

STRUKTUR DAN FUNGSI TANAMAN

Sumber : Pengantar Agronomi (Sri Setyati Harijadi)

Tanaman berbunga (Angiospermae) menunjukkan ukuran dan struktur yang sangat beraneka ragam. Bagian-bagian-batang, daun, akar, bunga, buah, dan biji-menunjukkan modifikasi yang ekstrem. Walaupun banyak struktur sangat berbeda dari luaran (misal: akar udara pada anggrek dan umbi akar pada ubi jalar) dapat ditunjukkan yang mempunyai fungsi dan morfologi. Uraian ini akan memberikan keseimbangan antara perbedaan umum yang menekankan persamaan struktur dan fungsi di antara berbagai tanaman yang berbeda-beda, dengan tekanan khusus pada perbedaan-perbedaan yang membedakan tanaman secara tersendiri.

5.1 Sel dan Komponennya

Seperti halnya pada hewan, satuan struktur dari tanaman adalah sel. *Sitologi, ilmu yang mempelajari sel-sel, berurusan dengan pengorganisasian, struktur, dan fungsi sel.* Konsep bahwa sel merupakan satuan dasar dari semua benda hidup masih diterima oleh ahli-ahli biologi sebagai dogma. Organisme bersel banyak yang kompleks merupakan kumpulan sel-sel hidup dan mati yang terintegrasi. Akan tetapi sinkronisasi dan koordinasi yang tinggi tingkatannya secara total dalam organisme tersebut menciptakan suatu kesatuan yang lebih tinggi pengaruhnya daripada jumlah masing-masing bagian tersebut.

Sel tanaman bervariasi bentuknya, dari yang berbentuk bola, poli hedra, seperti amuba sampai yang berbentuk tabung. Umumnya berukuran 0,025-0,25 mm, tetapi beberapa berupa serabut hingga sepanjang 60 cm. Di bawah mikroskop biasa, komponen yang paling nyata adalah inti (*nucleus*) yang terwarnai tebal, dan dinding sel yang mengelilingi sitoplasma. Sitoplasma mengandung

sejumlah struktur tubuh atau disebut **organel**, seperti **plastid**, **mitokondria**, **vakuola**, dan berbagai kesatuan kesatuan, seperti **kristal butir-butir pati** dan tetes an minyak. Sering dibedakan antara zat-zat hidup dan yang tidak hidup dalam sel, tetapi perbedaan demikian tidak banyak berarti.

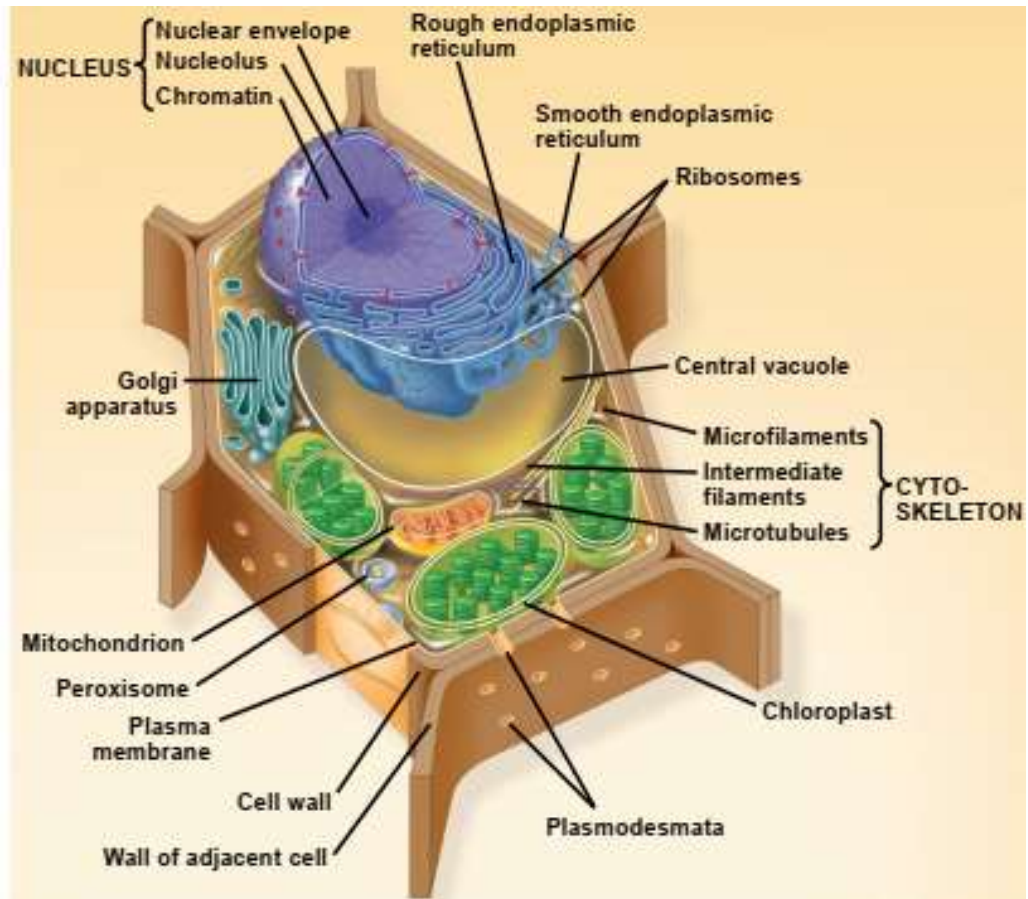
Sitoplasma

Sitoplasma-sering secara kurang tepat disebut protoplasma-ada- zat yang sangat kompleks baik secara fisik maupun kimia. Terdiri dari 85-90 persen air (menurut bobot segar); sisanya 10-15 persen terdiri dari zat-zat organik dan anorganik baik yang terlarut (garam dan karbohidrat) maupun yang dalam keadaan koloid (protein dan file). Kegiatan fisiologi berlangsung dalam sitoplasma. Sitoplasma dikelilingi **membran plasma**, yang berada di luar dinding sel. Dinding sedikit bersifat **permeable** terhadap semua zat terlarut dan pelarut, sedangkan membran plasma bersifat **semipermeable**. Membran plasma ini terbuat dari lipoprotein yang membuat keelastisan dan permeabilitas tinggi terhadap zat lemak. Mikro-skop elektron telah mengungkapkan bahwa membran plasma tidak hanya terbatas pada sel, tetapi memiliki pembatasan struktur. Rupa-nya sel dapat ditembus oleh membran dalam, yang bersama membran luar, yang dapat membentuk sistem yang disebut **retikulum endoplasmik**.

