

SEL

- Sel merupakan satuan unit terkecil dari kehidupan dimana semua sifat kehidupan termasuk reproduksi dapat muncul.

SEJARAH PENEMUAN SEL

GALILEO GALILEI



- Galileo Galilei (Awal abad 17) dengan alat dua lensa menggambarkan struktur tipis dari mata serangga.
- Orang pertama yang mencatat hasil pengamatan biologi melalui mikroskop.

Robert Hooke



- Robert Hooke (1635-1703) meneliti irisan tipis gabus melalui mikroskop yang dirancangnya sendiri.
- Ia melihat suatu kompartemen atau ruang-ruang, disebutnya cellulae (bahasa Latin = ruangan kecil).

- Asal mula nama sel.



Antony Van Leeuwenhoek



- Antony van Leeuwenhoek (October 24, 1632 - August 26, 1723)

menunjukkan pertama kali pada dunia ada "kehidupan di dunia lain" yang belum pernah dilihat oleh manusia.

- Menggunakan lensa-lensa untuk melihat beragam protista, spermatozoa, bakteri.

Robert Brown



- Robert Brown (1773-1858) Pada tahun 1820 merancang lensa yang dapat lebih fokus untuk mengamati sel.
- Mengamati adanya adanya titik buram yang selalu ada pada sel telur, sel polen, sel dari jaringan anggrek yang sedang tumbuh.
- Titik buram disebut sebagai nukleus.

Matthias Jakob Schleiden



- Matthias Jakob Schleiden (ahli tumbuhan, 1804-1881)
Pada tahun 1838 berpendapat bahwa ada hubungan yang erat antara nukleus dan perkembangan sel.



- Theodor Schwann (ahli hewan, 1810-1883)
- Setiap makhluk hidup tersusun atas sel. Sel adalah bagian dari organisme.

TEORI SEL

Rudolf Virchow



- Rudolf Virchow (ahli fisiologi, 1821-1902)
- Mengamati bahwa sel dapat membelah diri dan membentuk sel-sel baru. Ia menyatakan bahwa sel membelah menjadi dua sel.

→ Setiap sel berasal dari sel yang sudah ada.

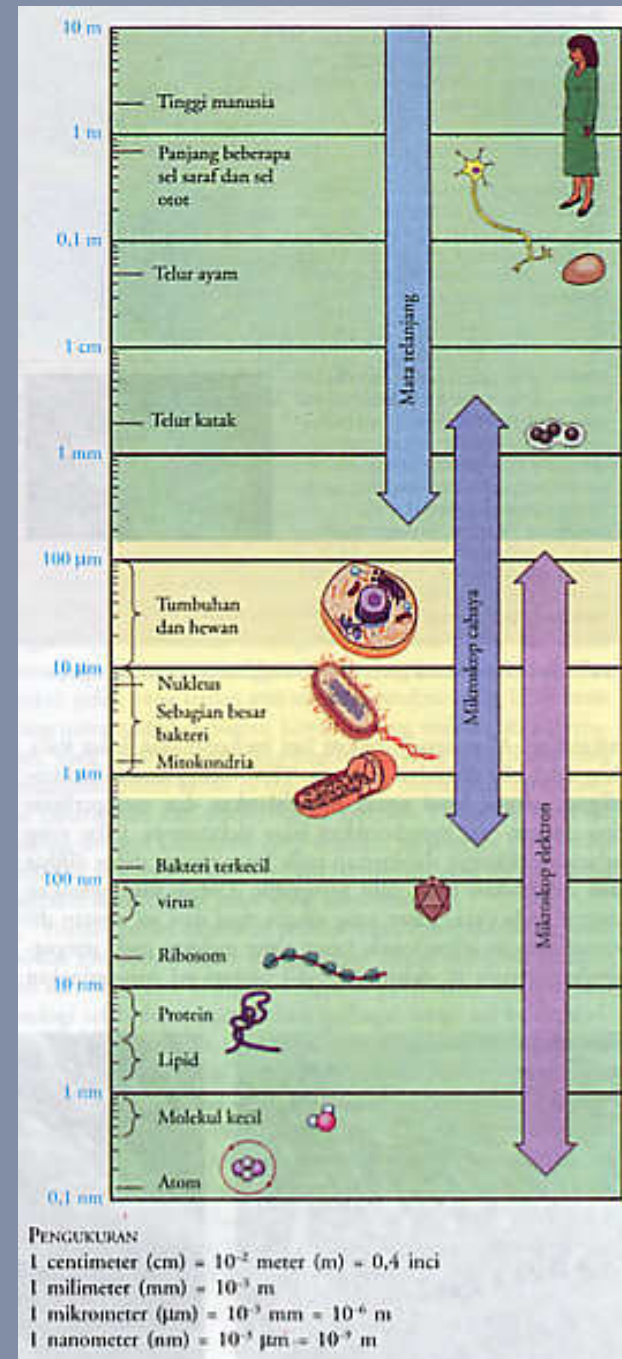
- Analisis mikroskopis pada tahun pertengahan abad 19 membuktikan bahawa sel adalah unit terkecil kehidupan.
- Kehidupan yang berlangsung terus menerus berasal dari pertumbuhan dan pembelahan sel tunggal.
- Konsep - konsep tersebut menjadi teori sel.

Tiga konsep mengenai sel:

1. Semua organisme tersusun atas satu atau lebih sel.
2. Sel adalah unit terkecil yang memiliki semua persyaratan hidup.
3. Keberlangsungan kehidupan secara langsung berasal dari pertumbuhan dan pembelahan sel.

Kisaran ukuran sel

Sebagian besar sel berdiameter antara 1 sampai 100 μm sehingga hanya bisa dilihat dengan menggunakan mikroskop. Perhatikan bahwa skala yang dipakai berupa logaritma untuk mengakomodasi kisaran ukuran yang ditunjukkan. Skala dimulai di bagian atas dengan 10 meter dan menurun, setiap pengukuran di sisi kiri menunjukkan pengecilan ukuran sepuluh-kali.

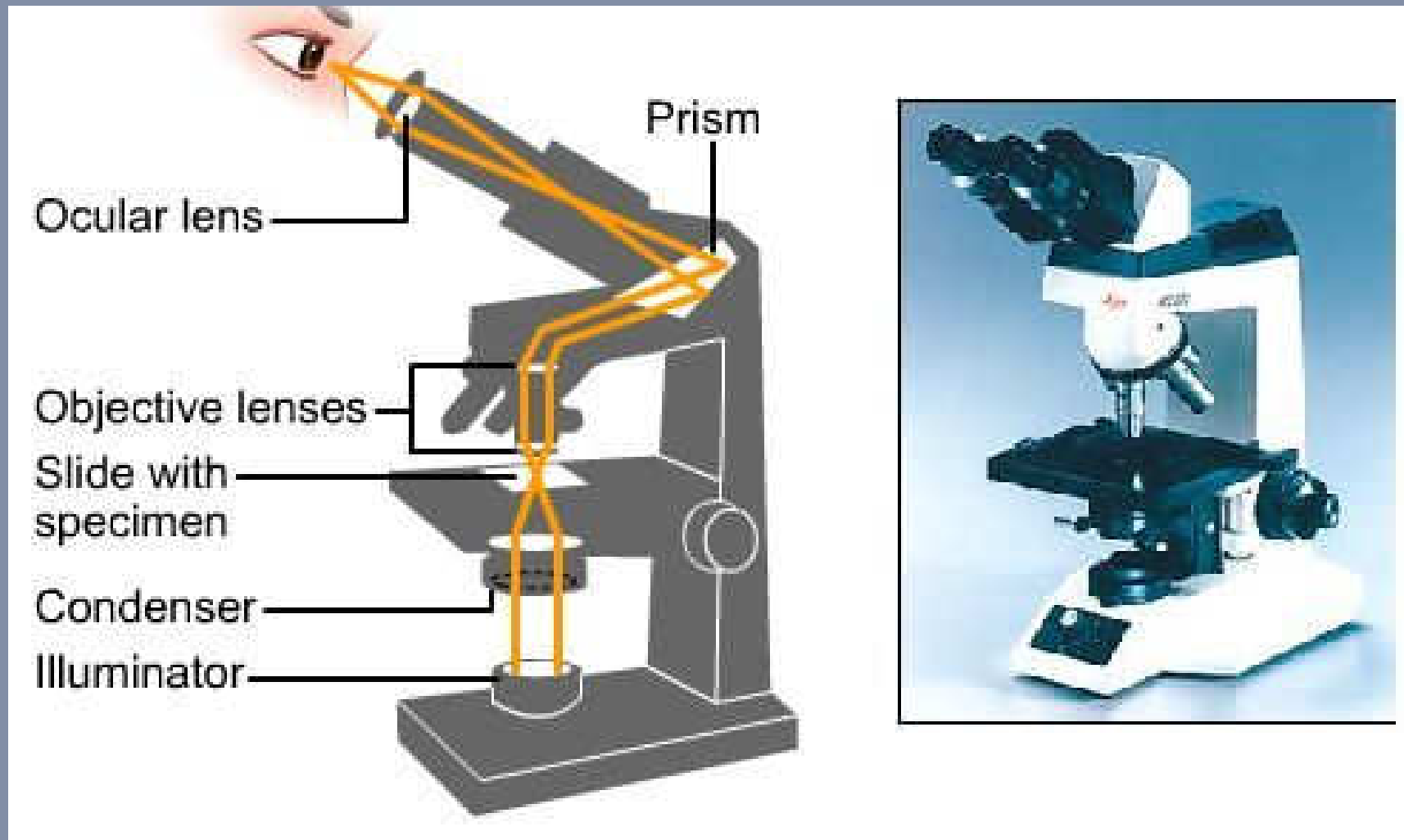


PERKEMBANGAN BIOLOGI SEL

Perkembangannya seiring dengan penemuan mikroskop.

- Mikroskop cahaya.
 - mengamati sel.
- Mikroskop elektron.
 - mengamati struktur sub seluler/organel.
 - TEM (Transmission Electron Microscope) mengamati ultrastruktur internal sel.
 - SEM (Scanning Electron Microscope) mengamati permukaan ultrastruktur sel.

