

Morfologi dan Anatomi Tanaman

T. Sri Wahyuni dan J. Warglono

PENDAHULUAN

Secara taksonomis ubijalar termasuk famili Convolvulaceae, genus *Ipomoea* dan spesies yang banyak dibudidayakan adalah *Ipomoea batatas* Lamb. Terminologi penulisan berdasarkan kesepakatan dalam "International Symposium on Roots and Tuber Crops" di Luciana, Amerika Serikat, pada tahun 1991 adalah *sweetpotato* (ubijalar) bukan *sweet potato* (ubi jalar) dengan pengertian *the potatoes which are sweet* (kentang yang manis) *are not sweetpotatoes* dan ubijalar (ubi yang menjalar) tidak dikehendaki, karena varietas yang ideal tipe batangnya tidak panjang menjalar, tetapi semi kompak.

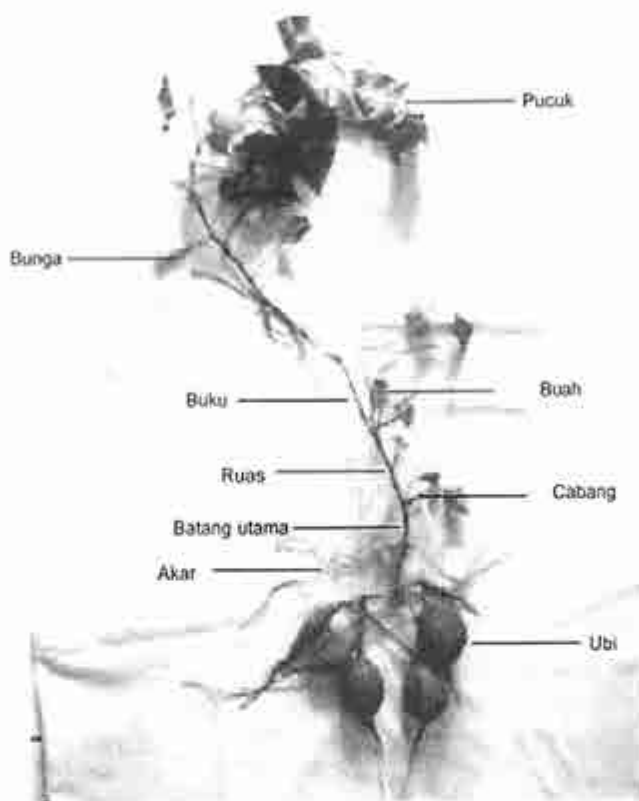
Sinonim ubijalar berdasarkan negara, daerah, dan bahasa di antaranya adalah *sweetpotato* (Inggris), dan beberapa nama seperti camote, kamote, man thet, dan ubi keladi. Di Indonesia ubijalar dikenal dengan berbagai nama, di antaranya tela rambat (Jawa), mantang (Banjar), dan hui (Sunda).

Ubijalar bersifat spesifik agroekologi, oleh karena itu varietas lokal yang berkembang sangat bervariasi, demikian juga varietas unggul baru. Nama varietas unggul dan lokal yang berkembang di daerah sentra produksi sering diganti oleh petani setempat, sehingga varietas yang sama namanya sering berbeda atau sebaliknya. Fenomena tersebut menjadi faktor penghambat dalam pemetaan varietas unggul. Salah satu solusinya adalah melakukan deskripsi varietas unggul di setiap daerah sentra produksi. Dengan demikian perlu adanya pedoman dasar secara morfologis sebagai pegangan untuk mendeskripsikan kultivar dan varietas unggul.

MORFOLOGI

Tanaman ubijalar secara umum terdiri dari dua bagian utama, yaitu brangkasan (*shoots*) atau organ tanaman yang ada di atas permukaan tanah berupa batang utama dan cabang (sulur), daun, bunga, dan biji, serta organ tanaman yang berada di dalam tanah berupa akar (*fibrous roots*) dan ubi (*tuberous roots*). Organ tanaman tersebut disajikan pada Gambar 1.

Batang ubijalar beruas-ruas, dan pada setiap buku-buku ruas tumbuh daun, cabang, tangkai bunga, dan buah bila terjadi penyerbukan untuk varietas yang mempunyai sifat kompatibel. Bunga adalah bagian batang dan daun yang berkembang secara spesifik menyesuaikan diri untuk fungsi



Gambar 1. Bagian dari organ tanaman ubijalar (Huaman 1992).

reproduksi. Jika buku ruas berada pada ruangan lembab/bersentuhan dengan tanah yang lembab akan tumbuh akar. Organ tanaman yang ada di tanah merupakan sistem perakaran yang terdiri atas akar serabut, akar rambut, akar yang bentuknya menebal menyerupai pensil, dan akar yang berdiferensiasi menjadi ubi sebagai penyimpan fotosintetat.

Keragaman morfologis bagian-bagian tanaman ubijalar bervariasi bergantung pada klon/varietas dan lingkungan tumbuhnya. Terdapat karakter morfologis yang sifatnya mudah berubah karena dipengaruhi oleh lingkungan (disebut sebagai karakter kuantitatif) seperti panjang sulur, panjang tangkai daun, panjang dan lebar helaian daun, dan hasil ubi. Karakter yang sifatnya stabil karena penampilannya tidak dipengaruhi oleh lingkungan disebut karakter kualitatif, antara lain bentuk helaian daun, warna daun tua dan pucuk daun, tangkai daun, tulang daun dan batang, warna kulit ubi, dan daging ubi.