Inti Sel (Nucleus)

Inti sel adalah suatu bentuk tubuh bola, tebal, dan terletak di dalam sitoplasma. Pada pewarnaan sel, inti sel selalu berwarna paling mencolok. Pada hakikatnya, inti pengendalian sel karena mengandung kromosom (chromo = berwarna; soma = tubuh). **Kromosom** mengandung DNA (**deoxyribonucleicacid = asam deoksiri- bonukleat**) yang bertalian dengan protein. Pengaturan DNA berisi informasi genetik, agak analog dengan kartu-kartu punch pada komputer elektronik. Informasi tersebut dalam inti sel direlai ke sitoplasma dalam bentuk

RNA (ribonucleic acid = asam ribonukleat), suatu zat serupa DNA. Informasi yang terkandung dalam DNA memengaruhi mesin-mesin dalam pengaturannya pada sintesis protein. Lokasi yang sebenarnya dari sintesis tidak berlangsung pada inti, tetapi pada partikel kecil dalam sitoplasma yang disebut **ribosom**.



Sumber: Biology, Neil Campbell and Jane Reece

Informasi yang terkandung dalam DNA merupakan dasar tugas-tugas fisiologi sel dan menentukan wajah morfologi dan metabolisme organisme. DNA ini merupakan bagian penting dari jembatan keturunan antar generasi.

Dinding Sel

Salah satu struktur yang membedakan tanaman dari sel hewan, biasanya disangka merupakan hasil atau sekresi dari sitoplasma. Dinding sel tanaman

terdiri dari tiga komponen dasar: selulosa, lignin, dan persenyawaan pektik. **Selulosa** dan sejumlah persenyawaan yang berhubungan seperti **hemiselulosa** membentuk lapisan teguh dari dinding sel. Persenyawaan ini pada dasarnya adalah satuan rantai panjang bercabang dari gula (polisakarida). **Hemiselulosa** dekat dengan selulosa, tetapi berisi komponen gula dan bukan gula. **Lignin** tersusun dari campuran kompleks dari persenyawaan-persenyawaan sejenis polimer asam fenolik. Lignifikasi yaitu penumpukan lignin yang memperkeras dinding selulosa menjadi tidak elastik dan merupakan bahan yang tahan terhadap dekomposisi mikroba. Persenyawaan pektik adalah polimer dari asam galakturonik yang dapat larut dalam air dan bersama air membentuk **sol** dan **gel**. Zat pektik yang terkenal adalah yang dipakai untuk memadatkan selai dan jeli.

Dinding sel terbentuk dari beberapa lapisan yang nyata dan tebalnya sangat bervariasi menurut umur dan tipe.

1. Lamela tengah, yang merupakan bahan bersifat pektin (sifat berlendir dari buah busuk yang disebabkan terlarutnya lamela tengah ini oleh cendawan).
2. Dinding sel primer, yang mula-mula terbentuk oleh sel-sel baru yang terdiri atas selulosa dan bahan pektik, kadang-kadang berlignin.
3. Dinding sel sekunder, terbentuk setelah sel tidak membesar lagi, lebih banyak selulosanya dan sering berisi lignin.

Dinding sel dalam tanaman tidak sinambung. Rupanya tertembus oleh benang-benang sitoplasmik (plasmodesmata) yang memungkinkan hubungan hidup antara sel-sel. Tambahan pula terdapat bagian-bagian tipis yang disebut **pit**.

Plastid

Plastid merupakan tubuh berbentuk cakram terdapat dalam sitoplasma dan khusus terdapat pada sel tanaman. Digolongkan menurut pigmen yang dikandungnya: leukoplas yang tidak berwarna dan kromoplas yang berwarna. **Leukoplas** berada di bagian yang tidak kena cahaya dan sering terlibat dalam penyimpanan pati. Dari plastid yang berwarna, **kloroplas** yang mengandung klorofil sangat penting karena merupakan unit fotosintesis yang komplet secara struktural dan fungsional. Terdapat 20-100 kloroplas dalam setiap sel yang berklorofil pada daun hijau. Satuan struktural yang disebut **grana** (seperti tumpukan mata uang atau koin), berisi klorofil dan penerima cahaya. Perubahan karbondioksida menjadi karbohidrat terjadi di dalam bahan di sekelilingnya yang disebut **stroma**. Kloroplas dalam diri sendiri, otonomi dan dapat membiak sendiri.

Mitokondria

Mitokondria merupakan satuan kekuatan sel. Di bawah mikroskop biasa tampak sebagai butir-butir tebal, dan di bawah mikroskop elektron tampak sepertinya memiliki struktur dalam yang kompleks. Terbuat dari protein dan fosfolipida. Fungsi mitokondria yang telah bertalian dengan kegiatan enzimatik yang berhubungan dengan metabolisme oksidatif. Kegiatan berlangsung dengan terbentuknya ATP (**adenosin trifosfat**), zat pembawa energi.