Mikroskop Cahaya



SEM



©Eric B. Workman

Wawan A Setiawan, Biologi FMIPA UNILA

TEM



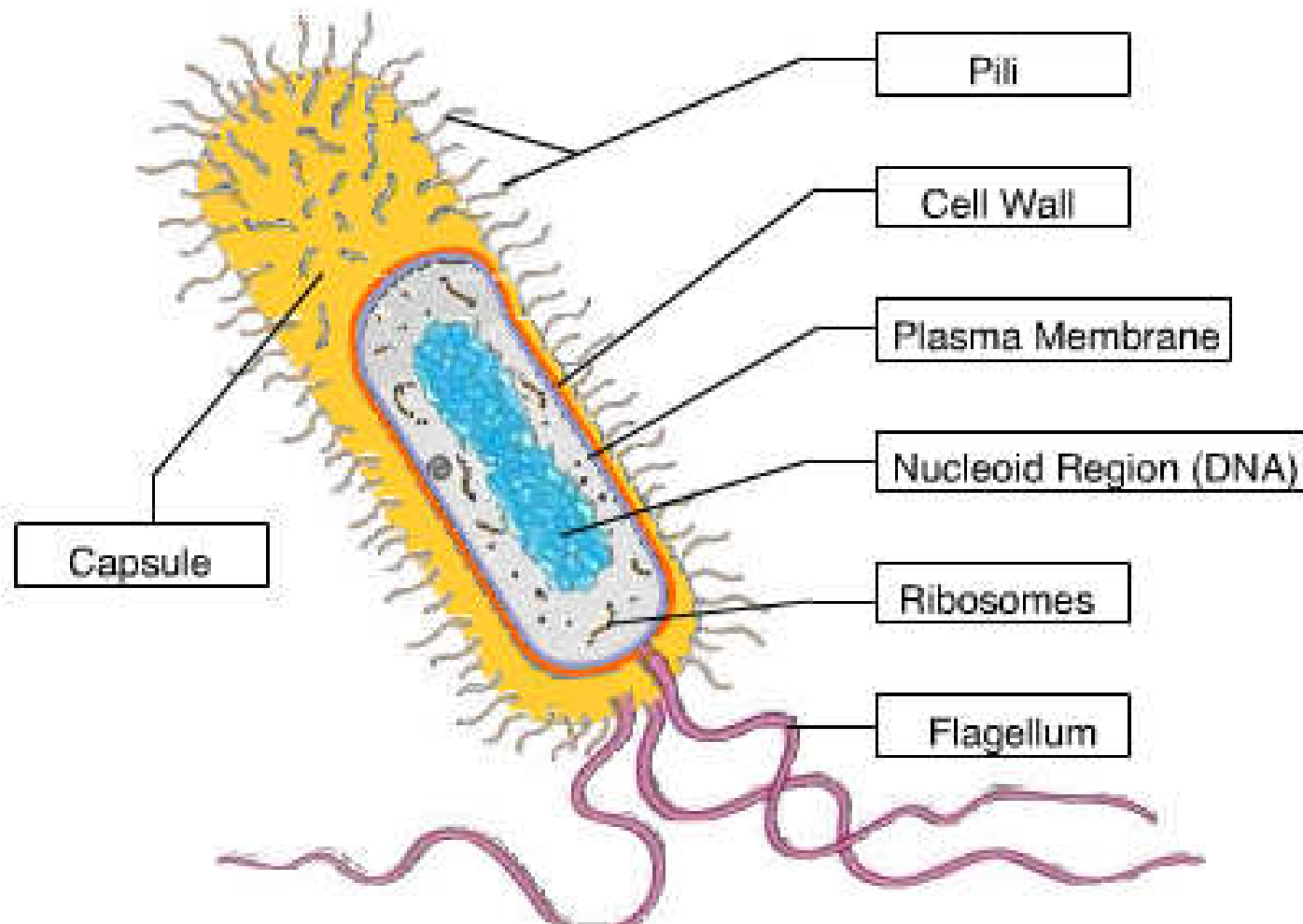
Wawan A Setiawan, Biologi FMIPA UNILA

JENIS SEL

1. Sel Prokariot

- Ukurannya relatif kecil ($\varnothing$ 0,5-1 μm)
- Tidak memiliki membran nukleus (inti)
- DNAnyanya kontak dengan sitoplasmanya secara tidak langsung.
- Dalam sitoplasmanya mengandung ribosom.
- Sel dibungkus oleh plasma membran, dinding luar sel yang kompleks, pili, kadang-kadang berflagela

Sel Prokariot



bakteri *Bacillus coagulans*

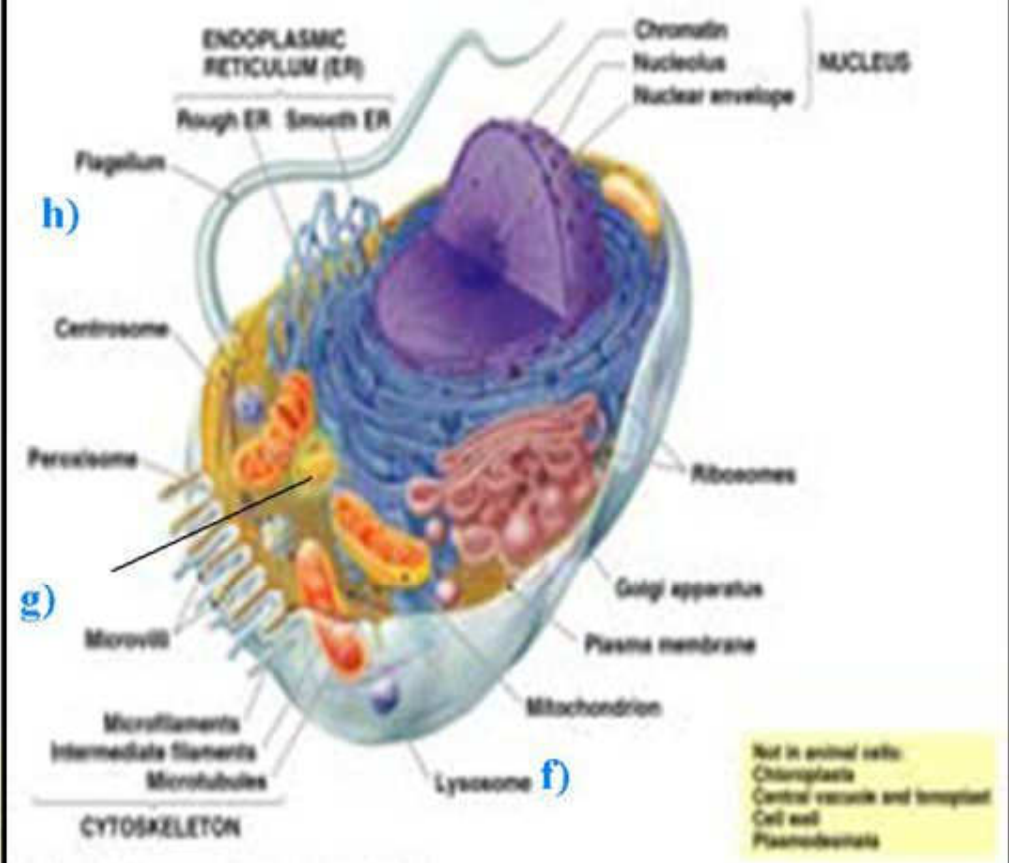
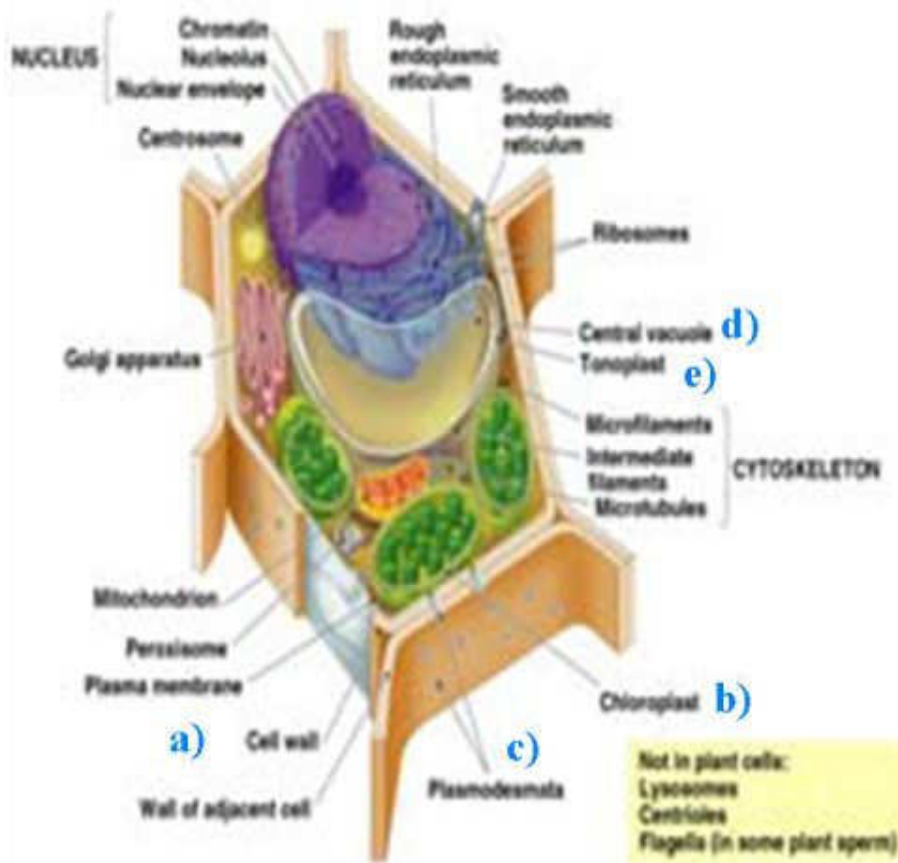
JENIS SEL

2. Sel Eukariot

- Ukurannya relatif besar ($\varnothing$ 10-100 μm).
- Memiliki inti sejati yang dibatasi membran.
- Bagian dalam sangat kompleks dengan organel-organel yang dibatasi membran maupun yang tidak dibatasi membran.
- Organel yang dibatasi membran adalah retikulum endoplasma, Golgi aparatus, mitokondria, lisosom, dan mikrobodies.
- Organel yang tidak dibatasi membran adalah ribosom, mikrotubul, sentriol, flagela, dan sitoskeleton.

- **Sel eukariot hewan** dibatasi oleh plasma membran saja, sering juga dengan flagela.
- Tidak memiliki dinding sel.
- **Sel eukariot tumbuhan** dibatasi plasma membran dan dinding sel yang kaku.
- Memiliki vakuola pusat, kloroplast, tidak mempunyai sentriol, biasanya tidak mempunyai flagela.

Perbedaan sel tumbuhan dengan sel hewan

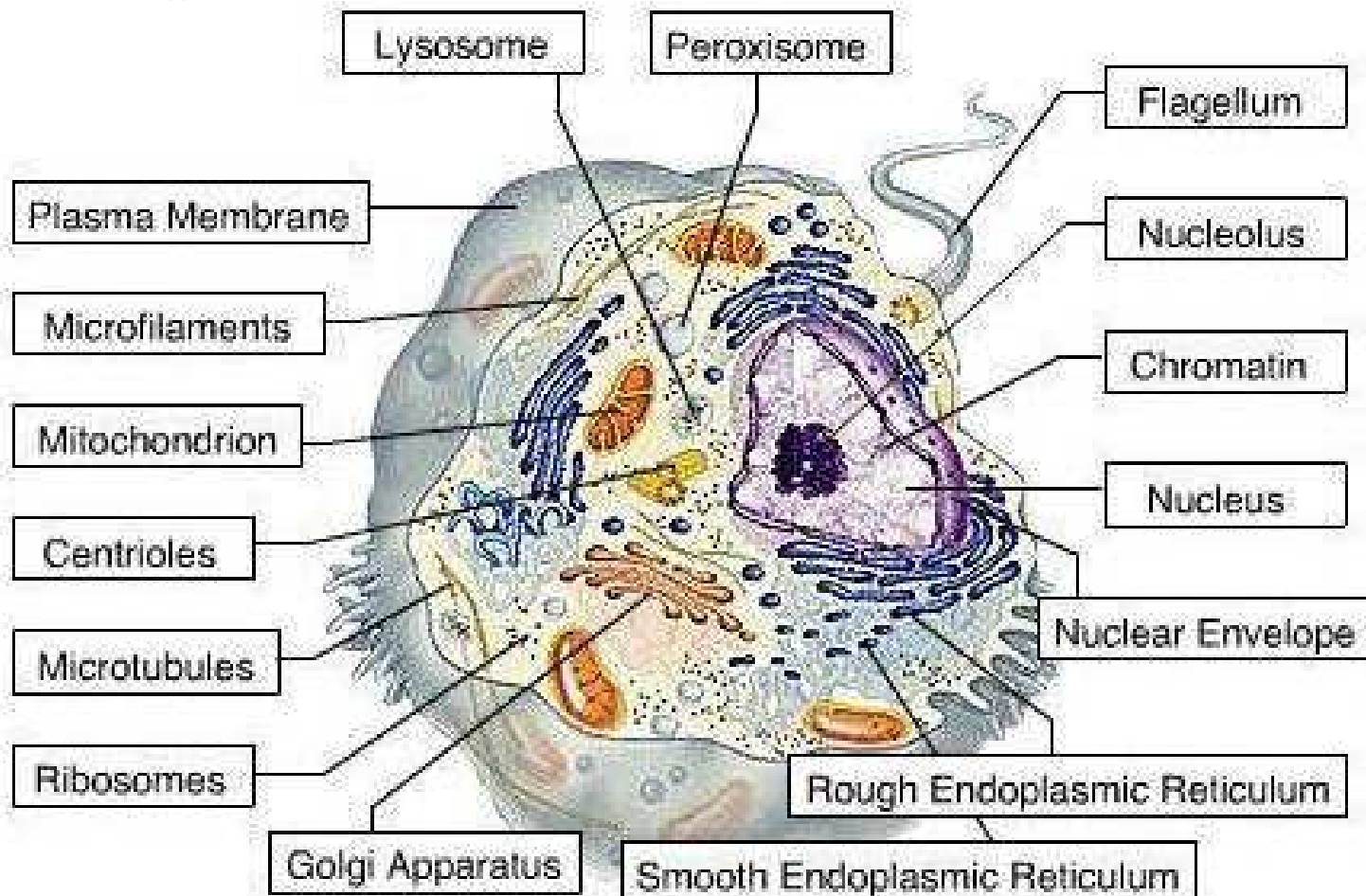


Yang tidak ada di sel tumbuhan :
Lisosom (f), sentriol (g), dan flagella (h).