Untuk membedakan antara satu klon/varietas dengan lainnya dapat dikenali secara visual berdasarkan karakter morfologis batang, daun, bunga dan ubi. Cukup banyak karakter morfologis yang dapat digunakan sebagai penciri klon/varietas. Tercatat 7 karakter untuk mendeskripsikan batang, 10 karakter untuk daun, 16 karakter untuk ubi, dan 6 karakter untuk bunga. (Huaman 1989). Oleh karena itu, perlu diketahui kombinasi karakter tiap organ agar secara morfologis dapat mendeskripsikan varietas yang dipilih untuk dikembangkan.

Akar

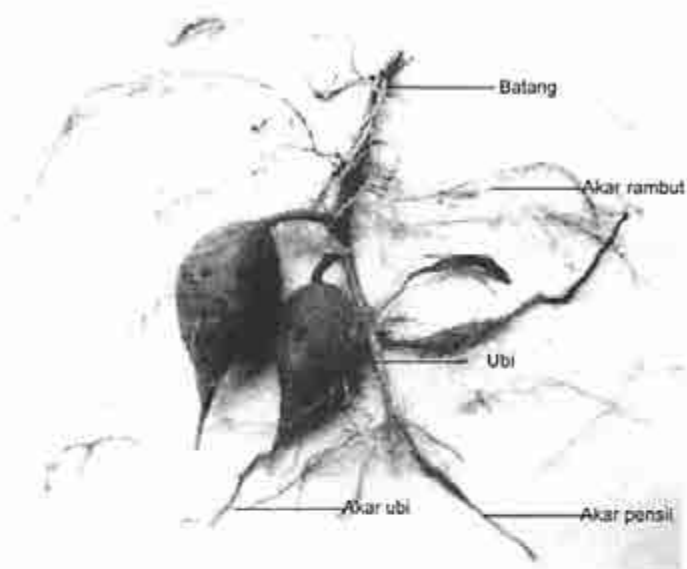
Ubijalar dapat diperbanyak secara generatif dan vegetatif. Perbanyakkan secara generatif hanya melalui pemuliaan tanaman, dan perbanyakkan secara vegetatif melalui budi daya, yaitu menggunakan stek batang. Setelah stek ditanam, akar adventif tumbuh satu atau dua hari kemudian. Akar-akar tersebut tumbuh cepat dan membentuk sistem perakaran dengan fungsi spesifik untuk tiap jenis akar. Penetrasi akar mampu menembus tanah yang lembab/basah hingga kedalaman lebih dari 2 m, bergantung pada kondisi fisik, kimia, dan status air tanah. Kedalaman penetrasi akar bersifat relatif agar tanaman mampu bertahan hidup pada kondisi tercekam kekeringan. Dengan kemampuan penetrasi yang tinggi, akar dapat memperoleh air dari lapisan tanah yang lebih dalam.

Berdasarkan morfologi ubijalar, secara garis besar Wilson (1982) menggolongkan akar ubijalar menjadi tiga yang terdiri atas 10 tipe, yaitu:

- (a) Akar utama yang tumbuh pada batang (akar adventitif) secara tegak lurus ke bawah (akar geotropik positif), yang terdiri atas akar-akar pendek kecil dan besar, akar-akar yang kecil-sedang dan panjang, serta akar-akar yang tumbuh ke samping, baik besar maupun kecil, di zona perakaran dekat permukaan tanah (akar diageotropik).
- (b) Akar cabang atau akar baru yang tumbuh pada akar utama, sebagian besar tumbuh ke arah samping (akar lateral).
- (c) Akar ubi, yaitu akar yang tumbuh pada ubi, baik pada kulit ubi maupun pada akar di bagian ujung ubi.

Akar adventif bisa berasal dari buku, dan akar-akar adventif beberapa kultivar memiliki pigmen dan tidak berpigmen. Akar geotropik dari perbanyakkan menggunakan stek yang menebal berpotensi menjadi akar serabut, akar rambut, akar pensil, dan pada tanaman ubijalar yang perbanyakannya menggunakan ubi adakalanya mampu menghasilkan anakan (*daughter tubers*).

Beda antara akar besar dan akar ubi terletak pada bentuk dan fungsi akar tersebut. Akar ubi berkembang makin besar dan mengendalikan proses



Gambar 2. Tipe-tipe akar tanaman ubijalar (Huaman 1992).

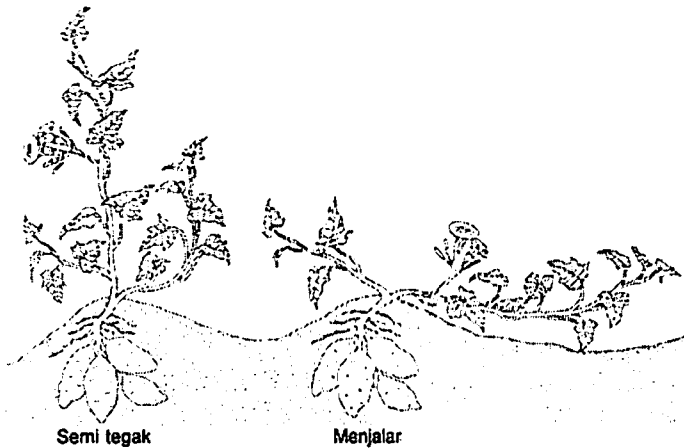
inisiasi, sedangkan akar besar/utama relatif tetap dan mengendalikan pertumbuhan dan menyerap air dan larutan hara.