Vakuola

Vakuola adalah rongga yang berlapis membran berada di dalam sitoplasma dan diisi zat seperti air yang dikenal sebagai cairan sel. Cairan sel berisi bahan-bahan terlarut-garam-garam, pigmen, berbagai bahan organik komponen

metabolis. Dalam sel baru, vakuola sempit, dan dalam sel dewasa vakuola membesar di tengah sel, kedekatan inti dan sitoplasma ke dekat dinding sel.

5.2 Jaringan dan Sistem Jaringan

Walaupun asal-usul tanaman bermula dari sebuah sel (telur yang terbuahi), keajaiban pembelahan dan diferensiasi mengakibatkan suatu organisme tersusun dari banyak sel-sel yang bermacam-macam, berbeda dalam struktur dan morfologinya. Hal inilah yang menimbulkan variasi baik antara tanaman maupun di dalam tanaman.

Tanaman terbentuk dari kelompok-kelompok sel dengan tipe rupa dalam pola yang diorganisasi secara tertentu. Masa sel serupa yang terorganisasi dan sinambung disebut jaringan (tissue). Klasifikasi jaringan dapat dilakukan dengan berbagai cara, dan berikut ini diberikan klasifikasi secara botani:

1. Jaringan meristematik: sel-selnya secara aktif membelah dan tidak berdiferensiasi.
2. Jaringan permanen: sel-selnya tidak membelah tapi berdiferensiasi:
 - a. Jaringan sederhana (simplextissue), tersusun dari satu tipe sel:
 - parenkhima: sel-selnya sederhana, berdinding tipis
 - kolenkhima: jaringan penyokong, sel berdinding tebal
 - sklerenkhima: unsur-unsurnya sangat terspesialisasi, berdinding tebal
 - b. Jaringan kompleks (complextissue), tersusun lebih dari satu tipe sel:
 - Xylem : jaringan pengangkut air
 - floem: jaringan pengangkut pangan

Pembicaraan secara botani mengenai jaringan tersebut tidak diuraikan lagi di sini. Pembahasan lebih diarahkan pada struktur fungsi.

Jaringan Meristematik

Jaringan meristematik terdiri atas sel-sel yang secara aktif terlibat dalam pembelahan dan pertumbuhan sel. Meristem tidak hanya mengabadikan jaringan baru tetapi juga mengabadikan dirinya sendiri. Karena banyak jaringan permanen di bawah rangsangan tertentu dapat memperoleh kegiatan meristematik, terdapat batas tegas antara jaringan meristematik dan jaringan permanen.

Meristem terletak di berbagai bagian dari tanaman. Yang terdapat di ujung pucuk dan akar dikenal sebagai meristem apikal. **Meristem apikal** dari pucuk juga disebut titik tumbuh. Pertambahan lingkaran batang berkayu merupakan hasil pertumbuhan meristem samping yang disebut **kambium**. Daerah meristematik dari rumput menjadi terisolasi dekat buku dan disebut meristem **sisipan (meristem interkalar)**. Karena itu, pemotongan rumput (baik dalam pemeliharaan maupun makan ternak) tidak mengganggu daerah pertumbuhan tanaman rumput. Jaringan yang berdiferensiasi dari meristem ujung disebut **jaringan primer**, dan jaringan yang terutama yang dibentuk oleh kambium disebut **jaringan sekunder**.

walaupun terdapat beberapa pilihan, sel-sel meristematik biasanya kecil, bulat, atau seperti bata, dengan dinding tipis dan vakuola tak jelas.

Jaringan Permanen

Jaringan ini berasal langsung dari meristem. **Jaringan parenkhima** berdinding tipis, hidup, mampu tumbuh, dan berdiferensiasi. Jaringan tersebut membentuk sebagian besar bagian tanaman (buah, umbi, dan akar berdaging), tempat kegiatan yang tergantung protoplasma hidup: fotosintesis, asimilasi, simpanan,

dan sekresi. **Jaringan kolenkhima** dicirikan oleh sel yang memanjang dan dinding primer menebal tak rata, berfungsi sebagai penguat pada awal pertumbuhan, berada sebagai benang atau tabung. Sel **jaringan sklerenkhima** berdinding tebal, berlubang kecil kecil, hadir secara terpisah (rasa "masir" pada buah), dalam kelompok kecil (dinding buah keras) atau masa sinambung (serat rami, dan lain-lain). Jaringan xylem dan floem yang merupakan jaringan kompleks dapat mempelajari bagian lain.

5.3 Daerah Anatomi

Jaringan tanaman dapat digolongkan menurut struktur dan fungsinya ke dalam daerah-daerah anatomis, termasuk ke dalamnya **sistem pembuluh** (*vascular system*), **korteks**, dan **epidermis**. Daerah ini jalin-menjalin, dan kadang-kadang sukar menentukan di mana satu jaringan berakhir dan yang lain mulai Empulur (empulur). Perikel, endodermis dan supresi sekresi merupakan komponen dari salah satu atau beberapa daerah-daerah tersebut

Sistem Pembuluh

Sistem pembuluh (*vascular System*) pada yang terdiri atas jaringan-jaringan xylem dan floem Bertugas terutama sehagaisistem pengangkutan dalam tanaman, tetapi karena dapat bertindak sehagapenyukung dapat dibandingkan dengan stem peredaran darah dan sistem kerangka pada binatang.

Walaupun Xylem dan phloem biasanya terdapat bersama-sama, hubungan struktur antara berbeda. Untuk mencirikan, sistem pembuluh membentuk tabung sinambung dalam adalah batang pada bagian luar adalah floem dan bagian dalam adalah xylem, yang mengetiling suatu daerah jaringan parenkhimatik yang disebut **empulur** (*pitch*).

Bentuk-bentuk sistem dari monokotil dan dikotil dapat dilihat pada Gambar 23 lengkap dengan bagian-bagiannya, demikian pula beda kesinambungannya dilihat pada irisan melintang.

