

## BAB 1

### KOMPONEN PENYUSUN SEL TUMBUHAN

Tubuh tumbuhan terdiri dari satuan yang dikenal secara morfologis yaitu sel, yang masing-masing diselubungi oleh dinding sel dan melekat pada sel lain dengan adanya perekat antar sel. Kumpulan sel seperti itu dikenali berkelompok secara berbeda dari segi struktur dan fungsinya, kelompok sel seperti itu disebut jaringan. Variasi struktural jaringan berdasarkan kepada perbedaan sel penyusunnya, ada jaringan yang bersifat sederhana karena tersusun oleh satu macam sel dan ada jaringan yang bersifat kompleks karena terdiri dari lebih dari satu tipe sel.

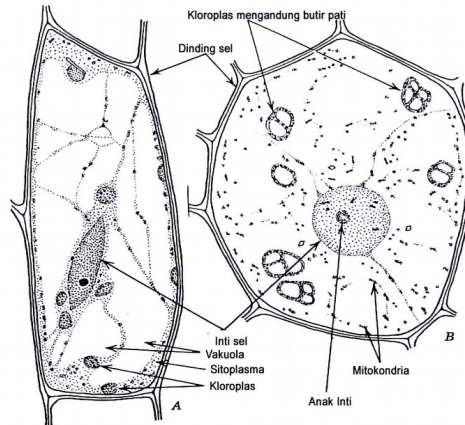
Organisasi tumbuhan dapat ditinjau dari berbagai taraf, yang paling dasar adalah makromolekul seperti protein, asam nukleat, dan karbohidrat. Makromolekul dirakit menjadi bagian sel yang disebut organel seperti nukleus, plastida, dan mitokondria. Sel berkelompok secara teratur menjadi jaringan, dan berbagai jaringan membentuk organ. Semua organ bersama-sama membentuk tumbuhan utuh. Jadi sel dianggap sebagai satuan fungsi organik terkecil dalam tumbuhan. Sel tumbuhan dibatasi oleh dinding sel dan di sebelah dalamnya terdapat zat tempat berlangsungnya reaksi kimia yang diperlukan untuk kehidupan sel, zat itu disebut **protoplas (protoplasma)**. Dengan demikian sel tumbuhan dapat dibagi menjadi (1) **protoplas**, yakni seluruh bagian dalam sel, dan (2) **dinding sel** yang mengelilinginya.

#### A. PROTOPLAS

Protoplas terbangun dari fasa cairan yang bersifat koloid, yang dikenal sebagai sitoplasma. Bagian dalam sitoplasma secara morfologi dapat dibedakan menjadi beberapa sistem membran, seperti retikulum endoplasma dan badan golgi serta nukleus, mitokondria dan juga plastida.

Komponen protoplasmik dapat dibedakan atas **sitoplasma** dan **nukleus**. Sitoplasma meliputi *retikulum endoplasma*, *mitokondria*, *plastida*, *diktiosom*, *mikrobodi*, *ribosom*, *sferosom*, *mikrotubul*, *mikrofilamen*. Sedangkan komponen non protoplasmik terdiri atas **vakuola** dan **zat ergastik** atau inklusi.

Gambar 1.1.  
Komponen-komponen sel tumbuhan. (A) Sel dari tangkai daun bit-gula. (B) Sel dari



## 1. SITOPLASMA

Sitoplasma merupakan substansi yang hidup, bening, transparan, lebih kental dari air, kemampuannya membiaskan cahaya tidak terlalu berbeda, sehingga tak terlihat nyata. Dalam arti luas, istilah sitoplasma dipakai sebagai zat protoplasma yang mengelilingi inti dan organel lain. Secara ultra struktur, sitoplasma terdiri dari 3 bagian, dari luar ke dalam, yakni (1) **plasmolema (plasmoderma, ektoplasma)**, adalah bagian sitoplasma yang berbatasan dengan dinding sel. (2) **polioplasmata**, disebelah dalam plasmolema, yang mengandung butir-butir halus (mikrosoma) terdiri dari tetesan-tetesan minyak, air atau kristal-kristal kecil, (3) **tonoplasma**, membran vakuoler merupakan bagian sitoplasma yang berbatasan dengan vakuola. Membran sitoplasma yakni plasmolema dan tonoplasma bersifat semipermeabel dan merupakan membran tunggal.

