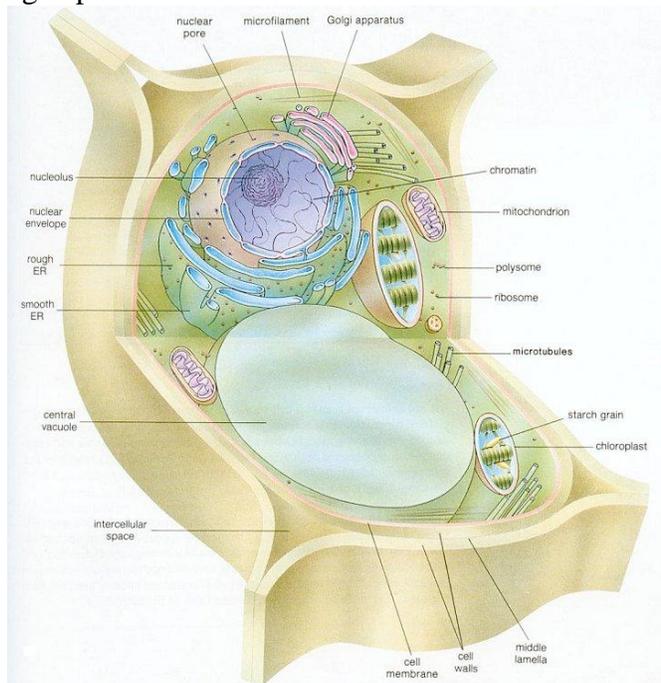


## Sel

Sel merupakan unit fungsional yang terdiri atas struktur subseluler kompleks yang saling berinteraksi. Sel-sel semua organisme eukariot memiliki banyak struktur homolog dengan fungsi-fungsi serupa. Persamaan-persamaan ini sebagai cerminan bahwa tumbuhan dan hewan berevolusi dan asal yang sama. Meskipun demikian *tumbuhan tinggi* memiliki struktur unik yang tidak ditemukan pada sel hewan. Struktur unik tersebut meliputi *vakuola*, *dinding sel* dan *plastida*. Lebih jauh lagi pada tumbuhan terdapat struktur yang berperan dalam komunikasi antara sel yaitu *plasmodesmata*, yang berbeda dengan struktur pada sel hewan. Selain itu sitoskeleton sel hewan dan tumbuhan berbeda secara fungsional. Struktur unik ini sangat penting dalam pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan.



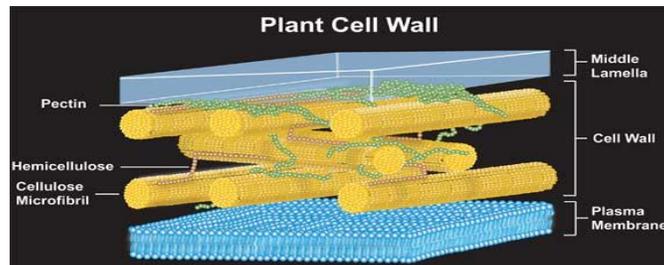
Sumber : <http://universe-review.ca/index.htm>

### ***Dinding Sel Tumbuhan***

Salah satu pembeda utama antara sel tumbuhan dan sel hewan adalah dinding sel pada hampir semua tahap perkembangan tumbuhan. Ada sel tumbuhan yang tidak memiliki dinding yaitu sel-sel endosperm pada perkembangan biji sebagian monokotil, akan tetapi pengecualian ini sangat jarang.

Pada sel yang sedang tumbuh, dinding sel mengalami perubahan-perubahan. Untuk memahami pembentangan sel, perlu diketahui kimia, biosintesis dan sifat fisik dinding sel. Ahli anatomi mengenal dua jenis dinding sel, dinding primer dan sekunder, berdasarkan komposisi dan kapan terbentuknya. Dinding primer dibentuk selama sel tumbuh, sedangkan dinding sekunder didepositkan setelah pertumbuhan “berhenti”. Dinding primer tersusun atas selulosa, senyawa pectin, polisakarida lain dan

hemiselulosa. Ratusan molekul glukosa sebagai penyusun selulosa seperti rantai terjalin dalam benang lebih besar membentuk *mikrofibril*. Diantara sel terdapat substansi yang berfungsi merekatkan dinding primer dua sel yang disebut lamella tengah.