Batang (Sulur)

Batang bentuknya membulat atau agak angular pada potongan melintang. Warna batang dominan hijau, kuning, ungu, dan kombinasi dari ketiganya. Sejumlah lentikel terdapat pada permukaan batang. Adakalanya terdapat rambut pada permukaan batang yang masih muda, tetapi cenderung rontok sejalan dengan bertambahnya umur tanaman.

Beberapa karakter tetap untuk mencirikan morfologi batang (sulur) di antaranya adalah tipe pertumbuhan, kebiasaan tumbuh, diameter batang, panjang ruas, warna batang, dan keberadaan bulu.

1. Tipe pertumbuhan tanaman (*growth habit*), yang sifatnya ditetapkan berdasarkan panjang sulur, dapat digolongkan menjadi empat kategori yaitu: kompak (*erect*) jika panjang sulur < 75 cm; semi kompak jika panjang sulur 75-150 cm; menyebar (*spreading*) jika panjang sulur 151-250 cm, dan sangat menyebar jika panjang sulur > 250 cm. Ilustrasi tipe pertumbuhan tanaman ubijalar disajikan pada Gambar 3.
2. Kebiasaan tumbuh-kembang (*growth habit*) dipengaruhi oleh tipe tanaman atau panjang batang utama. Tanaman yang batang utamanya panjang kebiasaan tumbuh-kembangnya menjalar atau merambat, yaitu membelit bila ada lanjaran/media yang dibelit. Kemampuan



Gambar 3. Bagian-bagian batang dan kaitannya dengan kebiasaan pertumbuhan ubijalar.

membelit (*twining*), dapat diamati pada bagian ujung sulur utama. Kategori sifatnya adalah sebagai berikut: (1) tidak membelit (sulur lurus sampai ujungnya), (2) sedikit membelit (bagian sulur sedikit bengkok dengan sudut sekitar 15° - 45°), (3) setengah membelit (bagian ujung membengkok dengan sudut sekitar 46° - 60°), (4) membelit (bagian ujung membengkok dengan sudut sekitar 61° - 90°), dan (5) sangat membelit (bagian ujung membengkok dengan sudut $> 90^{\circ}$).

3. Diameter sulur utama (*main stem*) berdasarkan pengamatan pada bagian tengah sulur utama dapat dikategorikan sebagai sangat kecil (< 4 mm), kecil (4-6 mm), sedang (7-9 mm), tebal (10-12 mm), dan sangat besar (lebih dari 12 mm). Diameter batang dipengaruhi oleh faktor eksternal, di antaranya adalah kesuburan tanah, suhu, dan air, namun secara genetik merupakan karakter tetap (Wargiono 1980).
4. Panjang ruas batang (internode), berdasarkan pengamatan pada bagian tengah sulur utama memiliki sifat sebagai sangat pendek (< 3 cm), pendek (3-5 cm), sedang (6-9 cm), panjang 10-12 cm), dan sangat panjang (> 12 cm). Seperti halnya diameter, panjang ruas juga dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti kompetisi pemanfaatan cahaya matahari dan cekaman lingkungan, baik biotik maupun abiotik (Wargiono 1980).
5. Warna batang (sulur) bervariasi dari hijau, kuning, hingga secara keseluruhan mengandung pigmen antosianin yang memberi warna kemerahan hingga ungu tua. Pigmen juga terdapat pada helaian dan tulang daun, serta tangkai bunga. Antosianin dapat dimanfaatkan sebagai pewarna alamiah yang aman digunakan untuk industri tekstil, kertas, makanan maupun minuman, selain itu juga bermanfaat sebagai

zat antioksidan yang dapat dimanfaatkan dalam industri obat, kosmetika, dan pangan fungsional yang berperan penting dalam reproduksi sel dalam DNA (Tsou dan Hong 1992; Yoshimoto 1998, Huaman 1992, Widowati dan Wargiono 2009).

Warna yang dominan adalah yang memenuhi sulur dari pangkal sampai ujung. Kategori warna dominan sulur adalah: hijau, hijau dengan sedikit bercak ungu, hijau dengan beberapa bercak ungu, hijau dengan beberapa bercak ungu pekat, hampir semua berwarna ungu, hampir berwarna ungu tua, semua berwarna ungu, dan semua berwarna ungu pekat.

Warna sekunder yaitu adanya warna lain yang berbeda dari warna dominan. Warna sekunder dapat dilihat dengan mudah pada batang yang lebih muda. Kategori sifatnya adalah: tidak ada warna lain, hijau pada pangkal, hijau pada pucuk, hijau pada buku-buku, ungu pada pangkal, ungu pada pucuk, ungu pada buku-buku, dan ada warna lain (abu-abu). Warna sekunder lainnya adalah kuning kehijauan pada pangkal, kuning kehijauan pada pucuk, dan kuning kehijauan pada buku.