Yang tidak ada di sel hewan :
dinding sel (a), kloroplas (b), plasmodesmata (c), vakuola sentral (d), dan tonoplas (e).

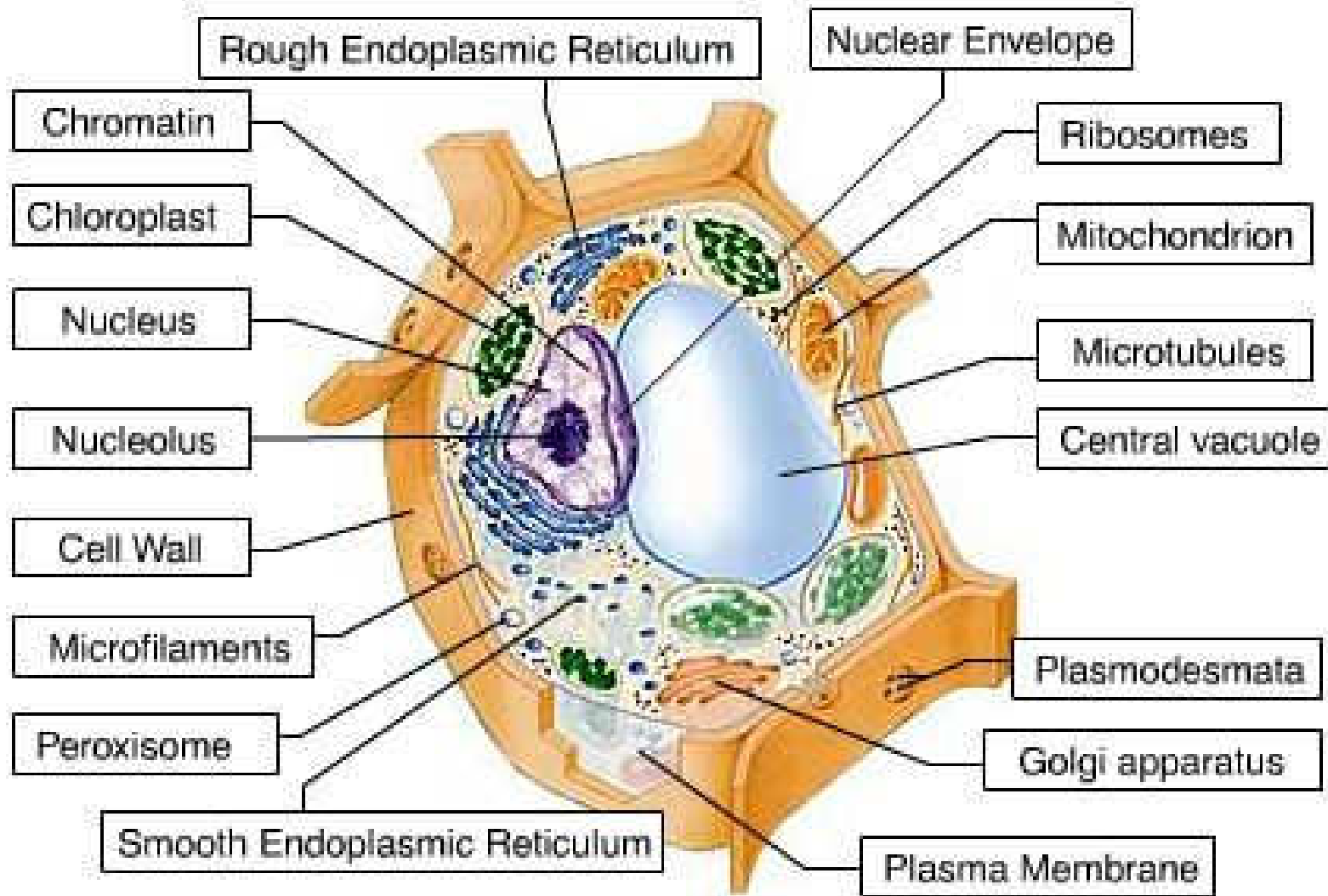
STRUKTUR DAN FUNGSI BAGIAN – BAGIAN SEL

Sel Hewan



Wawan A Setiawan, Biologi FMIPA UNILA

Sel Tumbuhan



Secara anatomis sel dibagi menjadi 3 bagian, yaitu:

1. Selaput Plasma (Membran Plasma atau Plasmalemma).
2. Sitoplasma dan Organel Sel.
3. Inti Sel (Nukleus).

1. Selaput Plasma (Membran Plasma atau Plasmalemma).

- Selaput Plasma (Plasmalemma) yaitu selaput atau membran sel yang terletak paling luar yang tersusun dari senyawa kimia Lipoprotein (gabungan dari senyawa lemak atau Lipid dan senyawa Protein). Lipoprotein ini tersusun atas 3 lapisan yang jika ditinjau dari luar ke dalam urutannya adalah: Protein – Lipid – Protein & Trilaminar Layer
- Lemak bersifat Hidrofobik (tidak larut dalam air) sedangkan protein bersifat Hidrofilik (larut dalam air); oleh karena itu selaput plasma bersifat Selektif Permeabel atau Semi Permeabel. Selektif permeabel berarti hanya dapat memasukkan /di lewati molekul tertentu saja.
- Fungsi dari selaput plasma ini adalah menyelenggarakan Transportasi zat dari sel yang satu ke sel yang lain.

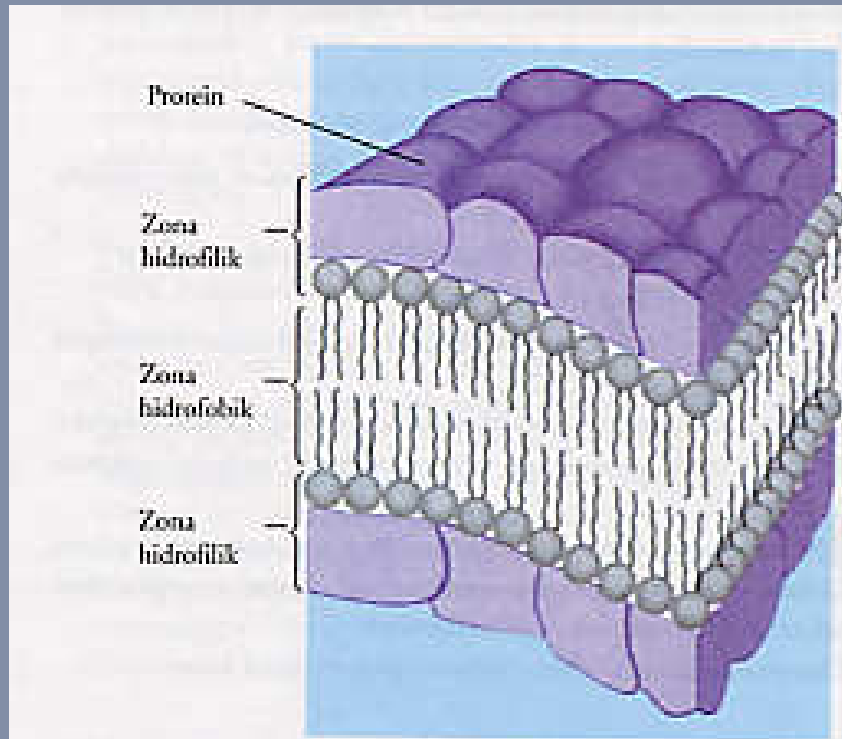
- **Struktur membran**

- ✿ Model membran telah disesuaikan agar sesuai dengan **data baru**
- ✿ Membran merupakan **mosaik fluida** yang terdiri atas lipid, protein, dan karbohidrat

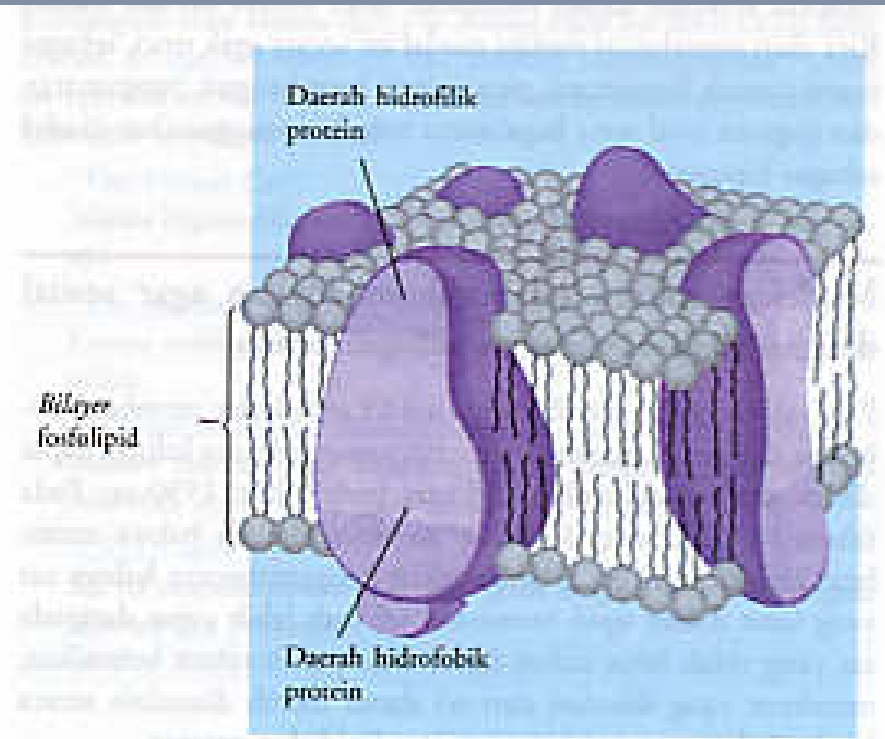
- **Lalulintas yang melintasi membran**

- ✿ Organisasi molekuler membran mengakibatkan **permeabilitas selektif**
- ✿ **Transpor pasif** merupakan difusi melintasi membran
- ✿ **Osmosis** merupakan transpor pasif air
- ✿ Bertahan hidupnya sel bergantung pada **keseimbangan penyerapan dan pelepasan air**
- ✿ **Protein spesifik** mempermudah transpor pasif zat terlarut terseleksi
- ✿ **Transpor aktif** merupakan pemompaan zat terlarut melawan gradiennya
- ✿ Beberapa **pompa ion** membangkitkan tegangan melintasi membran
- ✿ Dalam **kotranspor**, protein membran mengkopel transpor suatu zat terlarut dengan zat terlarut lainnya
- ✿ **Eksositosis dan endositosis** mentranspor molekul besar