Sumber : <http://www.sigmaaldrich.com/img/assets/22940/Plant-Cell-Wall.jpg>

Biasanya dinding sekunder lebih tebal daripada dinding primer. Pada beberapa kasus dinding sekunder didepositkan tidak merata, pada kasus lain membentuk lapisan-lapisan. Dinding sekunder terbentuk selama diferensiasi seluler. Sel-sel yang mengalami penebalan dinding sekunder terspesialisasi menjadi jaringan mekanik atau jaringan pengangkut.

Dinding primer dan sekunder berbeda komposisi kimia, ketebalan dan sifat fisiknya. Perbedaan komposisi kimia dinding primer dan sekunder dapat dilihat pada table berikut ini :

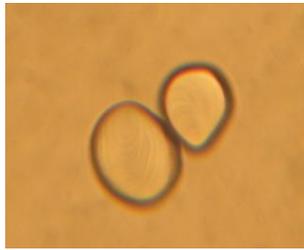
Komposisi dinding sel	Dinding Primer (%)	Dinding Sekunder (%)
Polisakarida :	90	65-85
Selulosa	30	50-80
Hemiselulosa	30	5 – 30
Pektin	30	-
Protein	10	-
Lignin	-	15-35

Dinding sel tertentu berbeda dengan tabel di atas secara substansial. Beberapa dinding sel, misalnya dinding sekunder kolenkim tidak mengandung lignin.

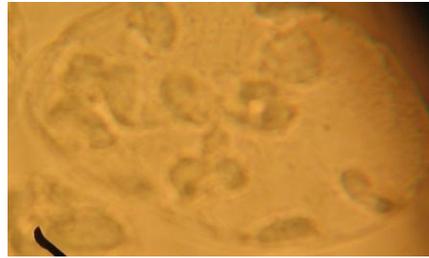
### Plastida

Plastida merupakan struktur khusus yang hanya ada pada tumbuhan dan sebagian protista. Plastida mengandung DNA dan ribosom, terutama pada matriks cair yang disebut *stroma*. Plastida dapat mereproduksi sendiri.

Semua plastida berasal dari proplastida, suatu badan kecil yang ditemukan pada sel tumbuhan yang sedang tumbuh. Plastida, sama seperti mitokondria dapat membelah. Plastida yang tidak berwarna, secara umum disebut *leukoplas*. Leukoplas yang paling dikenal adalah *amiloplas*, struktur yang menghasilkan amilum. Leukoplas yang lain, yang membentuk protein disebut *proteinoplas*. Ada dua jenis plastida berwarna yaitu *kloroplas*, yang mengandung pigmen klorofil (hijau) dan *kromoplas*, yang mengandung pigmen yang lain, misalnya pigmen merah pada tomat.



Butir amilum kentang



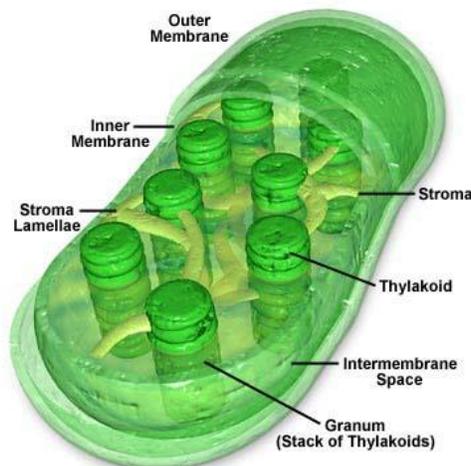
Butir amilum pisang

## Kloroplas

Kloroplas merupakan organel yang bertanggungjawab dalam absorpsi energi cahaya dan sintesis karbohidrat. Energi cahaya “ditangkap” kloroplas, diubah menjadi energi dalam bentuk karbohidrat dan sebagai awal rantai makanan di alam.

Ada dua tipe kloroplas yang berkaitan dengan dua tipe fotosintesis, fotosintesis C3 dan C4. Fotosintesis C3 mengkonversi CO<sub>2</sub> menjadi asam tiga karbon; sementara fotosintesis C4 memfiksasi CO<sub>2</sub> menjadi asam empat karbon.