6. Tingkat kelebatan rambut/bulu pada daun kuncup dapat dilihat pada ujung sulur, dengan kategori: tidak ada, jarang, sedang, lebat, dan sangat lebat.

Daun

Letak daun ubijalar pada batang (*phyllotaxis*) adalah berbentuk spiral dengan pola 2/5. Panjang tangkai daun (petiol) berkisar antara 5-25 cm. Petiol membengkok pada bagian yang berhubungan dengan batang, dan pada bagian tersebut terdapat nectar. Tangkai daun juga memiliki kemampuan tumbuh menjadi tanaman dengan organ yang lengkap jika bahan perbanyakan (stek batang) terbatas, asal helaian daun memperoleh cahaya yang maksimal dan lingkungan tumbuh lainnya mendukung.

Helaian daun sangat bervariasi, baik ukuran maupun bentuk, meskipun pada tanaman yang sama, daun berbentuk sederhana atau bercuping. Helaian daun berwarna hijau, kadang-kadang terdapat warna ungu atau kuning khususnya di sepanjang urat/tulang daun. Stomata terdapat pada permukaan atas maupun permukaan bawah daun, tetapi jumlahnya lebih banyak pada permukaan bawah.

Panjang dan lebar helaian daun bergantung pada klon dan dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Panjang tangkai bervariasi, mulai dari sangat pendek hingga sangat panjang. Warna tangkai juga bervariasi, bisa hijau atau dengan pigmen ungu yang terdapat pada bagian yang berhubungan dengan helaian

daun atau batang, di sepanjang tangkai daun atau pada keduanya (Huaman 1992).

Beberapa karakter morfologis daun ubijalar dan sifatnya menurut kriteria Huaman (1992) dari 1.754 aksesi plasma nutfah di Balitkabi adalah sebagai berikut:

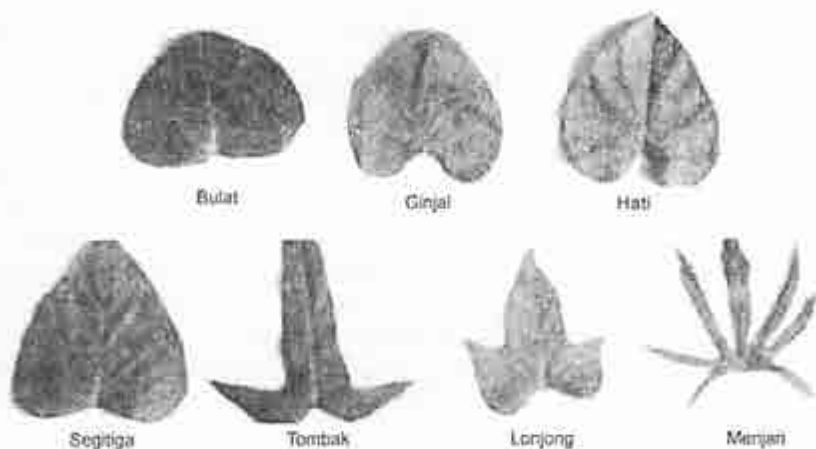
(a) Bentuk

Bentuk daun dewasa (sudah berkembang sempurna) dideskripsikan berdasar bentuk kerangka daun (tepi daun), kedalaman cuping daun, jumlah cuping daun, dan bentuk cuping pusat.

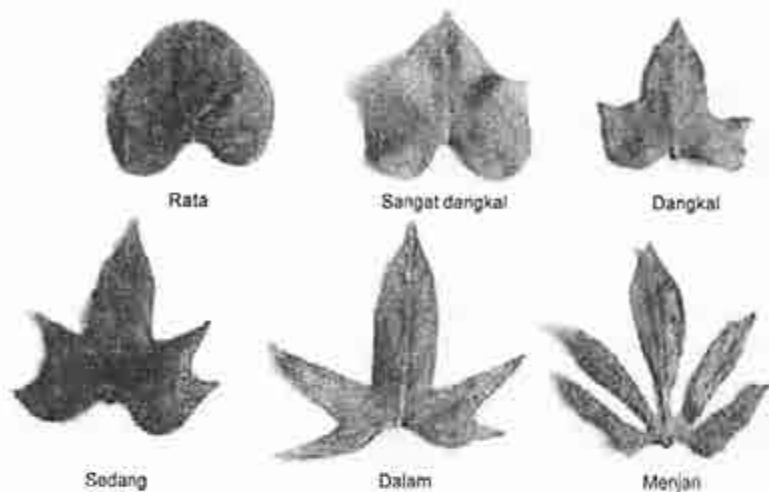
Bentuk kerangka daun terdapat tujuh kategori yaitu membulat (*rounded*), berbentuk ginjal (*reniform*), berbentuk hati (*cordate*), segitiga sama sisi (*triangular*), berbentuk tombak (*hastate*), berbentuk cuping (*lobed*), dan hampir terbagi-bagi (*almost divided*) (Gambar 4).

Kedalaman cuping daun (tepi daun) adalah tepi rata, berlekuk sangat dangkal, berlekuk dangkal, berlekuk sedang, berlekuk dalam, dan berlekuk sangat dalam (Gambar 5).

Pada umumnya daun ubijalar memiliki cuping 0, 1, 3, 5, 7, 9 dan bahkan lebih dari 9. Jika daun tidak memiliki cuping samping tetapi meruncing di bagian pusat berarti memiliki satu cuping, tetapi jika ujung daun membulat berarti tidak mempunyai cuping (Gambar 6).