Dua generasi model membran



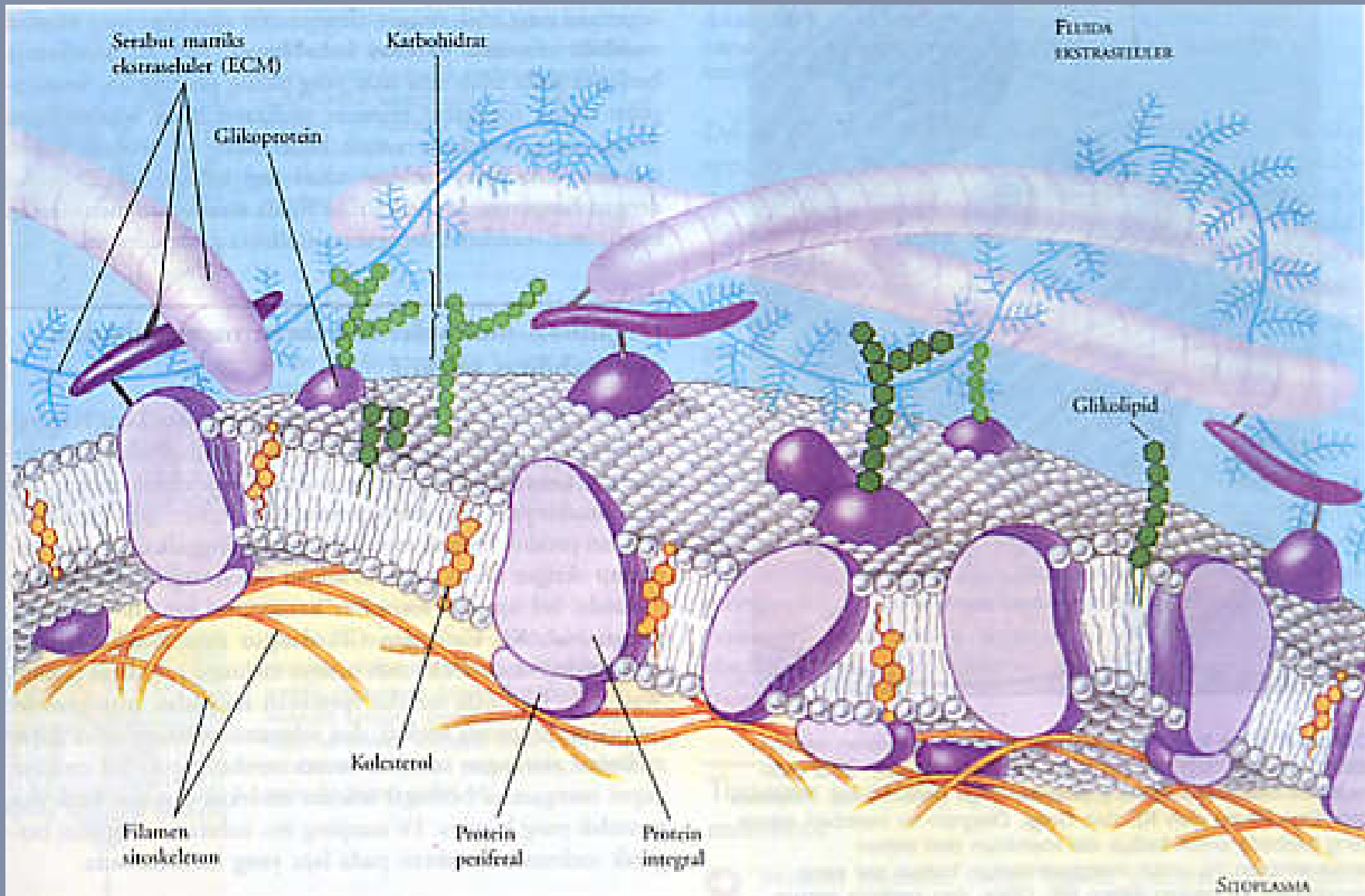
(a) Model Davson-Danielli awal



(b) Model mosaik fluida terakhir

- (a) Model Davson-Danielli, yang diusulkan pada tahun 1935, seperti sandwich bilayer fosfolipid di antara dua lapisan protein. Dengan modifikasi berikutnya, model ini banyak diterima hingga kira-kira tahun 1970.
- (b) Model mosaik fluida mendispersikan protein dan mencelupkannya ke dalam bilayer fosfolipid, yang berada dalam wujud fluida. Yang ditunjukkan di sini adalah bentuk yang disederhanakan, yang merupakan model membran yang kita gunakan saat ini.

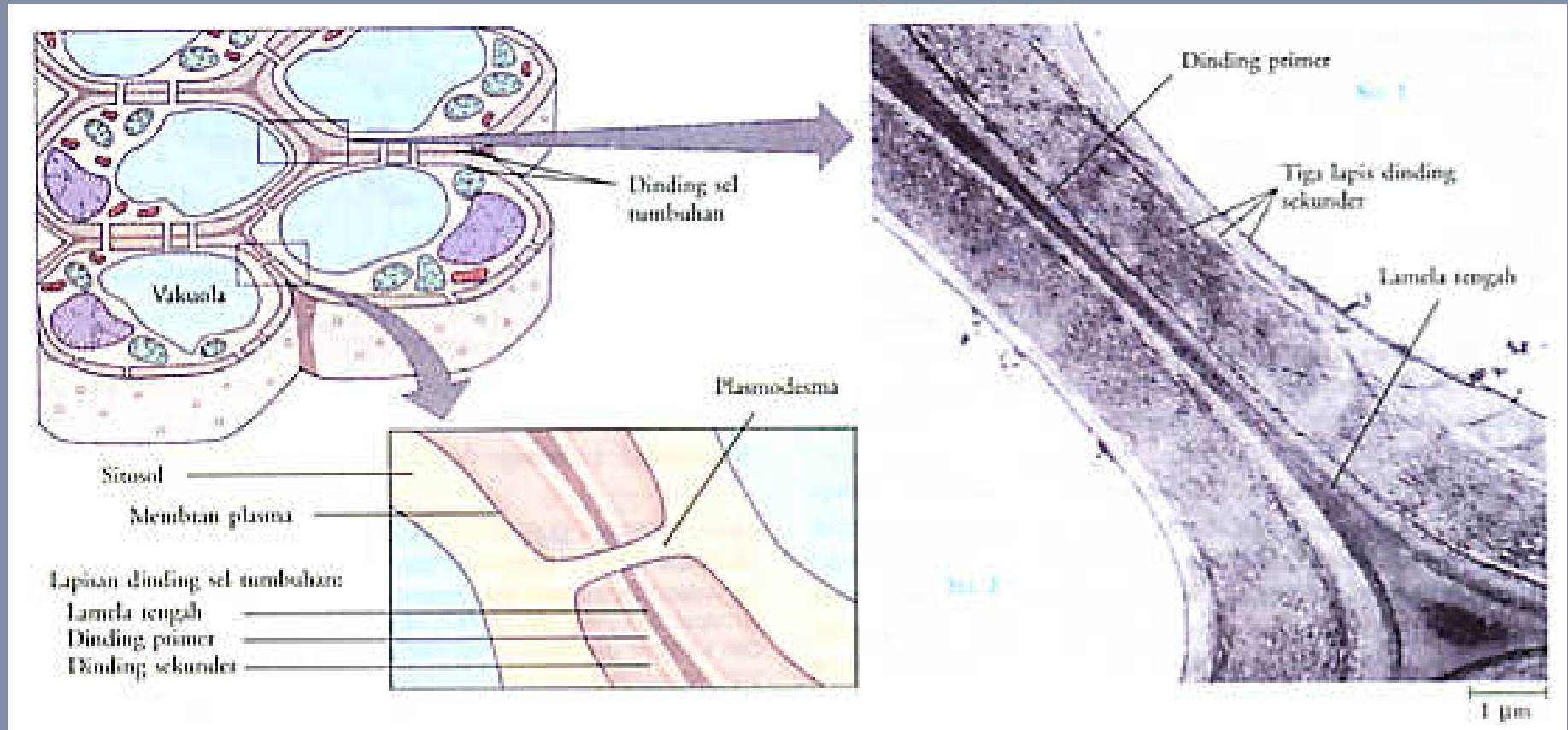
Penampang melintang struktur membran plasma sel hewan



1. Selaput Plasma (Membran Plasma atau Plasmalemma).

- Khusus pada sel tumbuhan, selain mempunyai selaput plasma masih ada satu struktur lagi yang letaknya di luar selaput plasma yang disebut Dinding Sel.
- Dinding sel tersusun dari dua lapis senyawa Selulosa, di antara kedua lapisan selulosa tadi terdapat rongga yang dinamakan Lamela Tengah (Middle Lamel) yang dapat terisi oleh zat-zat penguat seperti Lignin, Chitine, Pektin, Suberine dan lain-lain. Selain itu pada dinding sel tumbuhan kadang-kadang terdapat celah yang disebut Noktah. Pada Noktah/Pit sering terdapat penjuluran Sitoplasma yang disebut Plasmodesma.

Dinding sel tumbuhan



Sel muda mula-mula membentuk dinding primer tipis, sering kali ada penambahan dinding sekunder yang lebih kuat di bagian dalam dinding primer ketika pertumbuhan terhenti. Lamela tengah yang lengket melekatkan sel-sel yang berdekatan menjadi satu. Dengan demikian, partisi multi-lapis di antara sel-sel ini terdiri atas dinding penghubung yang masing-masing disekresikan oleh selnya sendiri. Dinding ini tidak mengisolasi selnya: Sitoplasma dari salah satu sel berlanjut dengan sitoplasma dari sel tetangganya melalui plasmodesmata, saluran yang melintasi dinding (TEM).

2. Sitoplasma dan Organel Sel.

A. Sitoplasma

- Bagian yang cair dalam sel dinamakan Sitoplasma.
- Khusus untuk cairan yang berada dalam inti sel dinamakan Nukleoplasma.
- Penyusun utama dari sitoplasma adalah air (90%), berfungsi sebagai pelarut zat-zat kimia serta sebagai media terjadinya reaksi kimia.

2. Sitoplasma dan Organel Sel.

B. Organel Sel

- Organel sel adalah benda-benda solid yang terdapat di dalam sitoplasma dan bersifat hidup (menjalankan fungsi - fungsi kehidupan).

Macam – macam organel sel:

- a. Retikulum Endoplasma (RE.) yaitu struktur berbentuk benang-benang yang bermuara di inti sel.

Merupakan perluasan membran yang saling berhubungan yang membentuk saluran pipih atau lubang seperti tabung di dalam sitoplasma. Berfungsi membantu gerakan substansi-substansi dari satu bagian sel ke bagian lainnya.

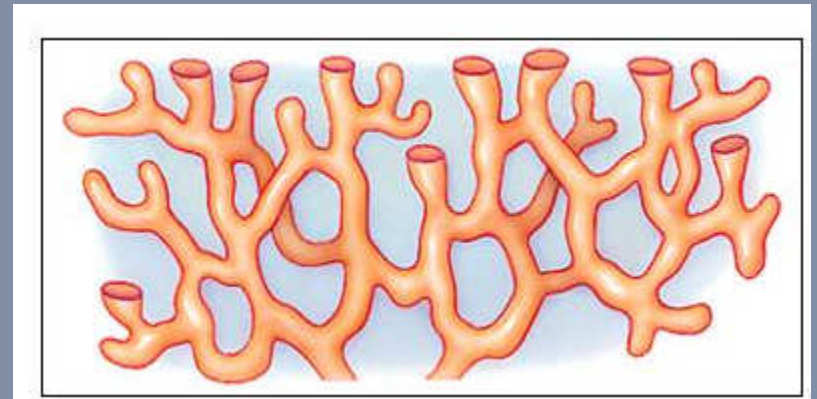
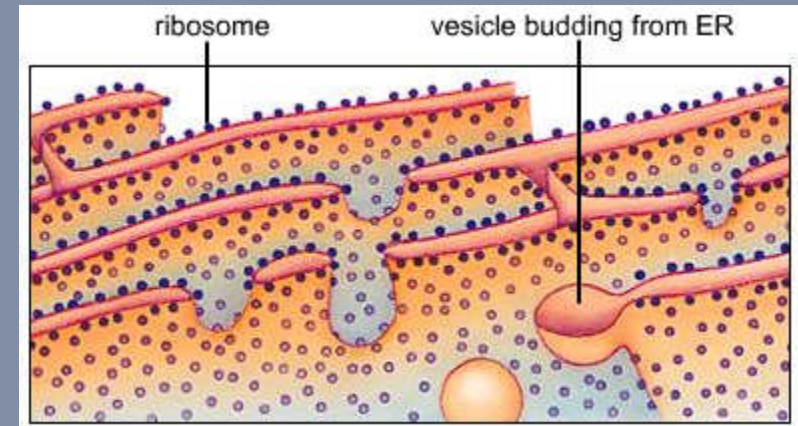
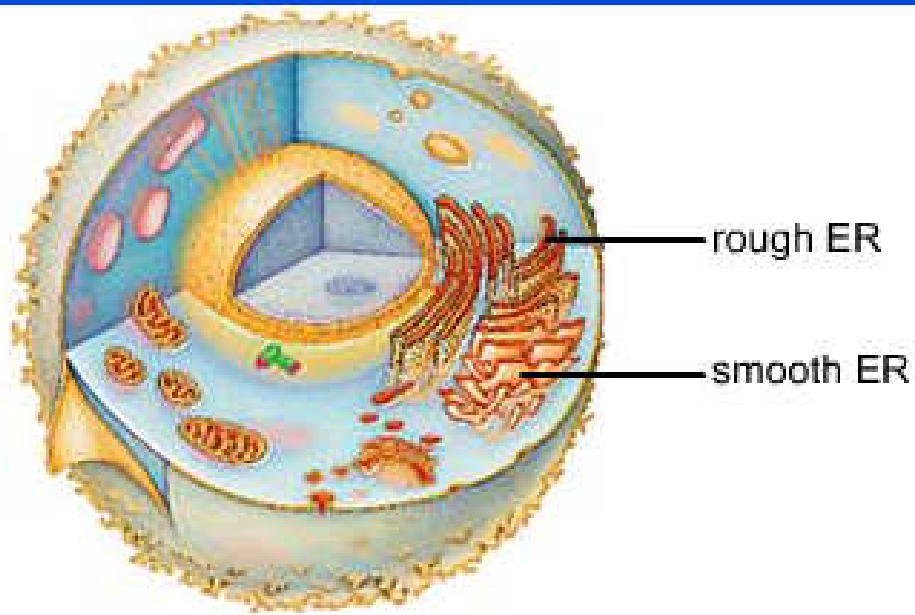
- Ada dua tipe RE yaitu:

- Retikulum Endoplasma Kasar, dikatakan kasar karena disini banyak sekali terdapat ribosom sehingga terlihat kasar.