Gerakan plasma dapat diamati di daerah polioplasmata, ada 2 macam gerakan plasma atau siklosis, yaitu gerak **sirkulasi** dan gerak **rotasi**. Gerak sirkulasi terlihat sebagai gerak beredar di sekeliling vakuola kecil, biasanya pada sel yang masih muda, sedang gerak rotasi terlihat sebagai gerak berputar mengelilingi vakuola sentral, pada sel dewasa.

Susunan kimiawi sitoplasma terdiri dari karbon 20%, oksigen 62%, hydrogen 10%, dan nitrogen 3%, sisanya 5% terdiri dari unsur-unsur lain, seperti Ca, Fe, Mg, Cl, K, P dan S. Juga ditemukan dalam jumlah sedikit sekali Bo, Cu, Fl, Mn dan Si. Semua unsure itu ditemukan dalam bentuk ion atau melekat pada molekul karbon. Zat organik penting yang ada dalam sitoplasma adalah karbohidrat, lemak dan protein. Pada beberapa sel khusus dijumpai berbagai zat seperti pigmen, lateks, alkaloid, vitamin, hormon dan antibiotika.

## 2. RETIKULUM ENDOPLASMA

Di dalam sitoplasma retikulum endoplasma terlihat sebagai jalinan struktur membran yang dibangun oleh lipid dan protein serta membentuk sistem pipa halus yang beranastomosis. Jika ribosom melekat pada retikulum endoplasma, maka disebut retikulum endoplasma kasar atau berbutir. Bila tidak ada ribosom, disebut retikulum endoplasma halus atau licin. Adanya ribosom pada retikulum endoplasma berarti terlibat dalam sintesis protein, selain itu retikulum endoplasma terlibat dalam pengangkutan dalam sel yaitu mengangkut bahan yang disekresikan. Sisterna retikulum endoplasma dapat melebar dan menghimpun protein dan senyawa lain. Dengan cara melebarkan diri sisterna atau vesikula yang berupa kantung kecil pada retikulum endoplasma akan membentuk vakuola.

## 3. MITOKONDRIA

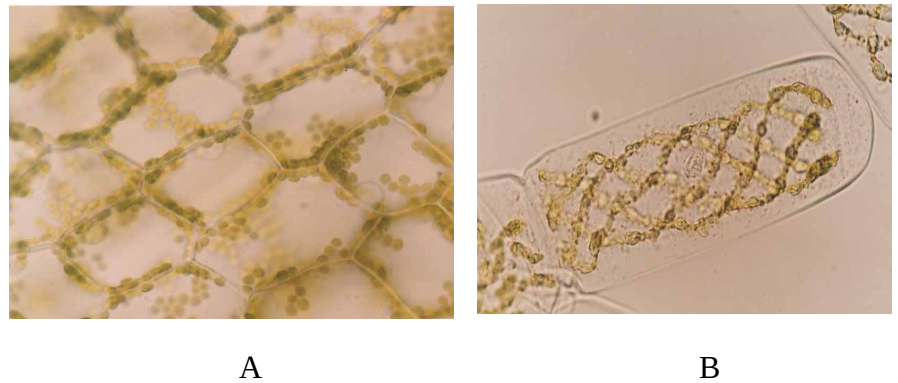
Dengan mikroskop cahaya mitokondria dapat dilihat bila sel diwarnai dengan Janus Green. Secara ultrastruktur, mitokondria terlihat dalam bermacam bentuk seperti bulat, memanjang, dan kadang-kadang bercuping. Mitokondria merupakan organel dengan membran ganda, membran sebelah dalam membentuk tonjolan dengan lipatan-lipatan yang disebut **kristae**, ke arah stroma, yang merupakan bahan dasar mitokondria, terutama terdiri dari protein. Dalam mitokondria sering ditemukan ribosom dengan ukuran lebih kecil. Fungsi mitokondria dalam respirasi aerob dan memasok ATP sebagai sumber energi bagi sel. Selain itu mitokondria terlibat dalam metabolisme zat antara. Mitokondria terbentuk dengan cara pembelahan.