Gambar 4. Bentuk kerangka (helaian) daun ubijalar.



Gambar 5. Tipe-tipe kedalaman cuping daun ubijalar (Huaman 1992).



Gambar 6. Jumlah cuping daun (Huaman 1992).

Luas helaian daun dapat diketahui dari panjang dan lebar daun dewasa, yang diukur pada sisi paling lebar dan paling panjang, dengan kategori sempit (<8 cm), sedang (8,1-15,0 cm), besar (15,1-25,0 cm), dan sangat lebar (>25,0 cm).

Warna tulang daun pada permukaan helaian daun bagian atas relatif tidak berbeda. Oleh karena itu, untuk mendeskripsikan varietas ubijalar digunakan warna tulang daun pada permukaan helaian daun bagian bawah dengan warna ungu sebagai warna dominan. Proporsi warna ungu pada tulang-tulang daun di permukaan bawah helaian daun dewasa yang masih segar adalah: bercak ungu pada tulang daun utama; bercak ungu pada beberapa anak tulang daun; tulang daun utama sebagian berwarna ungu; tulang daun utama hampir (seluruhnya) berwarna ungu; semua tulang daun hampir berwarna ungu; dan semua tulang daun berwarna ungu.

Warna helaian daun diuraikan secara umum berdasarkan warna helaian daun dewasa (sedah tumbuh kembang sempurna) dan muda

(pupus). Daun yang terinfeksi penyakit virus atau defisiensi unsur hara dapat mengaburkan penilaian.

Warna helaian daun dewasa adalah kuning kehijauan, hijau, hijau dengan warna ungu melingkar pada tepi daun, keabu-abuan karena adanya bulu yang lebat pada permukaan daun, hijau dengan tulang-tulang daun ungu pada permukaan atas helaian daun, agak ungu, hampir ungu, permukaan atas hijau, permukaan bawah ungu, dan permukaan atas dan bawah ungu.

Warna daun muda (pucuk) adalah kuning, hijau kekuningan, hijau dengan warna ungu melingkar pada bagian tepi daun, keabu-abuan karena adanya bulu yang lebat pada permukaan daun, hijau dengan tulang-tulang daun ungu pada permukaan atas helai daun, agak ungu, hampir ungu, permukaan atas hijau, permukaan bawah ungu, dan permukaan atas dan bawah ungu.

Pigmentasi pada tangkai daun adalah hijau dengan pangkal tangkai dekat sulur ungu; hijau dengan ujung tangkai dekat daun ungu; hijau dengan pangkal dan tangkai daun ungu; hijau dengan bercak ungu pada sepanjang tangkai; hijau dengan garis-garis ungu; ungu dengan ujung tangkai berwarna hijau; sebagian besar tangkai ungu dengan sedikit warna hijau; dan seluruh tangkai berwarna ungu.

Panjang tangkai dari pangkal tangkai yang berhubungan dengan batang tanaman sampai ujung tangkai yang berhubungan dengan helaian daun adalah sangat pendek (<5 cm), pendek (5-10 cm), sedang (11-15 cm), panjang (16-20 cm), dan sangat panjang (>20 cm).