Fungsinya mendukung sintesis protein dan menyalurkan bahan genetik antara inti sel dengan sitoplasma.

- Retikulum Endoplasma Halus yang memiliki enzim-enzim yang berfungsi sebagai sintesis lipid, glikogen, dan persenyawaan steroid.

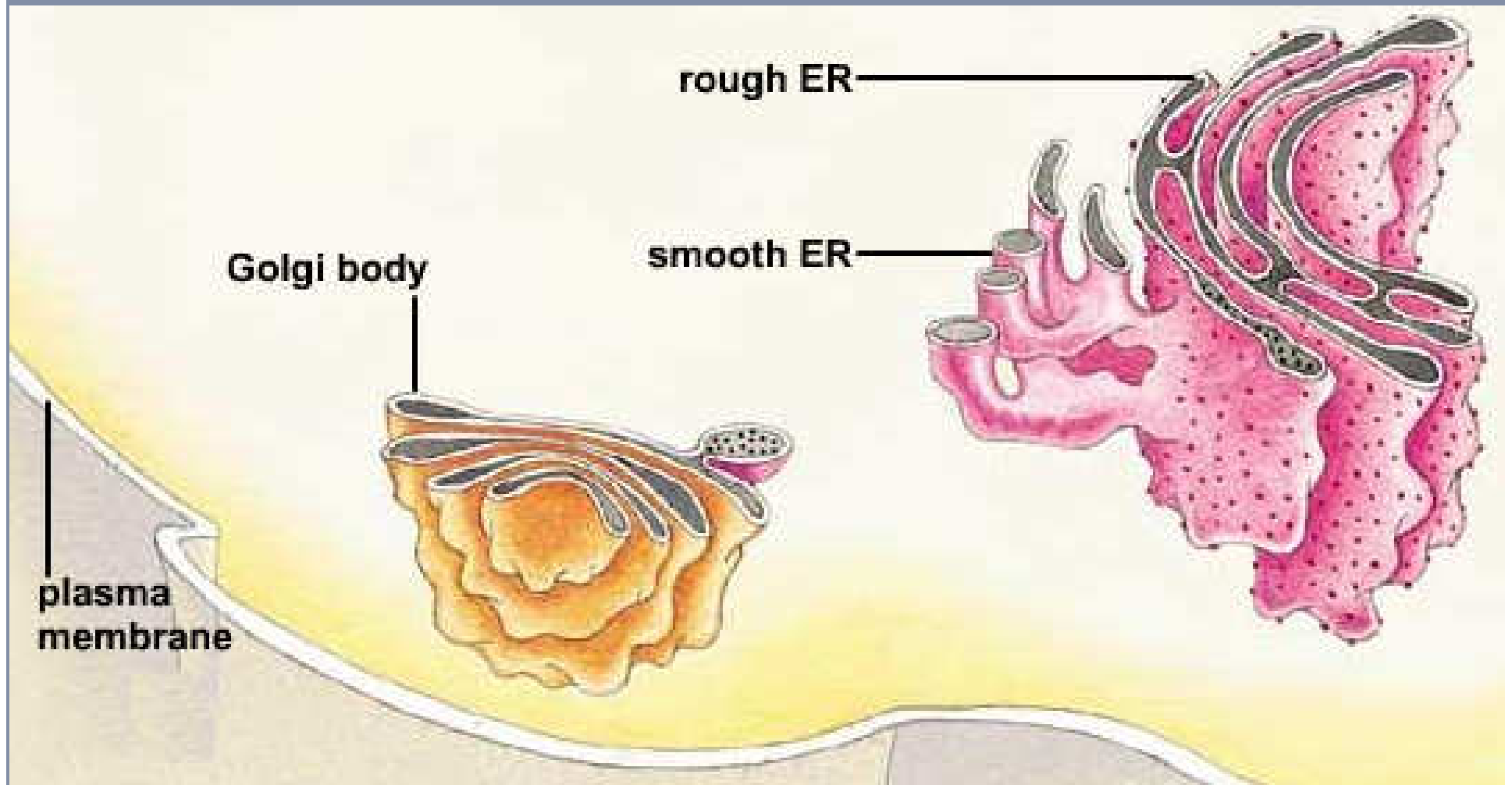
Struktur R.E. hanya dapat dilihat dengan mikroskop elektron.



b. Badan golgi

Adalah sekelompok kantong(Vesikula) pipih yang dikelilingi membran. Organel ini memodifikasi, menyimpan, dan mengarahkan produk yang dihasilkan retikulum endoplasma. Organel ini membuat lisosom, membran sel, memproses bahan sekret dan mensekresikannya. Organel ini terdapat hampir disemua sel eukariotik. Pada sel hewan bisa 10 - 20 badan golgi sedangkan sel tumbuhan bisa beberapa ratus badan golgi. Pada tumbuhan badan golgi biasa di sebut diktiosom. Badan golgi dibangun oleh membran yang sistematis, tubulus, dan vesikula.

Badan Golgi



c. Ribosom

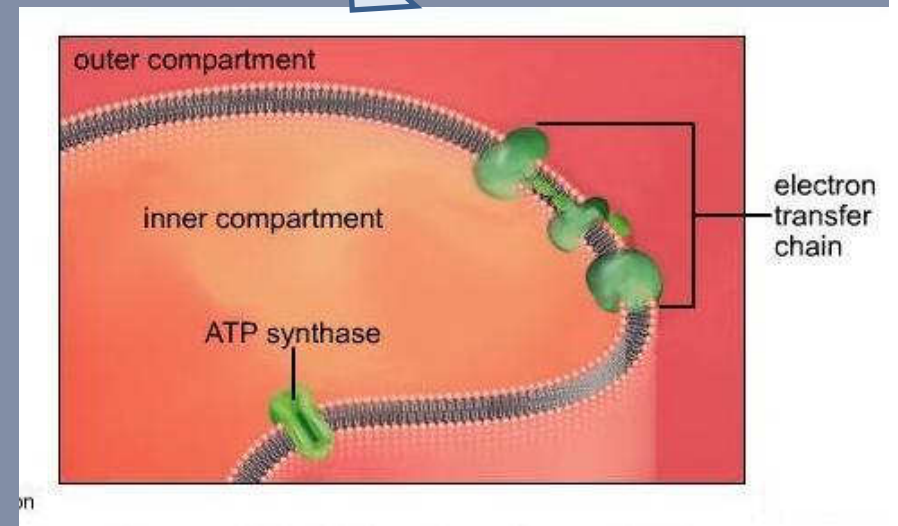
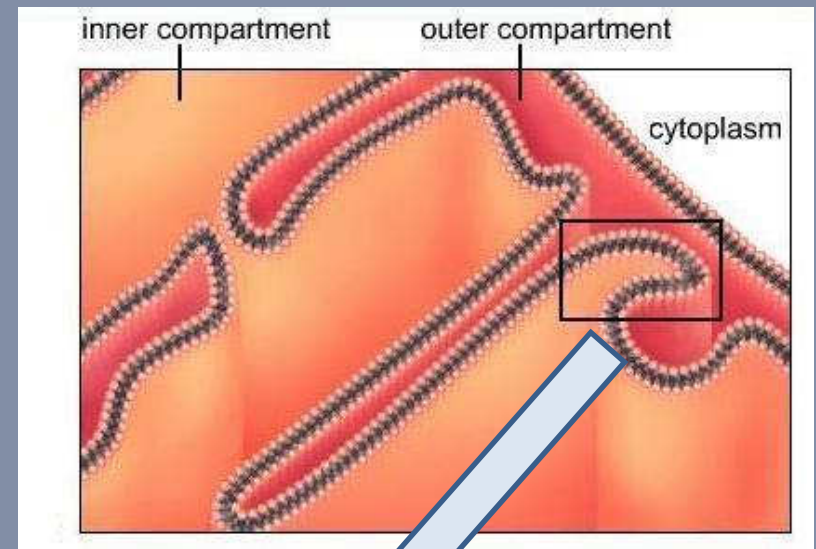
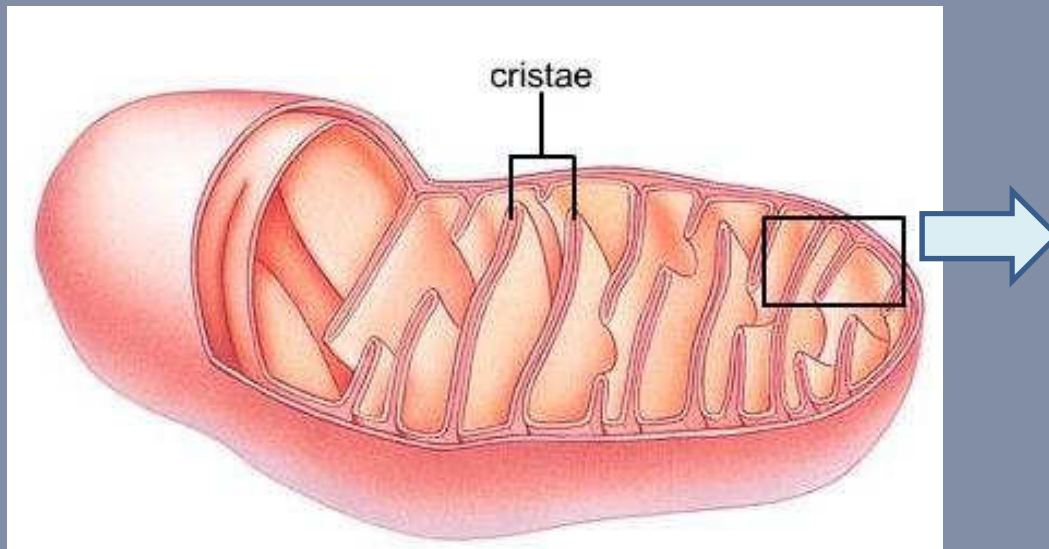
Struktur ini berbentuk bulat terdiri dari dua partikel (subunit) besar dan kecil, ada yang melekat sepanjang R.E. dan ada pula yang soliter. Subunit dibina atas protein dan rRNA. Subunit besar memiliki 2 kisi/site: P (peptida) dan A (asam amino). Ribosom merupakan organel sel terkecil yang tersuspensi di dalam sel (berdiameter 10-20 mikron). Ribosom dibuat di dalam inti sel. Ribosom hanya dapat dilihat dengan mikroskop elektron.

Fungsi dari ribosom : tempat sintesis protein.

c. Mitokondria

Struktur berbentuk seperti cerutu ini mempunyai dua lapis membran. Membran luar bentuknya halus. Lapisan dalamnya berlekuk-lekuk dan dinamakan Krista. Pada krista terdapat enzim untuk fosforilasi oksidatif dan sistem transport elektron. Membran dalam membagi mitokondria menjadi dua ruang yaitu ruang inti membran dan matriks mitokondria.