## 4. PLASTIDA

Plastida merupakan organela kecil-kecil yang tersusun oleh zat putih telur yang mempunyai struktur dan fungsi spesifik. Bentuk awal plastida disebut **proplastida** atau **archiplas**. Plastida ini mampu membelah, tumbuh dan berdiferensiasi menjadi berbagai bentuk. Berdasarkan warnanya, dibedakan atas plastida yang tak berwarna yaitu **leukoplas** dan plastida berwarna atau **kromatofora**. Pada daun, plastida didapati dalam bentuk kloroplas dan pada buah yang masak dijumpai kromoplas yang membawa warna kemerahan. Pada umbi, jaringannya mengandung plastida tak berwarna yang dapat membentuk butir pati, disebut **amiloplas**, sedangkan bila leukoplas membentuk minyak atau lemak disebut **elaioplas**, misalnya pada epidermis daun Vanilla. Bila leukoplas

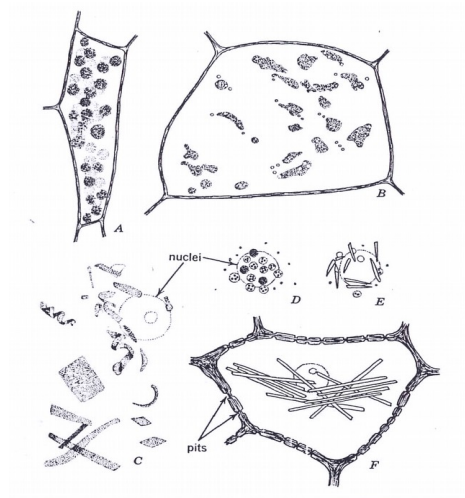
membentuk protein maka disebut proteoplas atau proteinoplas. **Kloroplas** pada umumnya berbentuk seperti lensa, kadang-kadang ada yang berbentuk bintang, spiral (pada *Zygnema* dan *Spirogyra*).

Gambar 1.2.  
Kloroplas dalam sel daun *Elodea* (A) berbentuk lensa dan kloroplas pada sel ganggang *Spirogyra* (B) berbentuk spiral



Di dalam kloroplas terdapat klorofil atau zat hijau daun dan juga kelompok zat warna karotenoid yang terdiri dari karoten dan xantofil. Kloroplas berfungsi dalam fotosintesis dan juga berfungsi dalam pembentukan pati dari karbohidrat terlarut hasil fotosintesis serta melarutkannya kembali. Warna kuning, jingga sampai merah pada kromoplas disebabkan adanya kandungan karotenoid. Kromoplas berasal dari proplastida atau perubahan dari kloroplas. Diferensiasi kromoplas disebabkan sintesis pigmen *karoten* (seperti pada wortel) atau *likopen* (seperti pada tomat). Pigmen dalam kromoplas disimpan dalam globula (seperti pada jeruk), atau berkumpul dalam fibril protein dalam jumlah banyak (pada cabe merah), atau dalam bentuk kristaloid. Pada tomat, perkembangan likopen berbentuk kristal berkaitan dengan membran tilakoid. Kristaloid karoten pada wortel dibentuk sewaktu struktur dalam plastida rusak dan tetap berhubungan dengan selubung lipoprotein. Kadang-kadang kromoplas dapat berubah menjadi kloroplas. Pigmen karoten hilang dan tilakoid yang membentuk klorofil berkembang dalam plastida. Tidak semua warna yang ada pada tumbuhan disebabkan oleh plastida karena ada pigmen lain yang terdapat dalam vakuola seperti *antosian* dan *flavon*.

Gambar 1.3.  
Kromoplas (A, B, D) dan tubuh pigmen yang berkaitan (C, E, F).  
A dari petal *Calendula*, B dari buah *Pyracantha*, C dari akar *Daucus* (wortel), D, E, F, dari



Diktiosom pada sel hewan dinamakan badan Golgi. Terdiri dari tumpukan kecil vesikula pipih dengan tepi yang tidak rata, karena terdiri dari tubula yang saling berhubungan seperti jala. Fungsi diktiosom memproses bahan melalui sel atau keluar sel. Vesikula yang berasal dari retikulum endoplasma berkumpul pada satu sisi diktiosom kemudian menyatu membentuk vesikula baru bagi diktiosom. Sewaktu bahan dalam vesikula diproses, dengan menambahkan gula kepada protein, vesikula lain dibentuk di sebelahnya. Secara serempak vesikula yang telah masak akan dilepaskan di sisi yang berhadapan dan bergerak menjauh membawa bahan yang telah diproses. Fungsi utama vesikula yang diproses dalam diktiosom adalah dalam sekresi karbohidrat seperti nektar, bahan dinding sel, lendir atau ikatan gula-protein (glikoprotein). Diktiosom pada sel tumbuhan tidak saling berhubungan, sedang pada sel hewan bergerombol.

