusus penting pada sel hati dan ginjal, yang mana peroksisom akan menetralkan molekul toksik yang akan masuk ke dalam aliran darah. Bila kita meminum ethanol seperti alkohol maka ini akan dioksidasi menjadi asetaldehid. Ketika terdapat kelebihan akumulasi H_2O_2 dalam sel, maka katalase akan mengubahnya menjadi H_2O ($2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$).

Fungsi penting dari reaksi oksidasi yang berlangsung di peroksisom adalah memecah molekul asam lemak. Pada proses yang disebut beta oksidasi, ikatan alkil asam lemak dipendekkan menjadi 2 atom karbon yang kemudian akan diubah menjadi asetil Ko-A dan diekspor dari peroksisom menuju sitosol untuk digunakan kembali pada reaksi biosintesis. Beta oksidasi dalam sel mamalia terjadi pada mitokondria dan peroksisom. Peroxisom merupakan organel yang tidak biasa dan pada sel yang berbeda dari satu

organisme dapat terdiri dari enzim-enzim yang berbeda. Mereka dapat beradaptasi terhadap perubahan kondisi. Sel jamur yang berkembang pada gula memiliki peroksisom yang kecil. Tetapi ketika jamur berkembang pada methanol, mereka memiliki peroksisom yang besar yang mengoksidasi methanol, dan ketika jamur berkembang pada asam lemak maka mereka memiliki peroksisom yang besar untuk memecah asam lemak menjadi asetil Ko-A. Peroksisom juga memiliki peran yang penting pada tanaman. Peroksisom yang berada di daun dimana ini mengkatalisis oksidasi produk samping dari reaksi yang krusial yang menambahkan CO_2 di karbohidrat. Proses ini disebut dengan fotorespirasi karena ini mengikat oksigen dan membebaskan karbondioksida. Tipe lain dari peroksisom yaitu yang berada di bibit perkecambahan, dimana ini memainkan peran penting untuk mengubah asam lemak pada lipid menjadi gula yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman muda. Karena perubahan ini melalui siklus glikolat, maka peroksisom ini juga disebut dengan glioksisom. Pada siklus glikolat 2 molekul asetil KoA yang diproduksi oleh asam lemak dipecah di dalam peroksisom yang akhirnya digunakan untuk membuat asam suksinat. Selanjutnya, ini akan meninggalkan peroksisom dan diubah menjadi gula. Siklus glikolat ini tidak terjadi pada sel hewan dan hewan tidak dapat mengubah asam lemak menjadi karbohidrat.

DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, Neil A. et al. 2010. *Biologi Edisi kedelapan Jilid 1*. Jakarta : Erlangga
- Karp, Gerald. 2002. *Cell and Molecular Biology: Concepts and Experiments*. New York : John Wiley & Sons, Inc.
- Reece, Jane B. 2002. *Biologi Edisi ke 5 jilid 1*. Jakarta : Erlangga
- Setiowati, Tetty. 2007. *Biologi Interaktif*. Jakarta : Azka Press
- Stryer. 1995. *Biokimia*. Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran EGC
- Subowo, Sagung Sato. 2011. *Biologi sel Edisi 6*. Jakarta : Yayasan Obor Indonesia
- Suryani, Yoni. 2004. *Biologi Sel dan Molekuler*. Yogyakarta : FMIPA UNY