Fungsi mitokondria adalah sebagai pusat respirasi seluler yang menghasilkan banyak ATP (energi).



d. Lisosom

Merupakan kantong yang dikelilingi membran tunggal yang berfungsi untuk mencerna makromolekul. Di dalam sel, lisosom terdapat berbagai macam enzim yang dapat memecah polisakarida, lipid, fosfolipid, asam nukleat dan protein.

e. Vakuola

Organel sitoplasma yang berisi cairan yang dibatasi oleh suatu membran yang disebut tonoplas. Terjadi karena proses pelekukan ke dalam dari membran sel. Vakuola berisi :

- Asam organik
- Asam amino
- Glukosa
- Gas
- Garam-garam kristal
- Alkaloid, antara lain :
 - Nikotin
 - Kafein
 - Kitin

Protozoa memiliki vakuola kontraktil. Fungsinya sebagai osmoregulator. Lalu vakuola makanan yang berfungsi mencerna makanan dan mengedarkannya.

f. Sentriol

Merupakan hasil perkembangan sentrosom, yaitu pusat sel, daerah dari sitoplasma yang dekat dengan nukleus. Sel hewan, mikroorganisme, dan tumbuhan tingkat rendah memiliki dua sentriol pada sitoplasma.

Fungsi: kontrol pergerakan sel atau tonjolan sel, mengontrol pembentukan sitoskeleton, dan orientasi pembelahan sel.

g. Sitoskeleton(rangka sel)

Fungsi: penunjang/penopang sel, transpor zat, orientasi pembelahan sel, dan pergerakan.

Sitoskeleton terdiri dari tiga jenis serabut yang berbeda yaitu :

I. Mikrofilamen atau filaman aktin

Merupakan rantai ganda protein yang saling bertaut dan tipis, terdiri dari protein yang disebut aktin. Berdiameter 5-6 nanometer.

II. Mikrotubul

Merupakan rantai protein yang berbentuk spiral dan spiral ini membentuk tabung berlubang. Tersusun atas bola-bola molekul yang disebut tubulin. Diameternya sekitar 25 nanometer. Mikrotubul dapat berbentuk organel sitoplasma berupa Sentriol, silia, dan flagela. Fungsi mikrotubul adalah mengarahkan gerakan- gerakan sel, mempertahankan bentuk sel, serta membantu pembentukan sel secara mitosis.

III. Filamen antara

Merupakan rantai molekul protein yang berbentuk untaian yang saling melilit. Berukuran 8-10 nm. Disebut filamen antara, karena berukuran diantara ukuran mikrotubul dan mikro filamen. Tersusun atas protein yang disebut fimetin dan juga protein keratin.

h. Peroxisom dan glioksisom.

Peroxisom adalah kantong yang memiliki membran tunggal yang berisi enzim katalase yang merombak H_2O_2 . terdapat pada sel hewan dan tumbuhan. Pada hewan peroksisom banyak di temukan pada hati dan ginjal sedangkan tumbuhan terdapat pada berbagai tipe sel. Glioksisom mengandung enzim mengubah lemak menjadi gula. Hanya terdapat pada sel tumbuhan.

i. Plastida

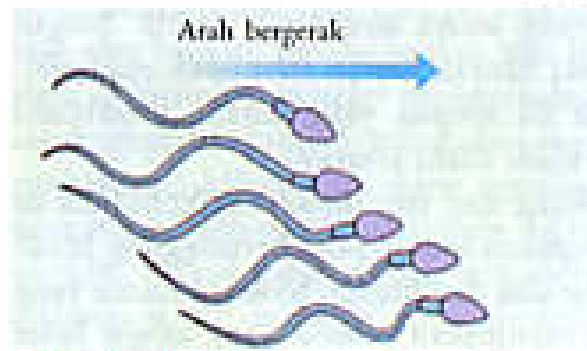
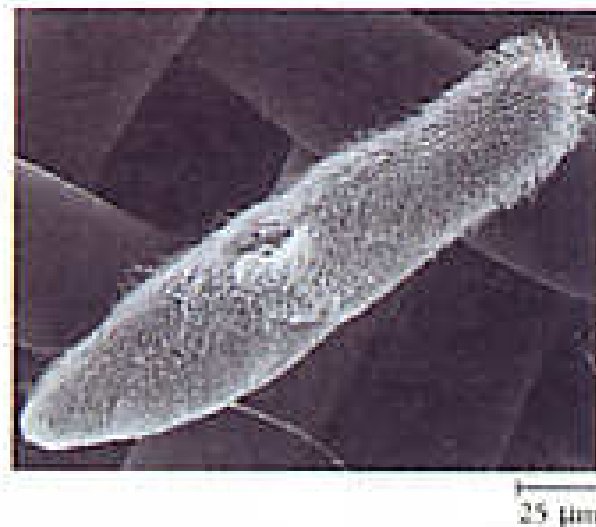
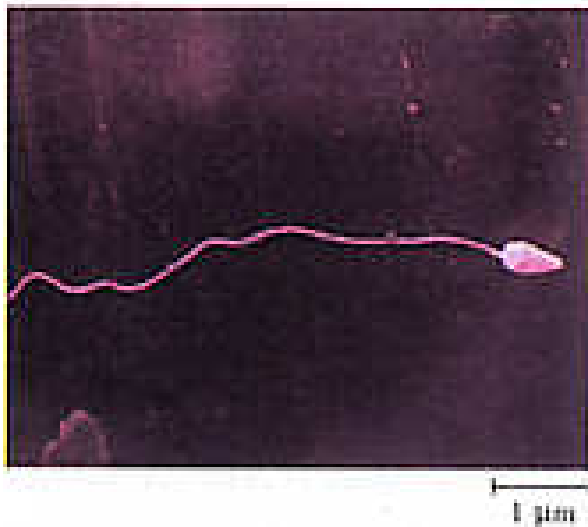
Adalah organel yang hanya terdapat pada tumbuhan. Ada tiga macam plastida:

- Kromoplas, plastida berwarna karena memiliki pigmen selain klorofil.
- Leukoplas, plastida berwarna putih dan berfungsi menyimpan amilum, minyak dan protein.
- Kloroplas, plastida yang mengandung klorofil.

j. Flagel (Lihat mikrotubul)

Perbandingan getaran flagela dan silia

(a) Flagela biasanya berombak-ombak, gerakannya yang mirip-ular menggerakkan sel dalam arah yang sama dengan sumbu flagela. Contohnya adalah perjalanan sel sperma. (b) Suatu permukaan yang penuh dengan silia yang bergetar menutupi Paramecium, protista yang motil (SEM). Silia memiliki gerak maju-mundur, kibasan-aktif dan kibasan-balik yang berganti-ganti. Ini akan menggerakkan sel, atau menggerakkan cairan di atas permukaan sel diam, dalam arah yang tegak lurus terhadap sumbu silianya.



(a) Gerakan flagela



(b) Gerakan silia

3. Inti Sel (Nukleus)

- Nukleus bertugas mengontrol kegiatan yang terjadi di sitoplasma. Di dalam nukleus terdapat kromosom yang berisi DNA yang merupakan awal bagi pembentukan berbagai protein (terutama enzim). Enzim diperlukan dalam menjalankan berbagai fungsi di sitoplasma. Di dalam nukleus juga ditemui nukleolus. Selain itu di dalam inti juga terdapat nukleoplasma(cairan inti), dan butir kromatin.

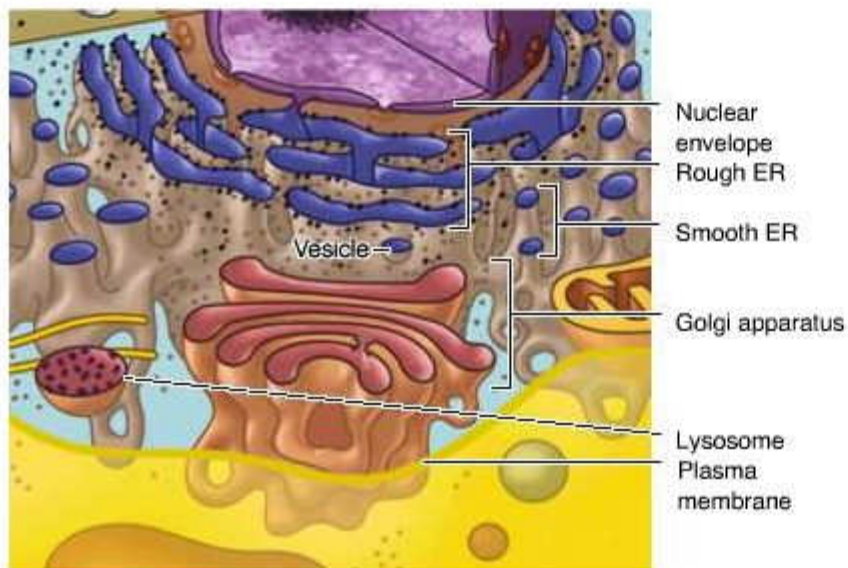
- Inti Sel (Nukleus) terdiri dari bagian-bagian yaitu :
 - Selaput Inti (Karioteka)
 - Nukleoplasma (Kariolimfa)
 - Kromatin / Kromosom
 - Nukleolus(anak inti).
- Fungsi dari inti sel adalah : mengatur semua aktivitas (kegiatan) sel, karena di dalam inti sel terdapat kromosom yang berisi DNA yang mengatur sintesis protein.

Sistem Endomembran

4F The Endomembrane System

previous replay next

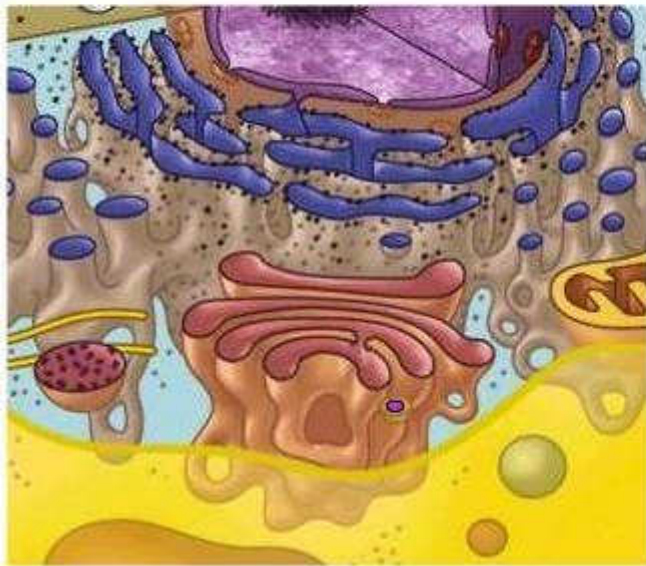
1 of 5



Cell membranes are in constant motion. Some of this motion is lateral diffusion, as membrane [lipids](#) and [proteins](#) move sideways in the bilayer. But certain regions also move by budding out from their surrounding membrane and pinching off into vesicles. These vesicles can move to other regions of the cell, find suitable [receptors](#), and fuse with a different patch of membrane. The illustration shows different types of membranes and compartments indicated by labels. Although each type of structure has different properties and functions, they are interconnected by membrane traffic into an [endomembrane system](#). One of the most common patterns of membrane traffic is the movement of newly synthesized proteins from [rough ER](#) to various destinations, for the following purposes:

- secretion outside the cell
- creating [lysosomes](#)
- replacing proteins in the [plasma membrane](#).

4F The Endomembrane System

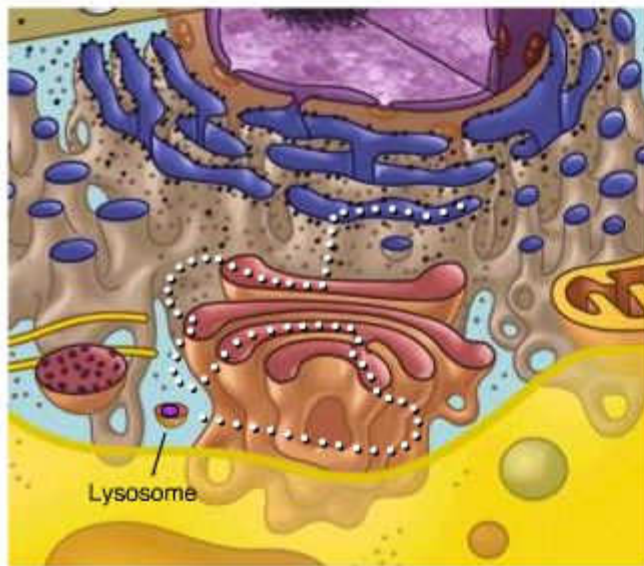


A secretory protein is synthesized inside the rough endoplasmic reticulum, migrates through it, and exits inside a vesicle. The vesicle travels through the cytoplasm to the Golgi apparatus. The Golgi apparatus modifies the protein. The protein is dispatched from the Golgi in a transport vesicle that then fuses with the plasma membrane, releasing the protein to the outside of the cell.