## **6. SFEROSOM DAN MIKROBODI**

Sferosom merupakan badan-badan kecil berdiameter sekitar 1,0  $\mu\text{m}$ , bermembran tunggal dan berisi enzim untuk sintesis minyak dan lemak. Dapat dianggap sebagai derivat dari retikulum endoplasma (Robards, 1970). Mikrobodi serupa dengan sferosom, juga memiliki membran tunggal. pada mikrobodi tampak adanya bagian yang bergranular dan kadang-kadang dijumpai adanya kristal. Beberapa mikrobodi berperan penting dalam fotorespirasi sementara yang lain mengandung enzim yang diperlukan untuk mengubah lemak menjadi karbohidrat selama perkecambahan biji.

### **Mikrotubul**

Mikrotubul tumbuhan berupa tabung pipih yang panjangnya tak terbatas, biasanya berupa benang-benang dengan diameter 25 nm. Merupakan penyusun sel-sel eukariotik yang ditemukan tahun 1963 oleh Ledbetter dan Porter, yang menunjukkan bahwa mikrotubul tersusun dari subunit protein sferical, yang merupakan dimertubulin alfa dan beta, membentuk lingkaran tersusun dari 13 subunit bila diamati pada sayatan melintang. Mikrotubul bertambah di bagian ujungnya dengan cara membentuk polimer tubulin dimernya, dan panjangnya bisa mencapai 1000 kali dari ketebalannya. Mikrotubul sering kali dijumpai di bagian tepi dari protoplasma sel. Mikrotubul juga menyusun spindle pada pembelahan sel. Mikrotubul yang menyusun spindle inti berukuran lebih kecil, dengan diameter sekitar 20 nm (Robards, 1970). Di bagian dinding sel yang tumbuh dan terbentuk

mikrofibril selulosa, mikrotubul ditemukan di bawah membran plasma, dan tersusun paralel dengan mikrofibril yang baru dibentuk. Tampaknya mikrotubul berperan menendalikan orientasi mikrobibril selulose yang baru disintesis.

### **Mikrofilamen Aktin**

Merupakan filamen protein yang kecil, panjang, dengan diameter 8 nm. Umumnya ditemukan berasosiasi dengan mikrotubul dan juga dengan retikulum endoplasmik tubuler di bagian tepi protoplasma. Interaksi aktif dengan miosin organel-organel sel menimbulkan pergerakan dari organet-organel tersebut sepanjang mikrofilamen aktin atau ikatan dari mikrofilamen aktin (Williamson, 1993). Pada sel-sel alga *Nitella*, dijumpai RE di bagian tepi sitoplasma, dimana terjadi pergerakan sitoplasma, tampak ER tersebut bergerak sepanjang berkas mikrofilamen aktin (disebut kabel aktin), yang tampaknya merupakan gerakan yang dihasilkan dari pergerakan sitoplasmik ke bagian dalam sel.

### **Sitoskeleton**

Mikrotubul dan mikrofilamen aktin membentuk suatu kompleks melalui suatu interaksi dan membangun jaringan yang hidup serta dinamis, yang dikenal sebagai sitoskeleton. Interaksi antara komponen sitoskeleton berperan penting dalam fungsi sel. Salah satu fungsi penting tersebut adalah kajian terhadap gerakan organel-organel sel, misalnya pergerakan mitokondria dan badan golgi di dalam ujung sel yang tumbuh seperti rambut akar dan tabung polen. Bagian lain yang menarik adalah pergerakan vesikel golgi yang berisi kompleks selulose sintetase, termasuk enzim-enzim untuk membentuk mikrofibril selulose, yaitu di tempat pembentukan dinding sel. Pergerakan tersebut adalah pergerakan intra sel atau disebut lalu lintas organel atau vesikel. Pergerakan tersebut tergantung pada mikrofibril aktin dan penggerak miosin. Pada kompleks selulase sintetase di membran plasma secara khusus berasosiasi dengan mikrotubul dan memandu atau mengarahkan posisi mikrofibril selulosa yang dibentuk (Pederez, et al., 2006). Mikrotubul berperan dalam mengendalikan orientasi mikrotubul selulose.