Dalam akar, sistem pembuluh berasal dari korteks oleh jaringan khusus yang disebut perisikel dan endodermis. Perisikel mengelilingi sistem pembuluh, terdiri atas jaringan-jaringan parenkhimatik, serta merupakan sumber akar cabang dan dahan-dahan yang timbul dari akar. **Endodermis** biasanya merupakan lapisan tunggal sel-sel yang dilindungi sistem pelindung. Pada batang, perisikel dan endodermis biasanya tidak ada.

Perkembangan pucuk (*shoot*) dibarengi dengan perluasan dan pemanjangan sistem pembuluh. Bagian sistem pembuluh yang berasal dari meristem ujung (**meristem apikal**) disebut **sistem pembuluh primer**. Bila pertambahan sistem berikutnya berasal dari kambium pertumbuhan tersebut disebut sebagai **sistem pembuluh sekunder**.

Pada tanaman *gymnospermae* dan dikotil sistem pembuluh darah di bawah berasal dari **kambium**, suatu tabung yang berada antara xylem dan floem. Kambium ke arah dalam menghasilkan **xylem sekunder** dan ke arah luar menghasilkan **floem sekunder**. Tidak semua tanaman memiliki kambium; pada tanaman bertanam ternak yang tidak memilikinya, pertambahan diameter merupakan pertambahan sel-sel daerah korteks dan sistem pembuluh.

Tanaman monokotil tidak memiliki pertumbuhan Sekunder, tetapi dapat menghasilkan batang yang sangat besar, seperti pada kelapa karena suatu meristem khusus

Korteks

Korteks merupakan daerah antara sistem pembuluh darah dan epidermis, terdiri atas jaringan primer. Pada kayu tua, korteks menjadi gabus (**cork**). Gabus terbentuk jika jaringan dewasa menjadi bersifat meristematik dan membentuk sel-sel dengan dinding yang berisi bahan berlilin yang disebut **suberin**. Di bawah luka dapat dibentuk periderm. Jaringan kalus (**callus**) yang terbentuk sebagai akibat pelukaan dapat pula bergabus. Lentisel terbentuk di bagian periderm. Pada buah, kadang-kadang menjadi pintu masuk mikroorganisme, dan menjadi tempat kehilangan air.

Epidermis

Epidermis merupakan lapisan sel sinambung yang membungkus. Tugas mencakup perlindungan secara mekanik, pengawetan udara, pergantian gas-gas (dalam pucuk), absorpsi air (dalam akar) dan fungsi lain yang mencolok di suatu daerah lain, seperti sek- IT resi. sel epidermis yang berada dekat ujung akar membentuk lanjutan serupa tabung yang disebut rambut akar yang berfungsi dalam absorpsi uair. Rambut juga didapati pada sel-sel epidermis pada pucuk. Serat-serat kapas merupakan bulu epidermis pada biji yang panjang. Juga rasa seperti beludru pada bunga mawar yang disebabkan epidermis. Sel-sel penutup mulut daun yang membentuk stomata juga merupakan sel epidermis yang telah berubah. Kutikula (**cuticle**) merupakan suatu lapisan lilin, tampak di bagian luar dari lapisan sel. Pada buah sering terdapat cutin yang bertindak sebagai selubung pelindung untuk pengeringan (**desikasi**) jaringan dalam.

Kelenjar Sekresi

Banyak struktur morfologi mengeluarkan produk metabolis yang kompleks. Bahan-bahan ini sering dikeluarkan dalam bentuk cair atau kental. Banyak zat-zat demikian mempunyai nilai ekonomi, seperti resin, karet, gom, muscilage, dan damar.

Sebagai tambahan, ada struktur sekresi yang kompleks yaitu kelenjar yang terbentuk dari jaringan epidermis dan subepidermis pada berbagai bagian tubuh tanaman; Harumnya bunga-bunga yang ditimbulkan oleh kelenjar kelenjar yang mengeluarkan Minyak esensial (jeruk, serai, minyak wangi).

Lateks

Lateks adalah suatu persenyawaan kental seperti susu, yang berisi berbagai bahan, terutama gom, dapat ditemui pada beberapa famili Angiospermae. Lateks cabang dapat dibentuk pada parenkhima biasa atau terbentuk dalam deretan kompleks dari saluran bercabang-cabang disebut latisifers. Biasanya bukan jaringan khusus, tapi hubungan dengan floem. Lateks dapat keluar kalau sel-sel pecah. Karet merupakan bagian dari tanaman *Hevea brasiliensis* yang membentuk lateks, yang 40-50 persen lateksnya merupakan karet. Fungsi kelenjar tidaklah jelas, tapi dirasa mungkin bertindak sebagai sistem pembuangan dan pengaruh pada penyembuhan.

5.4 Struktur Morfologi

Tanaman berbiji terdiri atas dua bagian, yaitu **akar** (bagian yang biasanya berada di bawah permukaan tanah) dan **pucuk** (bagian yang biasanya berada di

atas tanah; *shoot*). Pucuk terdiri atas batang dan daun-daunan, walaupun struktur ini tidak selalu nyata secara morfologi pada semua tanaman. Daun-daunan timbul dari bagian batang yang membesar, yang disebut **buku** (*node*). Bunga dapat dipandang sebagai khusus dengan daun-daun yang telah menyesuaikan diri dengan batang fungsi. **Kuncup** atau **tunas** (*bud*) merupakan batang hiasan atau berdaun secara mini. Bagian dasar dari tanaman-tanaman monokotil dan dikotil dapat dilihat pada Gambar 24.