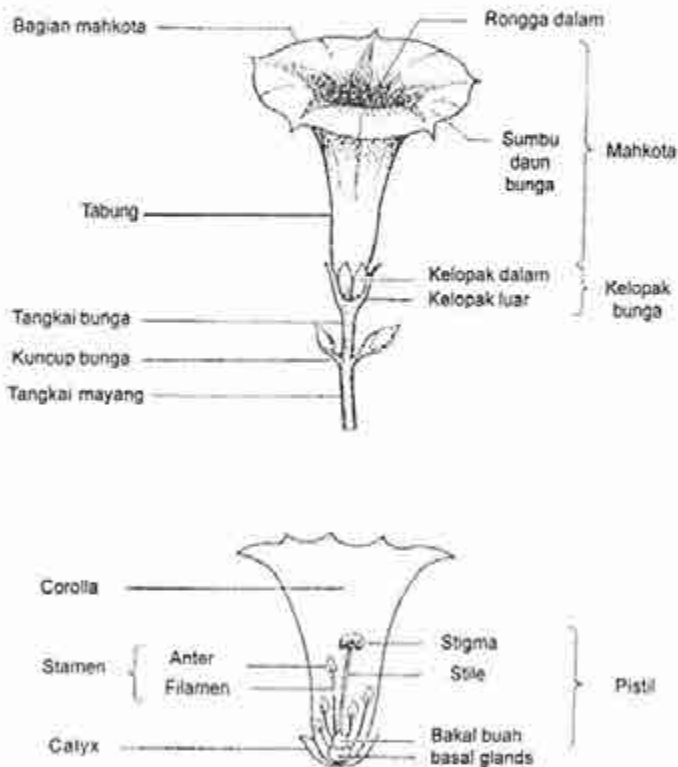
Bunga

Bunga ubijalar muncul menyendiri atau dalam bentuk rangkaian bunga yang tumbuh secara vertikal pada ketiak daun. Setiap bunga memiliki lima unit sepal dan lima lembar petal yang bergabung bersama membentuk corong/tube mahkota/corola (Gambar 7). Tabung tersebut berwarna keunguan dan merupakan bagian paling menyolok dari bunga ubijalar. Benang sari (stamen) berjumlah lima dan menempel pada bagian dasar tabung korola. Tinggi stamen bervariasi terkait dengan tinggi putik. Pada sebagian besar klon varietas ubijalar terdapat dua helai stamen yang paling panjang yang tingginya hampir sama dengan putik. Stigma tangkai sari (filament) berwarna putih dan berbulu, kepala sari (anther) juga berwarna putih dan mengandung butir-butir tepung sari. Ovari terdiri atas dua karpel dan setiap karpel mengandung satu lokul. Setiap lokul mempunyai dua ovul, sehingga dalam setiap ovary maksimum terdapat empat ovul. Ovary yang superior dikelilingi oleh cairan madu. Tangkai putik/stile relatif pendek, kepala putik putih dan bercuping dua.

Kemampuan berbunga klon/varietas ubijalar bervariasi. Pada kondisi yang normal, terdapat klon/varietas yang tidak berbunga, berbunga sangat sedikit hingga sangat banyak. Umur mulai berbunga juga bervariasi, demikian pula warna bunganya, bervariasi dari putih, putih keunguan, ungu keputihan, dan ungu. Posisi kepala sari terhadap kepala putik juga bervariasi, dari sama tinggi, lebih tinggi, dan lebih rendah.

Pada setiap kuncup bunga yang sudah masak, mahkota bunga membuka sebelum pagi. Waktu membuka hanya beberapa jam, kemudian menutup dan layu sebelum sore pada hari yang sama. Waktu bunga membuka sedikit lebih lama pada saat cuaca dingin dan berawan. Penyerbukan alami dilakukan oleh serangga, terutama lebah.

Secara fisiologis, pembungaan ubijalar sangat kompleks, yaitu (a) pembentukan bunga sangat dikendalikan oleh lingkungan, khususnya



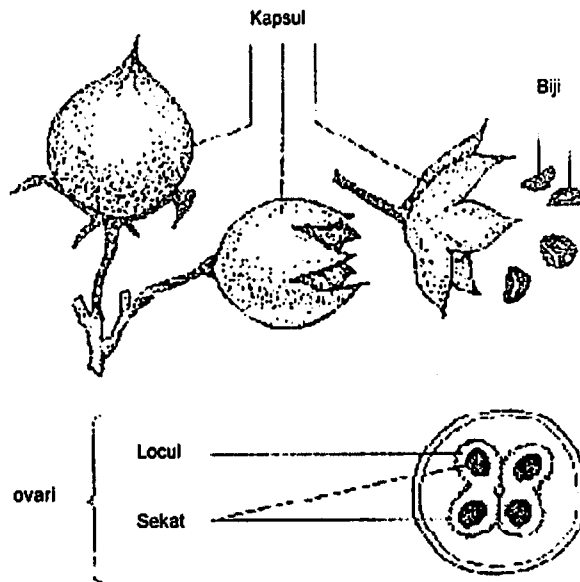
Gambar 7. Bunga tanaman ubijalar dengan bagian-bagiannya (Huaman 1992).

fotoperiode; (b) bunga membuka dan reseptif pada periode yang sangat pendek, sehingga peluang bunga gagal menyerbuk sangat tinggi; (c), terdapat inkompatibilitas yang kompleks sebagai penghalang, sehingga penyerbukan tidak menghasilkan pembuahan dan biji; (d), eksistensi heterostili (variasi panjang tangkai sari terhadap kepala putik) yang secara morfologis mempersulit mekanisme penyerbukan. Hal ini mempersulit dalam memproduksi biji ubijalar, sehingga pemuliaan tanaman untuk merakit varietas unggul baru juga menjadi lebih rumit.

Buah dan Biji

Buah ubijalar berbentuk kapsul dengan diameter 5-8 mm. Sekat palsu terbentuk selama perkembangan buah, setiap sekat berisi dua lokul, sehingga pada setiap buah yang masak terdapat empat ruang. Setiap ruang mengandung satu biji, biasanya hanya satu atau dua ruang yang berisi biji.

Biji ubijalar berwarna hitam dengan panjang sekitar 3 mm. Bentuk biji datar pada satu atau dua sisi permukaan, sedangkan permukaan yang lain bulat cembung. Warna biji bervariasi dari coklat hingga hitam. Mikrofil terletak pada sisi datar yang berlubang. Kulit biji yang melindungi embrio dan endosperm tebal dan sangat keras hampir kedap air dan oksigen. Oleh karena itu, pengecambahan biji sangat sulit. Daya berkecambah dapat ditingkatkan dengan skarifikasi biji secara mekanik, yaitu dengan memotong



Gambar 8. Buah (kapsul) tanaman ubijalar dengan 1-4 butir biji (Huaman 1992).