Kajian yang telah banyak dilakukan terfokus pada peran sitoskeleton terhadap pergerakan organel, sintesis selulose, dan pembentukan dinding sel. Fokus kajian lain tentang peran sitoskeleton adalah perannya pada tanggapan terhadap grafitasi, yang diatur melalui jalur signaling melalui respon hormonal tumbuhan terhadap input sensori dari

lingkungan eksternal (rendahnya temperatur, pengaruh patogen, tekanan osmotik, dan lain-lain), dan pengendalian morfogenesis sel (perkembangan bentuk-bentuk sel) diantara sel-sel yang lain. Hal yang juga sangat penting adalah proses pengendalian dan pengaturan sitoskeleton, yang ternyata pengaturan dan aktivitas mikrotubul dan mikrofilamen aktin itu sendiri diatur secara hormonal dan signal-signal dari lingkungan.

## 7. INTI SEL

Inti sel merupakan organela yang relatif besar, teramati dengan mikroskop cahaya. Bentuknya bulat seperti cakram, ada juga yang oval, fusiform atau seperti benang. Inti sel atau nukleus atau karion, dikelilingi membran inti dan mengandung cairan inti (kariolimfe, nukleoplasma, karioplasma). Dalam cairan inti terdapat kromosom yang terdiri dari asam deoksiribonukleat (ADN) dan protein. Anak inti (nukleolus) ditemukan di dalam inti.

Gambar 1.4.

Sel epidermis umbi lapis *Allium cepa* (bawang merah). Inti sel nampak jelas. Sitoplasma tipis menempel pada dinding sel. Vakuola sentral terisi pigmen vakuoler memenuhi seluruh sel.



## B. VAKUOLA

Vakuola adalah daerah pada sel yang dibungkus oleh membran perabel yang dikenal sebagai tonoplas. Pada sel-sel yang belum dewasa umumnya memiliki banyak vakuola yang berukuran kecil, selanjutnya akan berfusi membentuk satu vakuola besar saat sel dewasa. Sebagai konsekuensinya sitoplasma yang didalamnya terdapat organel-organel sel, retikulum endoplasma, dan komponen sitoskeleton menjadi tertahan di bagian tepi sel, yaitu sekitar 10 % dari volume total sel.

Vakuola mengandung air, senyawa terlarut seperti pigmen-pigmen, garam, gula dan senyawa seperti kalsium oksalat dalam bentuk kristal. Cairan vakuola terutama terdiri dari air, dan zat-zat terlarut di dalamnya, seperti asam-asam anorganik dan organik, karbohidrat, protein, lipid, tanin, alkaloid, hars pada pohon Pinus, minyak atsiri dan pigmen

vakuoler. Salah satu fungsi terpenting vakuola adalah mengatur keseimbangan air dalam sel. Asam-asam anorganik dan organik dalam cairan vakuola umumnya asam oksalat, asam sitrat atau asam silikat. Garam K, Mg, dan Ca berikatan dengan asam-asam tersebut. Karbohidrat ditemukan dalam bentuk glukosa, sakarosa, maltosa atau fruktosa. Amilum tidak ditemukan dalam vakuola tetapi dalam sitoplasma. Protein merupakan makanan cadangan terutama pada vakuola sel biji-bijian. Ketika vakuola mengering, protein mengendap dalam vakuola atau di batas luar vakuola. Struktur yang nampak membulat itu sebenarnya vakuola yang mengering dan disebut butir aleuron.

Tanin merupakan ikatan gula (glikosida) dengan asam galat, suatu zat penyamak, seperti ditemukan pada tanaman gambir. Tanin terdapat pada vakuola sel didalam kulit kayu, atau sel berantosianin. Alkaloid merupakan basa yang mengandung unsur nitrogen. Pada kopi disebut kafein, kokain pada *Erythoxylon coca*, nikotin pada tembakau, kinin pada kina, teobromin pada coklat, papain pada papaya, kapsein pada lombok, solanin pada terung. Minyak atsiri atau minyak eteris adalah minyak yang mudah menguap, terdapat dalam buah lombok, jeruk, daun kayu putih.