4F The Endomembrane System

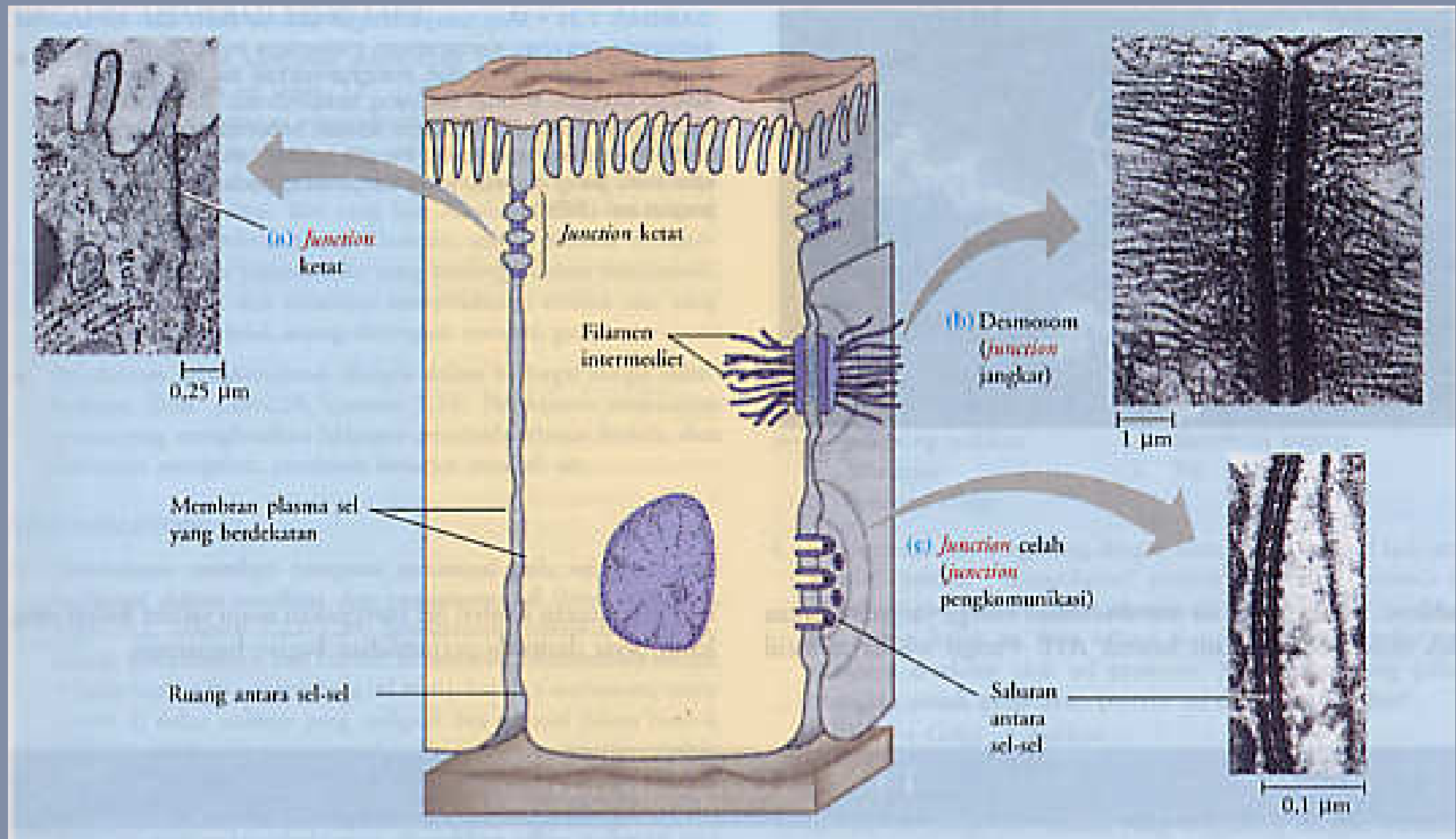
[previous](#) [replay](#) [next](#)

5 of 5



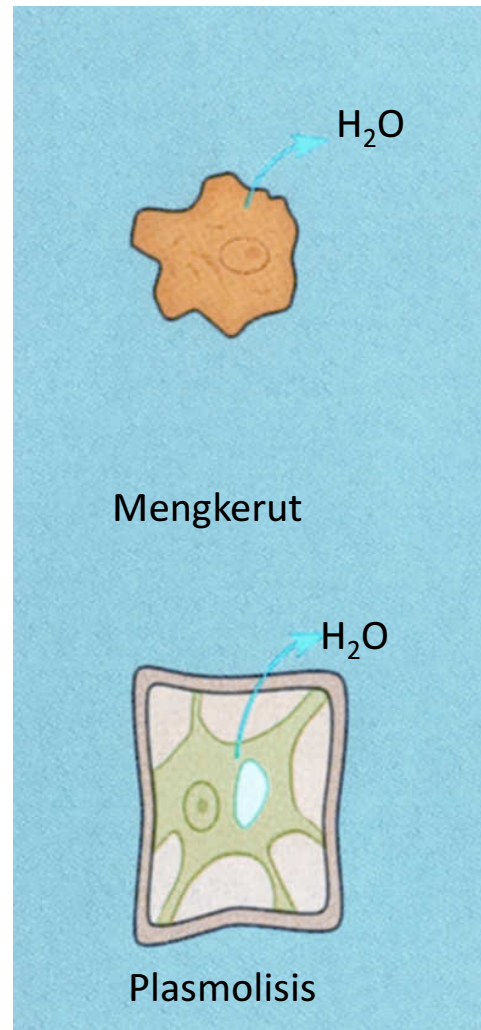
Like secretory [proteins](#) and some other proteins, proteins destined for [lysosomes](#) are made on [ribosomes](#) bound to the [rough ER](#) and move through the [endomembrane system](#). In this case the lysosomal protein-containing vesicle that buds from the Golgi apparatus is the lysosome itself.