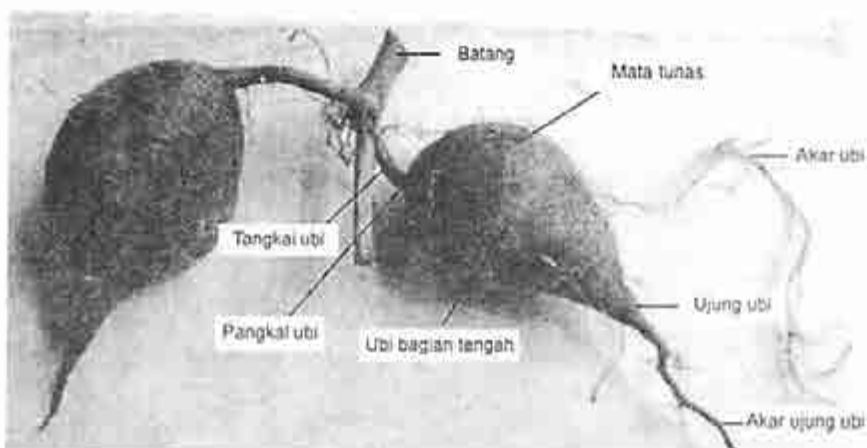
kulit biji atau dengan perlakuan asam sulfat pekat selama 45 menit. Biji ubijalar tidak memiliki masa dormansi tetapi viabilitasnya dapat dipertahankan hingga beberapa tahun.

Perkecambahan biji yang telah diskarifikasi terjadi dalam 1-2 hari. Tahap perkembangan adalah, pertama-tama radikel memanjang kemudian berkembang menjadi akar primer. Tipe perkecambahannya epigeal, karena kotiledon terangkat di atas permukaan tanah. Setelah muncul ke permukaan tanah, kotiledon bercuping dua dan berkembang membentuk klorofil dan berfotosintesis. Biji yang telah berkecambah dibiarkan beberapa waktu di persemaian sebelum ditanam.

Ubi

Ubijalar menghasilkan ubi sebagai hasil pertumbuhan sekunder dari beberapa akar ubi (*tuberous roots*) pada zona perakaran (lapisan tanah sedalam 20-25 cm). Sebagian besar ubi berkembang dari bakal calon ubi yang terdapat pada sistem akar serabut. Ubi juga terbentuk dari akar-akar yang tumbuh pada buku-buku batang yang tumbuh menjalar di permukaan tanah, namun ubi yang terbentuk biasanya berukuran kecil sehingga tidak bernilai ekonomis, bahkan berpengaruh terhadap perkembangan ubi pada sistem akar di zona perakaran.

Bagian-bagian ubi meliputi pangkal ubi (*proximal end*) yang berhubungan dengan batang melalui tangkai ubi (*root stalk*) di mana terdapat banyak mata tunas adventitif yang nantinya bakal tumbuh menjadi tanaman muda. Selanjutnya adalah bagian tengah ubi yang merupakan bagian lebih membesar dan pucuk/ujung ubi yang letaknya paling jauh dari tangkai ubi (*distal end*). Mata tunas juga terdapat pada bagian tengah dan



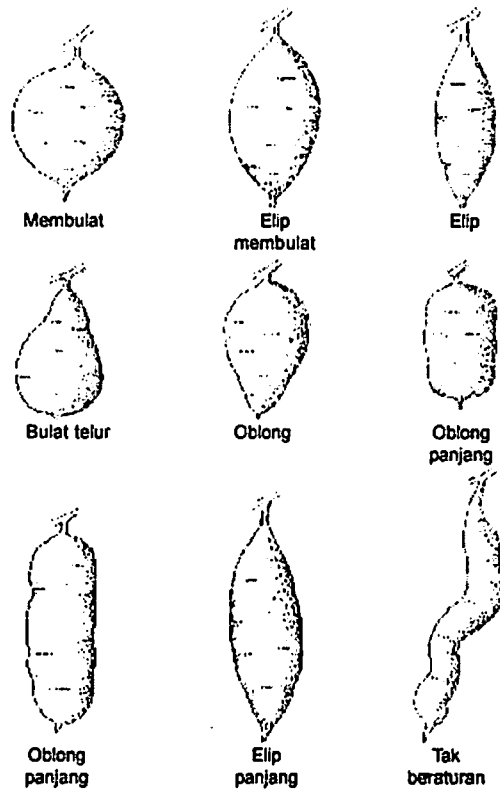
Gambar 9. Bagian ubi (Wargiono 1980).

ujung ubi dan mata tunas yang berada di bagian ujung ubi biasanya lebih lambat berkecambahnya dibandingkan dengan yang terletak di pangkal ubi.

1. Bentuk ubi

Bentuk dan ukuran ubi sangat bervariasi, bergantung pada klon/varietas, struktur tanah, dan faktor lain. Bentuk ubi pada varietas yang sama adakalanya juga bervariasi. Untuk menentukan bentuk ubi perlu dipilih bentuk yang paling dominan. Jika bentuk ubi lebih dari empat macam berarti tidak seragam.

Bentuk ubi pada umumnya adalah (a) membulat (perbandingan panjang : lebar ubi = 1:1), (b) elip membulat (panjang : lebar = 2:1), (c) elip (panjang : lebar = 3:1), (d) bulat telur (melebar pada bagian ujung ubi = ovate), (e) bulat telur (melebar pada bagian pangkal = obovate), (f) oblong, (g) oblong memanjang, dan (h) elip memanjang serta (i) tidak beraturan (Gambar 10).



Gambar 10. Tipe-tipe bentuk umbi ubijalar (Huaman 1992).