Pigmen vakuoler adalah **flavonoid** yakni antosian dan flavon, yang terlarut dalam cairan vakuola. Pigmen ini menyebabkan warna pada bunga, dan buah. Warna jingga, merah, ungu dan biru berasal dari antosian. Umumnya terdapat dalam vakuola sel epidermis. Flavon atau flavonol merupakan senyawa yang mengakibatkan penampakan kuning muda atau krem pada mahkota bunga. Warna mahkota bunga atau buah seringkali merupakan gabungan dari beberapa pigmen. Kromoplas ditemukan bersama-sama antosian dan flavon. Warna putih pada mahkota bunga diakibatkan pantulan cahaya dari mahkota bunga yang tampak buram (opaque) disebabkan adanya ruang antarsel yang terisi udara.

Vakuola juga berfungsi dalam pertumbuhan sel., mensekresikan proton yang melemahkan dinding sel. Bersamaan dengan peristiwa itu, vakuola menyerap air dengan cepat, sehingga membengkak menekan tonoplas dan sitoplasma ke dinding serta mengakibatkan tekanan turgor kepadanya untuk meregangkan dinding sehingga ukurannya bertambah besar. Demikianlah mekanisme pertumbuhan pada tanaman. Vakuola juga berfungsi sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan. Penyimpanan ini bersifat aktif artinya sebagai tempat penyimpanan sementara, yang bila diperlukan maka zat yang disimpan dalam diserap kembali ke sitoplasma untuk digunakan. (misalnya kalsium).



Vakuola juga memerankan fungsi hidrolitik. Sebagai contoh pada kotiledon embrio beberapa takson tumbuhan, butir-butir protein berkembang di dalam vakuola-vakuola kecil. Saat proses pencernaan butir-butir protein, vakuola berfusi membentuk vakuola yang lebih besar. Hal khusus yang menarik adalah beberapa vakuola bergabung dengan organel-organel sel, yaitu mitokondria, ribosom dan plastida. Hal tersebut terjadi bila tonoplas mengalami invaginasi dan organel yang berada di dekatnya menjadi tertutup dalam vesikel yang tersusun oleh membran vakuola. Setelah lisis organel-organel yang tertutup membran menjadi hilang. Komponen molekul organel-organel dapat didaur ulang di dalam sel. Hal tersebut adalah suatu fungsi yang dapat dibandingkan dengan lisosom pada sel hewan.

### C. ZAT ERGASTIK

Zat ergastik atau inklusi meliputi amilum atau pati, aleuron, bermacam-macam kristal dan tubuh silika atau stigmata. Semula zat ini dianggap sebagai hasil metabolisme yang tidak terpakai atau cadangan makanan. Ternyata zat ini memiliki keuntungan selektif karena membuat tanaman tidak enak dimakan sebab rasanya pahit atau memiliki bau tidak enak sehingga tidak dimakan oleh pemangsa. Adanya kristal, juga dapat mencegah serangga memakan dan bertelur di atasnya.