Junction (persambungan) interseluler pada hewan

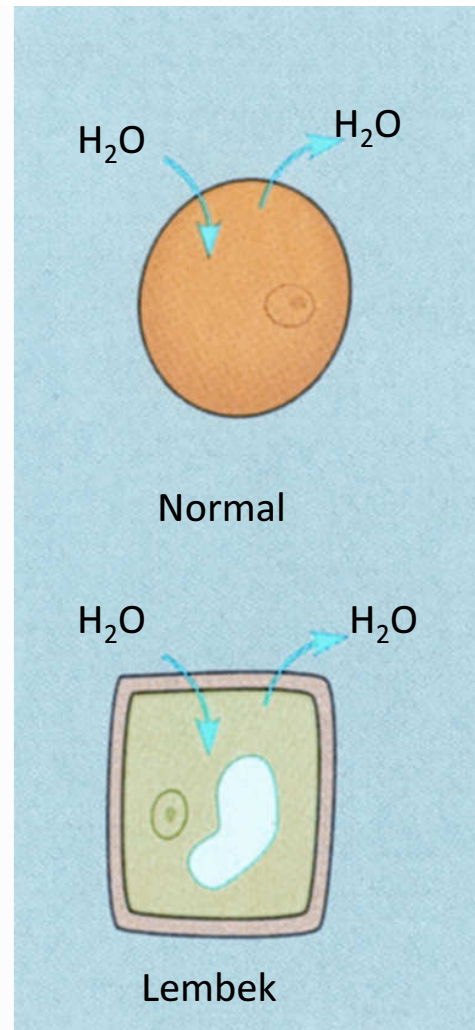


Keseimbangan air pada sel hidup

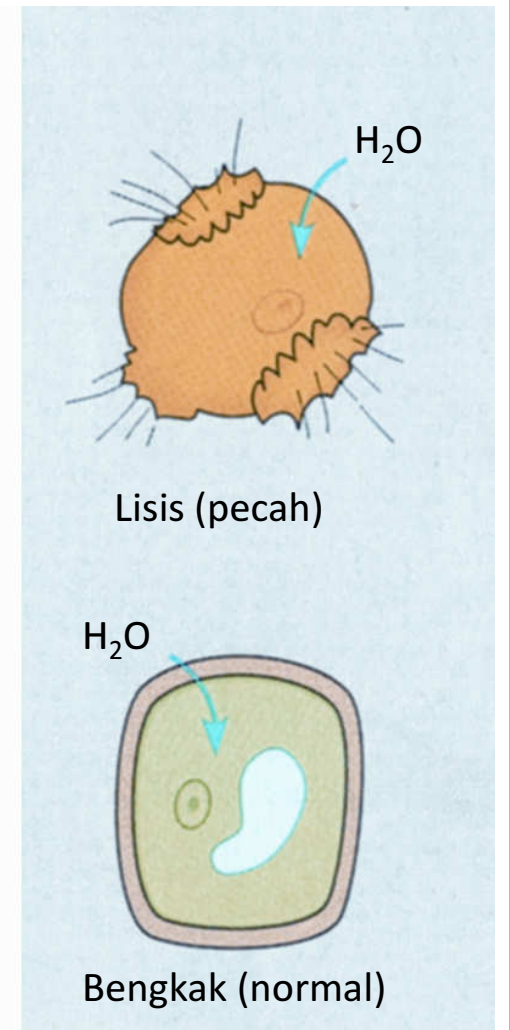
SEL
HEWAN



LARUTAN HIPERTONIK

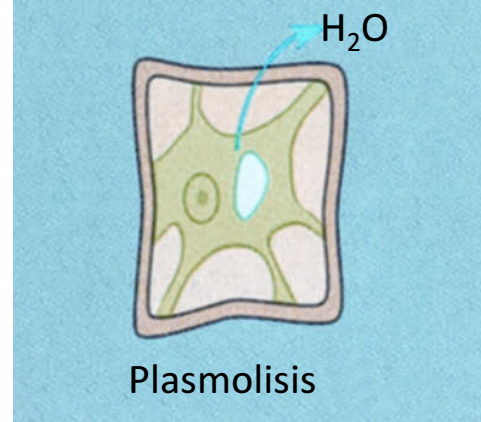


LARUTAN ISOTONIK

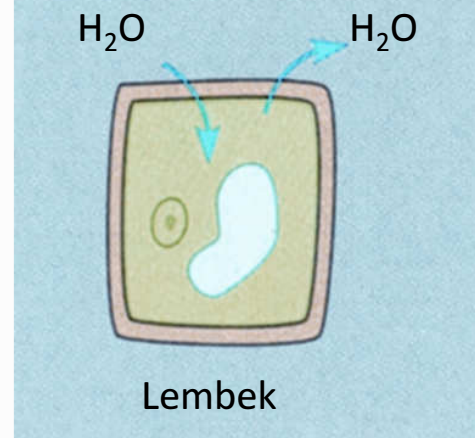


LARUTAN HIPOTONIK

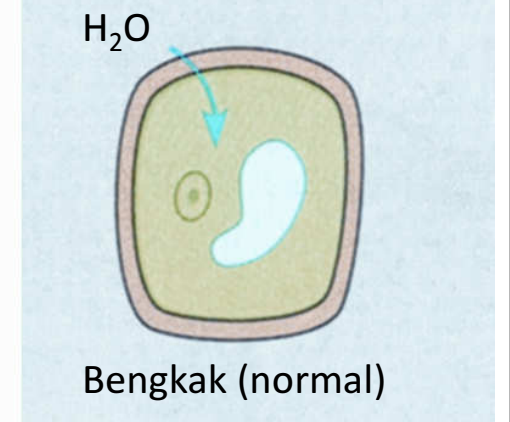
SEL TUMBUHAN



LARUTAN HIPERTONIK

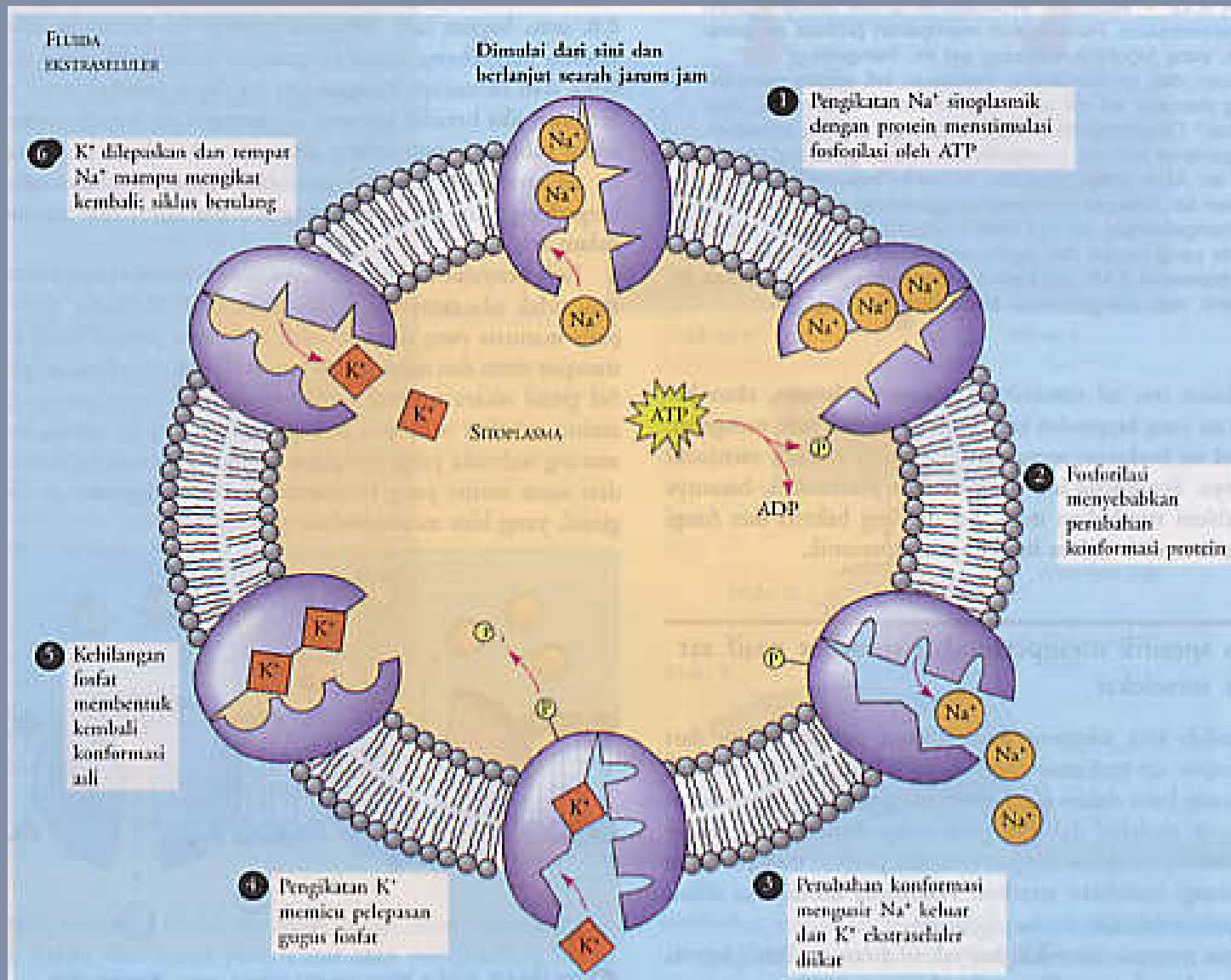


LARUTAN ISOTONIK



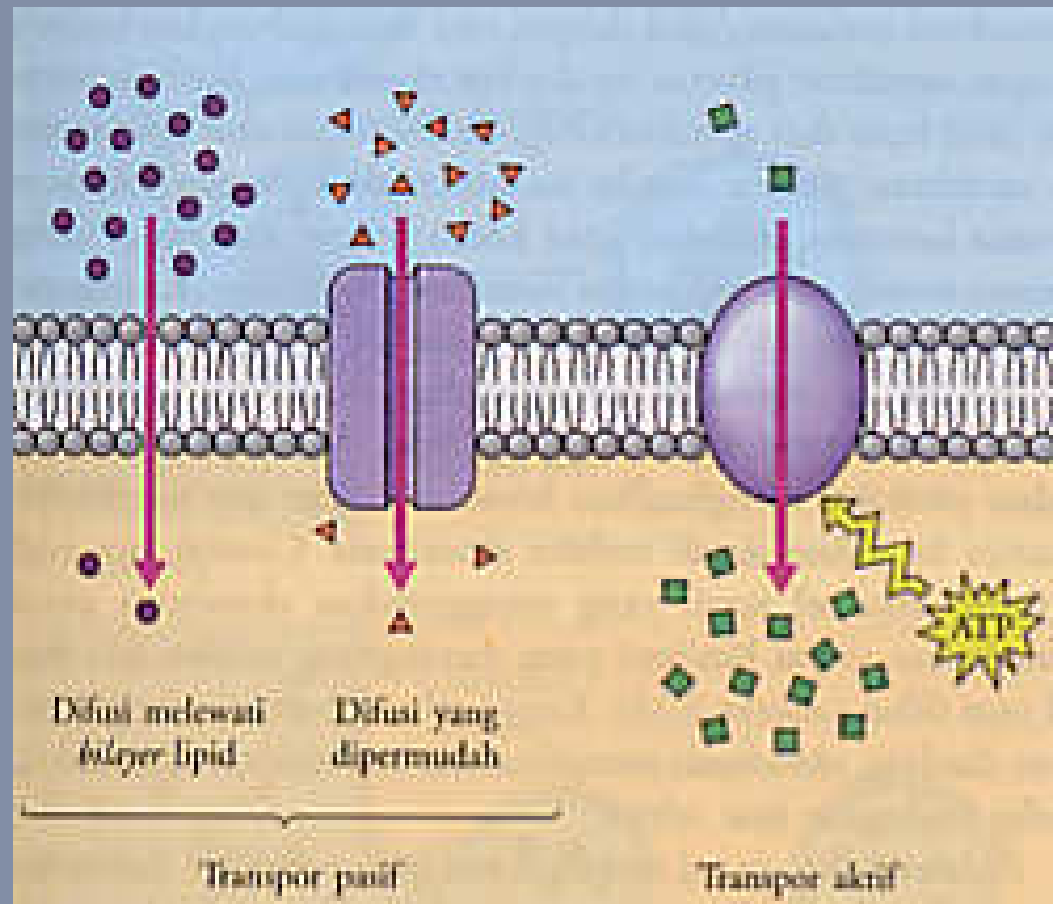
LARUTAN HIPOTONIK

Pompa natrium-kalium (kasus khusus transpor aktif)

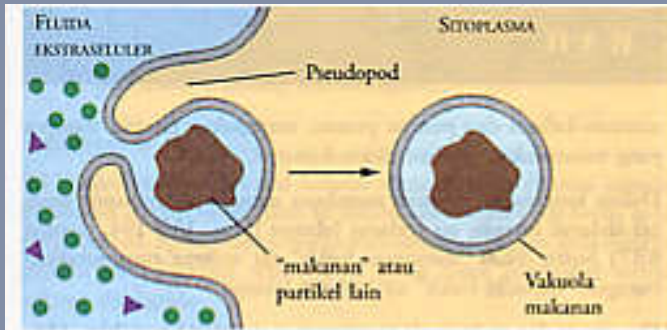


Perbandingan antara transpor pasif dan transpor aktif

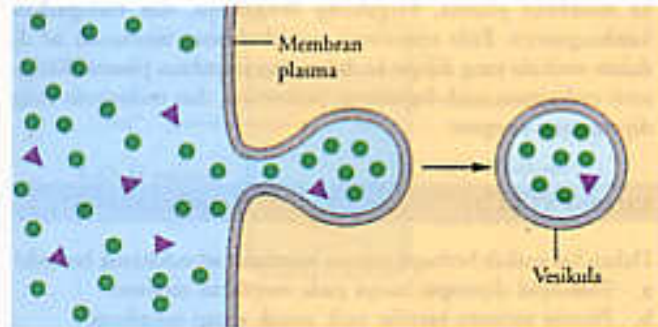
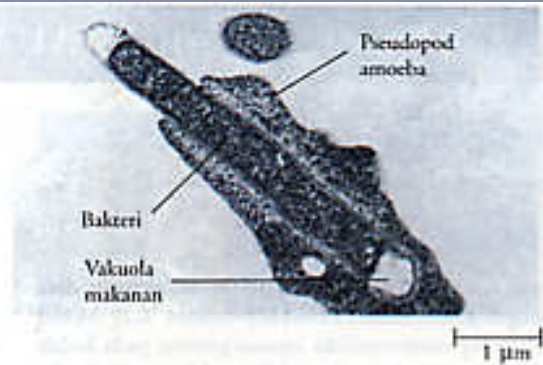
Pada transpor pasif, suatu substansi secara spontan berdifusi menuruni gradien konsentrasinya tanpa memerlukan pengeluaran energi oleh sel. Molekul hidrofobik dan molekul polar tak bermuatan yang berukuran kecil berdifusi langsung melintasi membran. Substansi hidrofilik berdifusi melalui protein transpor dalam suatu proses yang disebut difusi yang dipermudah. Dalam transpor aktif, suatu protein transpor memindahkan substansi melintasi membran “naik bukit” melawan gradien konsentrasinya. Transpor aktif membutuhkan pengeluaran energi, yang biasanya disediakan oleh ATP.



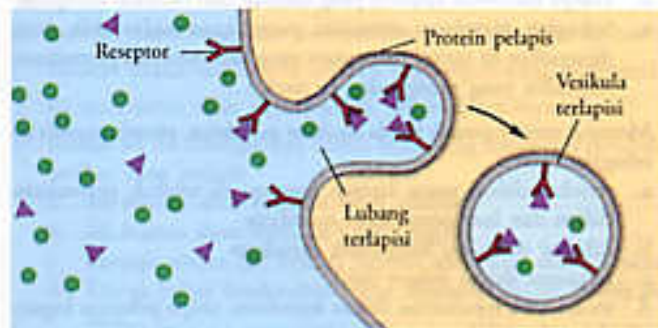
Tiga jenis endositosis dalam sel hewan



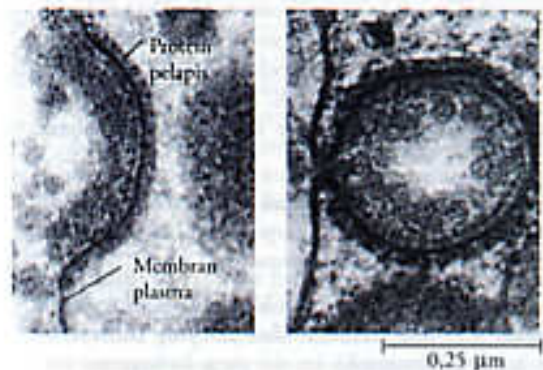
(a) Fagositosis



(b) Pinositosis



(c) Endositosis yang diperantarai reseptor



(a) Pada fagositosis, pseudopodia “menelan” suatu partikel dan mengemasnya dalam suatu vakuola. Mikrograf ini menunjukkan amuba yang menelan bakteri (TEM). (b) Pada pinositosis, tetesan fluida ekstraseluler dimasukkan ke dalam sel dalam sebuah vesikula kecil. Mikrograf ini menunjukkan vesikula pinositosis (tanda panah) dalam sel yang melapisi pembuluh darah kecil (TEM). (c) Pada endositosis yang diperantarai reseptor, lubang terlapisi membentuk vesikula apabila molekul spesifik (ligan) terikat reseptor pada permukaan sel. Mikrograf ini menunjukkan dua tahapan berurutan endositosis yang diperantarai reseptor (TEM). Setelah materi tercerna dibebaskan dari vesikula untuk metabolisme, reseptor dikembalikan lagi ke membran plasma.