Kloroplas tumbuhan C3 terdiri atas membran dua lapis, masing-masing membran tebalnya 50 Å. Membran luar tidak melekung, sebagai pembatas organela dan mengatur transpor materi antara cytoplasma dengan bagian dalam organela. Membran dalam sejajar dengan membran luar tetapi melipat ke dalam dan meluas. Membran dalam membentuk lembaran-lembaran sejajar satu sama lain disebut *lamella*. Lamela tersuspensi pada cairan granuler atau matriks yang disebut *stroma*. Pada umumnya lamella-lamela terorganisir membentuk kantung pipih yang disebut *tilakoid*. Tilakoid-tilakoid tersusun seperti tumpukan mata uang yang disebut *grana*, dengan diameter 300-600 nm. Satu kloroplas mengandung 40 -60 grana. Setiap granum memiliki 2-100 tilakoid. Seringkali sebagian tilakoid meluas secara radial ke stroma membentuk cabang-cabang, yang menghubungkan tilakoid dan grana dan dengan struktur lainnya, secara kolektif disebut *lamella stroma*.



Sumber : <http://www.daviddarling.info/images/chloroplast.jpg>

Kloroplas tumbuhan C4 secara umum sama dengan C3, dengan beberapa perbedaan. Kloroplas C4 memiliki sebuah retikulum perifer, berupa sekelompok tubula yang saling beranastomosa di sekitar perifer.

Kloroplas baru dihasilkan dari pembelahan kloroplas dewasa atau berkembang dari proplastida. Sel-sel pucuk muda mengandung 20-40 proplastida.

### **Mitokondria**

Mitokondria merupakan organela yang berperan dalam respirasi sel. Setiap mitokondria memiliki membran rangkap. Membran sebelah dalam menjulur ke arah dalam berupa lipatan-lipatan yang disebut *cristae*.

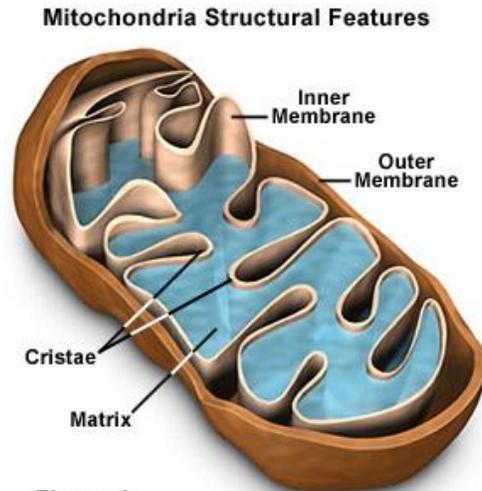


Figure 1

Sumber : <http://www.divulgon.com.ar/octubre05/imagenes/mitochondria.jpg>

### **Aparatus Golgi**

Aparatus golgi secara fisik tidak berhubungan langsung dengan RE, tetapi vesikel (turunan RE) membawa bahan-bahan dari RE ke apparatus golgi. Secara structural, apparatus golgi terdiri atas setumpuk (4-6) kantung pipih disebut *sisternae*, dikelilingi vesikel-vesikel. Vesikel dari RE berfusi dengan sisternae dikariosom. Bahan-bahan dari RE diproses pada sisternae, akhirnya melalui vesikel diangkut ke membran plasma atau kompartemen lain seperti vakuola.



Sumber : <http://www.rkm.com.au/CELL/organelles/organelleimages/golgi.jpg>

### **Vakuola Tumbuhan**

Vakuola tumbuhan bersifat khas, organela multifungsi, yang tidak ada padanannya pada sel hewan. Vakuola merupakan kompartemen terbesar pada sel

tumbuhan dewasa dan mencapai 90 % volume sel. Vakuola terpisah dari sitoplasma oleh membran yang disebut *tonoplas*. Sel-sel meristematis memiliki vakuola kecil-kecil. Sejalan dengan pertumbuhan sel, vakuola-vakuola kecil berfusi membentuk satu vakuola besar. Vakuola merupakan turunan dari jaringan membran apparatus golgi. Seiring dengan pembesaran vakuola, tonoplas meluas dengan vesikel-vesikel yang diturunkan dari RE dan apparatus golgi.