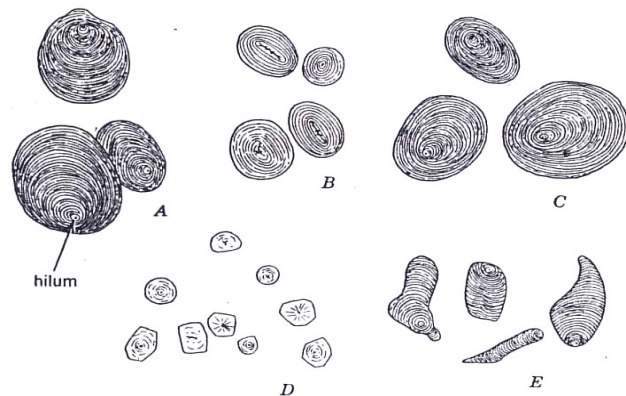
#### 1. AMILUM

Amilum atau pati pertama kali dibentuk dalam kloroplas dan disebut **tepung asimilasi**. Butir tepung asimilasi ini terurai untuk diangkut dalam bentuk gula ke jaringan penyimpanan makanan yang akan disintesis kembali dalam amiloplas. Amilum yang dibentuk disebut **tepung cadangan**. Bila dalam perjalanan sebelum sampai pada tempat penyimpanan sintesis sudah berlangsung, maka tepung yang dibentuk disebut **tepung transitoris**. Butir amilum yang cukup besar menunjukkan adanya lapisan-lapisan yang mengelilingi sebuah titik ditengah atau di tepi butiran. Titik awal terbentuknya amilum itu disebut **hilum** atau **hilus**. Lapisan dapat nampak karena peletakan molekul yang lebih padat di awal pembentukan dan secara bertahap menjadi lebih renggang di sebelah luar. Hal itu menyebabkan perbedaan kadar air yang terkandung di dalamnya. Akibatnya terdapat perbedaan indeks bias karena taraf kepadatan yang berbeda, sehingga nampak se akan-akan ada lapisan –lapisan atau lamella. Butir amilum dengan hilum di tengah disebut butir **tepung konsentris**, sedangkan butir eksentris adalah butir tepung yang letak hilumnya di tepi. Setiap butir tepung memiliki satu titik awal atau hilum, ini adalah butir **tepung tunggal**

atau **monoadelfus**. Jika plastida membentuk lebih dari satu butir pati, maka butiran tersebut akan saling menyentuh dan membentuk butir **tepung majemuk** atau **poliadelfus**, seperti pada padi, gandum dan ketan. Butir tepung setengah majemuk dijumpai pada kentang, bila dua butir tepung disatukan oleh lamela bersama. Posisi hilum, bentuk dan ukuran butir serta sifat butir tepung memungkinkan identifikasi species tumbuhan penghasil butir tepung yang bersangkutan.

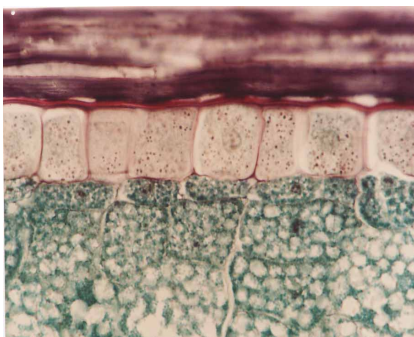
Gambar 1.5.

Butir-butir amilum pada berbagai organ dan tanaman. A akar dari *Maranta* (ararut), B *Phaseolus* (biji kacang), C *Solanum* (umbi kentang), D *Zea* (biji jagung), E *Musa* (buah pisang). (dari Esau, 1972)

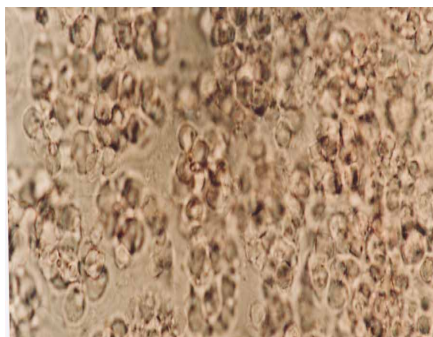


## 2. ALEURON

Butir aleuron yang besar dapat ditemukan dalam endosperm biji jarak. Di dalamnya selain protein amorf juga ditemukan kristaloid protein yang berbentuk segi banyak. Sering dijumpai pula tubuh bulat yakni globoid yang mengandung fitin, yakni garam Ca dan Mg dari asam heksafosformesoinosit. Pada biji serealia. di lapisan terluar endosperm terdapat butir aleuron, karenanya lapisan terluar ini disebut lapisan aleuron. Pada proses pembuatan tepung seringkali lapisan ini dihilangkan, padahal seperti pada padi, lapisan ini banyak mengandung vitamin B-1 (aneurin) yang merupakan vitamin anti beri-beri.



A



B

Gambar 1.6.

Butir aleuron dalam sel tumbuhan. (A) pada biji jagung, lapisan aleuron terdapat di luar endosperm di bawah spermoderm. (B) butir aleuron dengan kristaloid dan globoid pada endosperm *Ricinus* (jarak).

### 3. BERMACAM-MACAM KRISTAL

Berbagai bentuk kristal ditemukan dalam sel tumbuhan, sebagian besar di dalam vakuola sel, namun ada juga yang tertanam dalam dinding sel. Kristal oksalat yang paling banyak ditemukan, sedangkan kalsium karbonat dan kalsium malat hanya ada pada jenis tanaman tertentu. Berbagai macam bentuk kristal oksalat dapat dilihat pada gambar.