Akar

Walaupun secara visual tidak tampak, akar adalah komponen pokok tanaman, baik dalam fungsi maupun dalam jumlah yang besar. Proporsi akar biasanya dapat mencapai kira-kira sepertiga bobot kering seluruh tubuh tanaman. Akar telah beradaptasi strukturnya untuk tugas pokoknya, yaitu absorpsi, pengukuhan tegaknya tanaman dan tempat penyimpanan. Karena sifat percabangannya yang kompleks, yang terjadi secara tidak teratur (pada batang yang terjadi di buku-buku), akar memiliki permukaan yang luas, yang secara intim berhubungan dengan tanah.

Pertumbuhan tanaman sebagian besar perluasan wilayah di bawah tanah. Jaringan luas akar ini mengukuhkan tegaknya tanaman, dan suprastruktur penyokong daun-daunan yang merupakan penghasil pangan. Akar-akar yang tua juga bertindak sebagai alat penyimpan makanan, seperti pada singkong, ubi jalar, bit, dan wortel.

Akar bibit (atau kecambah) yang asli, atau **akar primer**, menurunkan sistem perakaran tanaman dengan membentuk berbagai pola percabangan. Bila akar primer menjadi akar utama pada tanaman, jala-jala ini disebut **sistem akar pancar**, atau **akar tunggang** (*taproot system*) seperti pada wortel, jeruk, dan

tomat. Namun pada banyak tanaman, pertumbuhan akar primer terhenti sewaktu tanaman masih muda dan sistem akar diganti oleh akar baru yang tumbuh dari akar primer (rumput-rumputan) atau dari batang, membentuk **sistem akar serabut** (*fibrous root system*). Sebagai tambahan, banyak tanaman berakar tunggang, di bagian atas membentuk jala-jala akar isap serabut, seperti pada apel dan jeruk. Hal ini memungkinkan tanaman berdiri kukuh dan kecukupan udara yang meyakinkan, di samping memberikan kapasitas absorpsi pada lapisan atas tanah yang lebih subur, yang merupakan akibat tindakan budidaya.

Sistem akar serabut dapat dibentuk secara buatan dengan merusak akar tunggang. Hal ini dapat terlaksana dengan pemindahan (*transplanting*) tanaman atau memotong bagian bawah, suatu cara baku yang dilakukan untuk pohon-pohon dan perdu. Tukang-tukang bibit membentuk sistem akar serabut mengumpul dalam suatu "**ball**" di bawah tanaman, biasa disebut **diputer**. Cara puter ini memungkinkan pohon besar pun berhasil dipindah.

Pada umumnya, tanaman dengan sistem akar serabut berakar dangkal bila dibandingkan dengan tanaman berakar tunggang. Tanaman berakar dangkal peka terhadap kekeringan (*drought*) dan menunjukkan respons yang lebih cepat terhadap variasi pemupukan. Spesies tanaman yang **berakar dangkal** terutama tergantung pada hujan yang jatuh pada masa tumbuhnya; spesies **berakar dalam** bergantung terutama pada curah hujan tahunan secara kumulatif.

Akar mengamati variasi struktur yang perlu diperhatikan. Nama dari berbagai akar adaptasi pada fungsinya, misalnya akar penyimpanan, akar akuatik, akar udara, dan akar tunjang. Banyak tanaman yang diusahakan karena modifikasi akarnya. Spesies tertentu akarnya membesar dan berdaging sebagai hasil penyimpanan pangan dalam bentuk pati atau gula (bit, wortel, ubi jalar,

singkong). Beberapa tanaman akarnya dapat membentuk pucuk adventif yang penting dalam pembiakan (sukun).

Pucuk

Pucuk (*shoot*) dapat digambarkan sebagai sumbu tengah dengan em- belan- embelan. Sumbu tengah ini, yaitu batang (stem), menyokong Dedaunan yang menghasilkan pangan dan menghubungkannya dengan organ akar yang mengumpulkan air dan zat hara. Batang juga alat penyimpanan pangan, dan banyak tanaman yang mengubah strukturnya ka- rena fungsi tersebut Batang muda yang berwarna hijau punya peran dalam produksi pangan. Bentuk tanaman sangat bervariasi (pohon palem raja, ubi jalar). Hal ini ditentukan oleh struktur dan pola pertumbuhan batang.

Bentuk pertumbuhan tanaman yang tegak, yang memiliki satu tegakan tumbuh dan batang yang kaku, adalah bentuk yang Dianggap normal; Gambaran yang berlainan dianggap bentuk- bentuk penyimpangan. Pertumbuhan bersemak atau perdu karena ketiadaan batang utama atau *central leader*. Tanaman dengan pola pertumbuh- an ini dicirikan oleh sejumlah batang tegak atau setengah tegak, dan tidak satu pun dominan, Roman pada pohon adalah pada bentuknya, bukan pada ukurannya.

Demikian halnya, batang lentik dan lunak yang tidak dapat menyo- kong dirinya untuk posisi tegak dikenal sebagai vines ataubatang merambat . **vines** akan melata kecuali dengan adanya suatu anjang- anjang atau ajir yang diberikan padanya untuk menopang agar tumbuh tegak. Beberapa vines bersifat lunak (kapri, ubi jalar, kacang panjang) dan lainnya berkayu (anggur, jenu) yang disebut *liana*.

Kuncup (Tunas = Bud)

Batang terbagi atas daerah-daerah dewasa yang sedang tumbuh aktif di mana pertumbuhan dan diferensiasi terjadi. Batang yang bersifat embrionik ini disebut tunas atau kuncup (***bud***). Tidak semua kuncup tumbuh secara aktif; banyak yang terhalang perkembangannya atau menjadi **dorman** (= tidur), tetapi masih merupakan sumber potensial dari pertumbuhan selanjutnya. Bentuk, struktur, dan tata kuncup dalam batang merupakan petunjuk paling berguna dalam mempertelakan tanaman berkayu, walaupun dedaunan sedang tidak ada seperti halnya pada musim winter.