Vakuola memiliki banyak fungsi berbeda, tergantung tipe sel. Vakuola berperan dinamis dalam pertumbuhan dan perkembangan sel. Senyawa organik dan anorganik diakumulasi pada vakuola. Bahan-bahan terlarut mempengaruhi tekanan osmotik yang bertanggungjawab terhadap tekanan turgor yang diperlukan dalam pembentangan sel.

### **Sitoskeleton**

Sitoskeleton merupakan jaringan protein berbentuk filamen. Sitoskeleton ditemukan hampir pada semua sel eukariot. Fungsi utama sitoskeleton adalah menentukan bentuk sel, mengorganisasi sitoplasma, mengangkut struktur seluler seperti vesikel dan kromosom dan berperan dalam motilitas sel. Sitoskeleton tersusun atas tiga struktur filamen : mikrotubul, mikrofilamen, dan filamen intermediet. Mikrotubul tersusun dari tubulin, protein heterodimer. Mikrofilamen tersusun dari aktin. Sifat biokimiawi filamen intermediet belum diketahui.

### **Substansi Ergastik**

#### **Butir amilum**

Molekul rantai panjang yang simetris dan bersifat kristal. Pada butir amilum ini terbentuk lamella-lamela. Pusat pembentukan lamela disebut *hilum/hilus*. Berdasarkan letak hilumnya, butir amilum dikategorikan menjadi *consentris* (letak hilum di tengah) dan *eksentris* (letak hilum di tepi). Butir amilum biasanya pada jaringan parenkim, terutama pada organ penyimpanan seperti tuber, rhizoma, endosperm dan kotiledon. Amilum dibentuk dalam kloroplas, sehingga perlu dirombak dalam bentuk gula sebelum ditranspor ke bagian lain. Setelah sampai pada organ sasaran maka gula akan disintesis kembali pada amiloplas. Pati yang dikomersilkan antara lain berasal dari sagu, kentang, gandum, padi, jagung dan singkong.

#### **Protein**

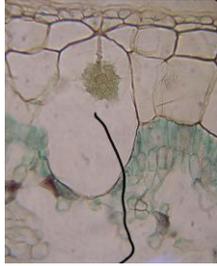
Protein amorf/kristal berupa butir-butir aleuron, terdapat pada biji, endosperm (misal pada lapisan luar endosperm sereal), embrio dan tuber. Butir aleuron akan berwarna kuning dengan pewarna asam pikrat dengan alkohol, dan berwarna coklat dengan pewarna yod dalam KI. Protein disintesis pada ribosom pada RE, di sekresikan ke vakuola sel.

#### **Lemak dan minyak**

Lemak bersifat padat, sementara minyak bersifat cair. Pada jaringan misal pada biji-bijian berupa *tetes-tetes lemak*. Lemak dan minyak dibentuk pada elaioplas atau sferosom. Dibentuk pada endosperm biji atau lapisan tertentu (lapisan kedua di bawah epidermis) atau jaringan sekretori.

#### **Kristal**

Kristal yang sering ditemukan pada tumbuhan antara lain garam kalsium berupa kalsium oksalat dan kalsium karbonat.



Kristal Kalsium Karbonat

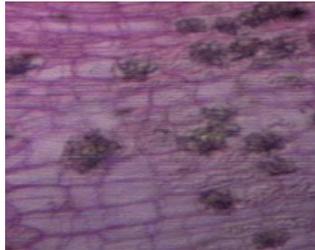
Beragam bentuk Kalsium oksalat :

**a. Prisma**

*Kristal prismatic ditemukan pada daun Hyoscyamus niger dan Vicia sativa pada floem Quillaia saponira*

**b. Druse**

Ditemukan pada rhizoma *Rheum raphaniticum* *Datura stramonium*



**c. Roset**

Ditemukan pada butir aleuron biji Umbellifera.

**d. Rafida**

*bentuk seperti jarum yang berkelompok ditemukan pada bulbus Scilla urginea dan petal Impatien*

**e. Pasir**

berukuran sangat kecil ditemukan pada Solanaceae dan *Atropa belladonna*