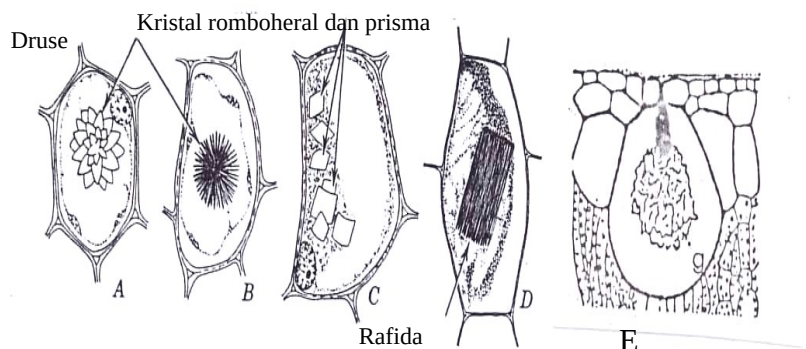
Kristal pasir adalah kristal berbentuk prisma kecil, ditemukan dalam jumlah yang banyak seperti pada sel-sel batang *Sambucus nigra*, tangkai daun bayam (*Amaranthus sp.*). Kristal rafida berbentuk jarum, panjang, runcing kedua ujungnya. Biasanya terhinipun dalam berkas, seringkali pula terlepas satu sama lain. Contohnya dapat dijumpai pada daun nenas, tangkai daun bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*), daun dan batang pacar air (*Impatiens balsamina*). Sel yang mengandung rafida bentuknya seringkali sama dengan sel lain disekelilingnya, jadi bukan idioblas yang merupakan sel khusus sehingga berbeda struktur dengan sel disekitarnya.

Kristal berbentuk rhomboid atau prisma. Berbentuk soliter seperti pada sel daun jeruk (*Citrus*), *Begonia*, dan *Vicia sativa*. Bila berupa agregat kristal prisma itu disebut druse, merupakan kristal dengan ujung-ujung yang runcing dan keseluruhannya berbentuk bundar, sehingga dalam satu sel terdapat satu druse. Ditemukan pada tangkai daun *Begonia*, daun *Oleander*, daun *Datura stramonium*, umbi talas (*Colocasia esculenta*).

Kristal kalsium karbonat ditemukan dalam bentuk sistolit pada keluarga *Moraceae*, *Acanthaceae*, *Cucurbitaceae* dan *Urticaceae*. Sistolit adalah kristal yang dibentuk berupa penonjolan kearah dalam sel dari dinding ke lumen sel. Bagian yang menonjol seakan-akan tangkai terdiri dari selulose sedangkan sistolit yang terdiri dari kalsium karbonat di tempatkan pada ujung tangkai sehingga berbentuk seperti sekelompok buah anggur, atau sarang lebah atau buah murbei. Sel yang mengandung sistolit ini ikut berkembang sehingga berbeda dengan sel didekatnya dan disebut litosis.

Gambar 1.7.

Sel-sel yang memiliki berbagai tipe kristal. A, B, druse pada korteks *Gnetum gnemon* (melinjo). C kristal bentuk prisma dan rhombohedral pada korteks *Gnetum indicum*. D kristal jarum/ rafida pada daun *Vitis vinifera* (anggur), E kristal sistolit pada epidermis daun *Ficus*. (dari Esau, 1972)



Ada atau tidaknya kristal merupakan sifat yang dapat dipakai untuk mempelajari kekerabatan antara species tumbuhan. Penyebaran kristal dalam tubuh tumbuhan tidak acak, melainkan pada daerah khusus seperti pada hipodermis, dekat ikatan pembuluh, tersusun dalam deretan memanjang.

#### 4. STEGMATA

Stegmata atau tubuh silika merupakan pengendapan oksida silikon, kebanyakan terdapat pada monokotil. Bentuknya amat khas pada tanaman dalam satu genus atau famili. Pada *Palmae* berbentuk seperti topi, pada *Heliconia* seperti bujur sangkar, pada *Zingiberaceae* seperti pasir, pada *Cyperaceae* seperti kerucut dan pada *Poaceae* amorf. Pada *Poaceae* dan *Cyperaceae* disebut tubuh silika, sedangkan pada famili yang lain disebut stegma (tunggal). Letaknya tidak acak, seringkali hanya ada pada epidermis atau pada jaringan tepat di luar jaringan pembuluh, atau di dalam dinding sel. Karena sifat khusus ini maka keberadaan stegmata dan tubuh silika dapat digunakan sebagai ciri dalam taksonomi.