Pertumbuhan dapat berasal dari kuncup akhir (***terminal bud***) atau kuncup samping (***lateral buds***) yang berada di ketiak daun. Sebagai tambahan, tunas dapat terbentuk pada daerah ruas dari batang, daun atau bahkan akar, sering kali akibat luka-luka. Inilah yang disebut kuncup **adventif**.

Kuncup dapat menghasilkan daun, bunga, atau keduanya, dan disebut sebagai kuncup daun, kuncup bunga atau kuncup campuran. Susunan atau topologi kuncup pada batang (***phyllotaxy***) sesuai dengan tata dedaunan pada batang.

Modifikasi Batang

Banyak modifikasi batang yang sangat berbeda dari morfologi aslinya, tapi strukturnya masih seperti batang, yaitu memiliki buku-buku, daun atau struktur seperti sisik, dan berfungsi dalam pengangkutan dan penyimpanan. Modifikasi batang dapat digolongkan pada bagian di atas tanah (***crowns, spurs***) dan di bawah tanah (***bulbs, corms, rhizomes, tubers***, dan lain-lain) (Gambar 26). Karena banyak modifikasi batang berisi sejumlah besar cadangan pangan, sangatlah penting artinya dalam pembiakan; pada kentang, misalnya, sangat penting karena menjadi bahan pangan penting bagi manusia.

Modifikasi di Bawah Tanah

Umbi lapis (***bulb***) tampak sebagai modifikasi pucuk yang dimampatkan, serta terdiri dari suatu batang yang pipih dan pendek berbentuk cawan dikelilingi sisik yang sesungguhnya merupakan struktur seperti daun berdaging. Sisik ini dapat menutupi tunas atau kuncup bunga. ***Bulb*** dan ***corm*** hanya ditemui pada beberapa tanaman monokotil. Sisik yang berisi cadangan pangan dapat sinambung dan membentuk sederetan lapisan memusat mengelilingi suatu titik tumbuh (bawang bombai dan tulip), atau membentuk sedikit banyak secara acak sambungan dengan bagian kecil dari batang, seperti pada bakung. ***Bulb*** biasanya tumbuh di bawah atau pada permukaan tanah, walaupun ada struktur seperti bulb (disebut ***bulbil***) yang dapat terbentuk pada batang di udara, kadang-kadang malah berhubungan dengan bunga (bawang bombai, bawang putih).

Corm (umbi) adalah batang di bawah tanah yang pendek, berdaging, dan memiliki beberapa buku. ***Corm*** adalah batang, terdapat beberapa daun rudimenter tidak berdaging. Bunga gladiolus, krokus, dan bunga cokelat dibiakkan dengan ***corm***.

Rhizome (rimpang) adalah batang bawah tanah horizontal. Dapat mampat dan berdaging seperti kana dan jahe atau dapat langsing dengan ruas memanjang seperti alang-alang. Biasanya akar dan kuncup berkembang dari daerah buku. Alang-alang menjadi mudah berkembang dan sukar diberantas karena rimpang ini.

Tuber adalah bagian rimpang yang berdaging dan besar. Biasanya secara khas tidak berbentuk tabung. Umbi kentang adalah ***tuber***; mata yang tersusun secara spiral sekeliling umbi adalah tunas. Setiap mata terdiri dari daun rudimenter dan gerombolan tunas-tunas yang mampat. Umbi dari ubi jalar bukan ***tuber***, tetapi akar yang membesar, padanya tidak terdapat mata tunas.

Modifikasi di Atas Tanah

Tajuk tanaman (*crown*) pada umumnya adalah bagian tepat di atas dan tepat di bawah permukaan tanah. (kadang-kadang ada pengertian "crown" adalah bagian atas pohon yang bercabang). Bagian ini dapat membesar sampai ukuran sangat besar; tajuk juga dapat dianggap batang yang dimampatkan. Struktur tajuk stroberi (*arbei*) dapat jelas terlihat dengan memanjangkan batang secara buatan dengan memberikan giberelin. Daun dan bunga muncul dari tajuk dengan tunas, seperti pada batang biasa. Kuncup atau tunas berdaging dari tajuk dapat menghasilkan tanaman baru, yang sering disebut dengan istilah pemisahan tajuk (***crown division***). Tajuk dapat berubah menjadi alat penyimpanan pangan, seperti pada asparagus, bambu (pada rebungunya).

Cabang-cabang horizontal yang pendek dengan arah ke segala penjuru yang tumbuh dari tajuk yang memiliki tunas berdaging atau roset berdaun disebut "*offsets*", "*slips*", "*suckers*", "*pips*", dan lain-lain. Modifikasi batang ini secara umum dapat disebut ***offshoot*** (carang) yang sangat penting untuk pembiakan.

Stolon adalah batang yang tumbuh horizontal sepanjang permukaan tanah. Suatu "*runner*", adalah suatu "stolon" dengan ruas panjang yang berasal dari dasar tajuk tanaman. Pada beberapa bukannya akar dan tunas berkembang. Contohnya yang baik adalah stroberi.

Spur adalah batang tanaman berkayu yang pertumbuhannya memanjangnya sangat terkekang, cirinya merupakan ruas-ruas yang sangat memendek dan tampak di samping atau di sisi cabang-cabang. Dalam beberapa pohon buah-buahan yang dewasa, seperti pada apel, pembungaan terbatas pada *spur*. *Spur* tidak statis dan dapat berubah ke pertumbuhan batang yang normal, bahkan sesudah pembuahan bertahun-tahun.

Daun

Daun pada tanaman tingkat tinggi merupakan alat fotosintesis yang pokok. Lembaran daun biasanya merupakan embelan pipih dari batang yang tersusun sedemikian rupa sehingga memberikan suatu permukaan yang luas untuk absorpsi energi cahaya secara efisien, dan biasanya melekat pada batang dengan tangkai atau *petiole*, yang kadang-kadang berupa *stipule*. Dedaunan dapat mengandung struktur sekresi seperti kelenjar sekresi. Dalam banyak tanaman, terutama yang berasal dari daerah tropika lembap, air dapat dibuang melalui lubang-lubang kecil pada epidermis, yang sering terdapat di ujung daun, dan disebut *hydathoda*.

Dari struktur anatomis dapat dilihat bahwa sistem pembuluh dalam daun terdiri atas urat-urat (*vein*) yang bercabang-cabang. Percabangan urat pada dikoti seperti jala dan pada monokotil sejajar. Lembaran daun yang biasanya simetris secara bilateral tidaklah simetris secara radial karena beda bagian atas dan bagian bawahnya.

Di bawah lapisan epidermis bagian atas yang biasa dicirikan oleh kutin tebal, berjajar sel-sel pagar (*pallisade*) yang memanjang dan rapat, yang kaya akan klorofil. Susunan sel-sel di bawahnya yang lepas dan tidak teratur menghasilkan daerah yang bersifat seperti bunga karang (*spongy mesofil*) yang melengkapinya dengan ruang udara yang diperlukan untuk pertukaran gas-gas pada proses fotosintesis dan respirasi. Tergantung pada spesiesnya, stomata dapat terjadi di permukaan atas, permukaan bawah, atau pada kedua permukaan daun.

Dedaunan tanaman berbeda dalam bentuk dan ukuran, dari kepingan-kepingan pipih dan tipis ke daun-daun berbentuk jarum pada **Coniferae**, atau struktur berdaging seperti batang pada kaktus. Dedaunan merupakan bagian

yang dapat dimakan pada banyak tanaman, seperti letus (selada), kubis, bayam, dan merupakan wajah utama pada tanaman-tanaman seperti rumput-rumput.

Bunga

Bunga menunjukkan variasi besar dalam struktur, susunan, dan ukuran.

Sepal (secara kolektif disebut ***calyx***), yaitu kelopak bunga, menutupi bunga sewaktu masih kuncup. Biasanya merupakan struktur seperti daun yang hijau, kecil, berada di bawah petal.

Petal (secara kolektif disebut ***corolla***), **daun mahkota** yang merupakan bagian bunga yang paling nyata. Warnanya biasanya mencolok dan biasanya tidak berwarna hijau. Ukuran yang sangat besar serta bentuk dan warna yang menarik dari tanaman bunga-bunga yang dibudidayakan, merupakan hasil seleksi terhadap sifat-sifat tersebut.

Stamen, struktur reproduktif jantan, tersusun dari ***anther*** yang mengandung tepung sari, didukung benang sari (***filament***). Bila tepung sari dewasa, dikeluarkan lewat pori atau dinding anther yang pecah. Kelenjar nektari, yang menghasilkan bahan kental dan bergula (madu), dan kadang-kadang juga parfum, biasanya terdapat pada dasar stamen.

Pistil (terbentuk dari satu atau beberapa ***carpel***) adalah struktur reproduksi betina. Biasanya dimodifikasi menjadi suatu dasar yang mengandung ***ovule*** (atau ***ovary***) yang mendukung suatu daerah (kepala putik) yang memanjang (***style***) atau tangkai putik yang pucuknya atau permukaannya membesar, disebut ***stigma***. Ovule akan berkembang menjadi **biji**; ovary dewasa menjadi **buah**.

Bunga yang terdiri dari sepal, petal, stamen, dan pistil disebut **bunga lengkap** (***complete flower***). Bunga tidak lengkap, tidak mengandung salah satu dari bagian-bagian tersebut. Misalnya, mungkin tiada stamen (bunga betina atau ***pistillate***) atau tiada pistil (bunga jantan atau ***staminate***). Bunga yang

mempunyai stamen dan pistil (bunga sempurna, biseksuai, atau **hermafrodit**) disebut **sempurna** (*perfect*), walaupun tidak memiliki *calyx* atau *corolla*, yang berarti tak lengkap bagian-bagiannya.

Demikian pula tanaman-tanaman disebut *staminate*, *pistillate*, atau sempurna menurut dasar tipe bunga yang dihasilkannya. Bila kedua tipe bunga, yaitu *staminate* dan *pistillate* terdapat pada tanaman yang sama, seperti jagung, jenis kelaminnya disebut *monoecious*. Spesies di mana bunga-bunga *staminate* dan *pistillate* terdapat pada tanaman yang berbeda, disebut *dioecious* (kurma, pepaya, spinasi, hemp, asparagus) Kombinasi-kombinasi lain juga terdapat. Misalnya waluh mempunyai bunga sempurna dan bunga *staminate* pada tanaman yang sama. Jenis kelamin begini disebut *Andromonoecious*, juga didapati pada pepaya.

Dalam tandan, bunga tersusun menurut berbagai cara. Istilah *inflorescence* menunjukkan gugus bunga atau rangkaian bunga-bunga dalam tandan.

Buah

Istilah buah secara botani menunjukkan pada *ovary* dewasa dan bagian lain dari bunga yang berhubungan dengannya. Jadi dapat termasuk ke dalamnya dasar bunga (*receptacle*) atau sisa-sisa yang telah layu dari petal, sepal, stamen atau bagian-bagian dari style dan pistil. Istilah buah mencakup segala biji yang terdapat dalam *ovary*.

Struktur buah berhubungan dengan struktur bunga. Pengelompokan buah dapat menurut jumlah *ovary* yang terdapat dalam struktur tersebut, misalnya ***buah tunggal***, ***buah majemuk***; dapat menurut sifat dan struktur dinding *ovary*, apakah merekah sewaktu masak atau matang, dan cara biji melekat pada *ovary*.

Buah tunggal. Kebanyakan berbiji satu memiliki buah yang tersusun dari *ovary* tunggal, disebut buah tunggal. Pada buah dewasa (bila bijinya telah berkembang penuh), dinding *ovary* dapat berdaging (bagian terbesar terdiri dari

parenkhima sukulen yang hidup) atau kering (terbentuk dari sel-sel sklerenkhima mati yang dindingnya mengalami lignifikasi dan suberisasi).

Dinding *ovary* atau *pericarp* tersusun dari tiga lapisan berbeda: *exocarp* (terluar), *mesocarp* (tengah), dan *endocarp* (terdalam). Kalau seluruh pericarp buah tunggal itu berdaging, buah disebut buah berry atau buah buni (tomat, anggur, cabai). Labu (muskmellon) juga berry, yang khusus disebut *pepo*, dengan kulit keras terbentuk dari *exocarp* dari jaringan *receptacle*. Buah jeruk (*citrus*) juga suatu *berry* yang disebut *hesperidium*, yang kulitnya terbentuk dari *exocarp* dan *mesocarp*; bagian bersari buah yang dapat dimakan adalah *endocarp*-nya.

Buah berdaging tunggal yang memiliki *endocarp* seperti batu dikenal sebagai *drupe* atau buah batu (kenari, sawo, kecik, zaitun). Kulit buah tersebut adalah *exocarp*-nya; bagian berdaging yang dapat dimakan adalah *mesocarp*-nya. Buah berdaging tunggal yang bagian pericarp dalamnya membentuk inti yang seperti kertas disebut pome (apel, pear, quince).

Buah kering dapat bersifat *dehiscent* atau *indehiscent*. Buah *dehiscent* (merekah bila masak) biasanya mempunyai banyak biji dan digolong menurut cara terjadinya *dehiscence* dan jumlah karpel yang membentuknya. Polong (pod pada *legume*) kapri atau buncis atau petai terbentuk dari karpel tunggal yang memisah dari dua sisi. Tipe lain adalah *siliqua* (famili Cruciferae), *follicle* (lakspur), dan *capsule* (kecubung). Buah *indehiscent* biasanya mengandung sebuah biji. *Pericarp* terletak berdekatan tetapi terpisah disebut *achene* (bunga matahari). *Pericarp* bersatu dengan biji disebut *caryopsis*. *Caryopsis* merupakan tipe buah yang terdapat pada rumput-rumputan, termasuk jagung, padi, dan gandum. *Nut* dicirikan oleh *pericarp* yang mengeras. Buah *indehiscent* lain termasuk samara (*maple*), dadap dan mahoni yang *pericarp*-nya membentuk embelan bersayap, dan *shizocarp* (wortel), di mana buah terbagi atas dua atau lebih bagian-bagian indehiscent ber- biji satu.

Buah majemuk. Buah majemuk berasal dari bunga-bunga yang memiliki banyak pistil pada *receptacle* yang sama. Buah-buah individual dari buah majemuk adalah *drupe* pada *blackberry* dan *achenes* pada arbei (strawberry). Bagian berdaging yang dapat dimakan pada stroberi adalah *receptacle*-nya atau dasar buahnya.

Buah berganda. Buah berganda berasal dari bunga-bunga bergerombol, berdekatan tapi terpisah. Contoh nanas, murbei (*mulberry*) dan ara atau tin (*elo*, Jawa). Biji bit merupakan buah berganda.

Biji

Biji (*seed*) pada hakikatnya merupakan tanaman mini (embrio) dalam satu keadaan perkembangan terkekang. Kebanyakan biji berisi suplai pangan secara *builtin* (kecuali biji anggrek). Menurut strukturnya, biji benar atau biji menurut botani, adalah organ dewasa. Definisi secara pertanian dari biji adalah satuan yang ditanamkan, tanpa memandang strukturnya (biasa disebut benih), mencakup biji banir (mentimun), buah *dehiscent* berbiji satu seperti *caryopsis* pada rumput-rumputan dan *achene* pada *lettuce*, serta buah berbiji ganda seperti bit. Biji mengandung tanaman mini atau embrio yang biasanya berkembang dari hasil persatuan sel-sel generatif atau gamet .

Embrio yang berkembang penuh biasanya terdiri atas sumbu akar hipokotil, suatu daerah transisi antara akar dan pucuk rudimenter. Pada bagian atas berisi sebuah atau lebih daun biji yang disebut *kotiledon*. Pada rumput-rumputan kotiledon yang seperti perisai disebut *scutellum*; kuncup embrionik disebut *plumule*. Pada bagian bawah sumbu dapat terdapat akar embrionik yang disebut *radicle*. Pada rumput-rumputan, upih pelindung atau *coleoptile*, menutupi plumule dan upih serupa, yaitu *coleorhiza*, menutupi radicle (akar embrionik).

Pangan yang disimpan dalam biji berada sebagai karbohidrat, lemak, dan protein; salah satu bentuk akan dominan. Biji merupakan sumber yang kaya

pangan dan lemak serta minyak untuk tujuan-tujuan industri. Cadangan pada sereal dan legume merupakan bagian terbesar makanan manusia dan ternak. Pada banyak biji, pangan cadangan ini berasal dari suatu jaringan yang disebut *endosperm*, yang terbentuk sebagai hasil proses pembuahan berganda. Pada biji dewasa beberapa tanaman, endosperm menghasilkan suatu daerah khusus seperti pada jagung; pada lainnya diisap embrio yang sedang berkembang, di mana kotiledon bertindak sebagai alat penyimpan makanan. seperti pada buncis, petai, dan lain lain.

Biji bervariasi dalam hal ukuran, bentuk, dan bangun. Kebanyakan tanaman dapat diidentifikasi dari bijinya. Tambahan, banyak variasi biji terdapat dalam suatu spesies; contoh variasi demikian adalah ada tidaknya *spine* (pada spinasi), warna (buncis), bulu (padi), dan perbedaan komposisi bahan kimia (jagung manis bergula lawan jagung boga, bertepung).