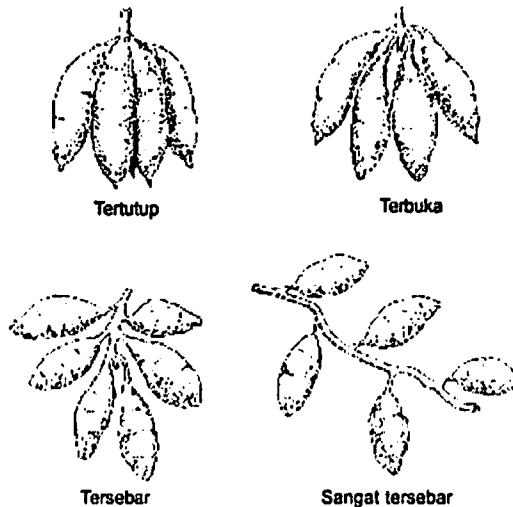
2. Tipe formasi ubi

Pola munculnya ubi dari bagian batang berdasarkan ukuran tangkai ubi yang menghubungkan antara batang dengan ubi tidak ada atau sangat pendek maka formasi pertumbuhan ubi termasuk tertutup dan apabila tangkai ubi panjang disebut formasi pertumbuhan terbuka.

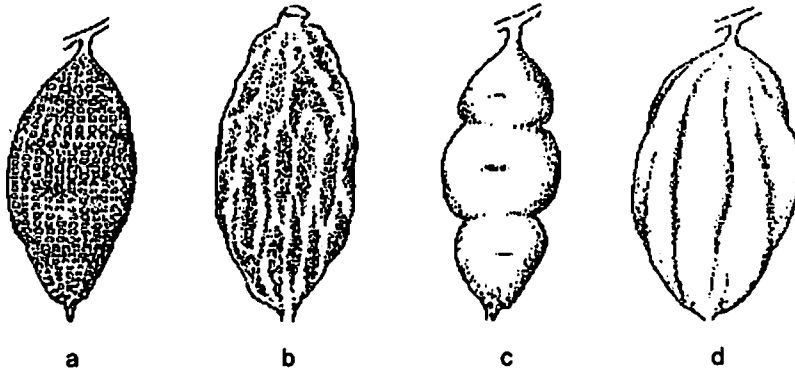
Tipe formasi ubi merupakan salah satu penyiri tetap klon/varietas ubijalar dan susunan ubi adalah tertutup (*closed cluster*), terbuka (*open cluster*), tersebar (*disperse*) dan sangat tersebar (*very disperse*).

3. Warna kulit, daging ubi, dan pola penyebaran warna sekunder

Warna kulit ubi bervariasi dari krem, keputih-putihan, kuning, orange, coklat-orange, merah muda, merah-ungu, dan ungu sangat tua, bergantung pada kondisi lingkungan tumbuh. Warna daging ubi bisa berwarna putih, krem, kuning, orange dan ungu. Pada beberapa klon/varietas ubijalar terdapat warna sekunder berupa pigmen antosianin (warna merah-ungu) yang menyebar dengan pola berbentuk cincin tipis pada korteks, berbentuk cincin lebar pada korteks, bercak-bercak mengelompok melingkar, cincin tipis pada bagian daging ubi, cincin lebar pada daging ubi, kombinasi cincin dan bagian lain, menutup pada sebagian besar daging ubi, dan menutup pada semua daging ubi.



Gambar 11. Tipe susunan umbi ubijalar (Huaman 1992).



Gambar 12. Tipe cacat permukaan ubi (Huaman 1992).

4. Cacat pada permukaan kulit ubi

Permukaan kulit ubi biasanya halus, tetapi beberapa klon/varietas menunjukkan cacat ubi seperti pada Gambar 12, yaitu: (a) menyerupai kulit buaya, (b) berurat, (c) berlekuk horizontal, dan (d) membentuk alur (berlekuk) membujur.

Penyebab cacat pada permukaan kulit ubi antara lain karena faktor genetik, serangan hama dan penyakit (misalnya nematode atau penyakit degeneratif), dan perubahan lingkungan abiotik secara ekstrim.

ANATOMI

Organ tanaman ubijalar mempunyai fungsi spesifik dalam proses pertumbuhannya selama satu siklus. Fungsi tiap organ tanaman berbeda untuk tiap fase pertumbuhan, oleh karena itu anatomi organ tanaman bersifat dinamis sesuai dengan fase pertumbuhan tanaman.

Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh sumber, limbung, dan lingkungan biotik dan abiotik selama siklus hidup tanaman. Tanaman selama tumbuhnya memerlukan energi berupa karbohidrat yang diproses oleh daun dan ditranslokasi ke ubi, melalui tangkai daun, dan batang. Tanaman juga memerlukan unsur hara esensial yang diserap oleh akar dan ditranslokasikan ke seluruh organ melalui jaringan pada batang.

Siklus Hidup

Ubijalar dapat diperbanyak secara vegetatif dan generatif. Perbanyakan secara generatif hanya digunakan oleh pemulia tanaman melalui penilangan/penggabungan sifat-sifat terpilih untuk mendapatkan varietas unggul. Varietas unggul yang telah diadopsi petani diperbanyak secara vegetatif.

Tanaman muda dari perbanyakan vegetatif berasal dari tunas, stek tunas, dan stek batang. Ubi sebagai sumber bibit dan stok bibit biasanya disimpan selama musim hujan di daerah tropis dan selama musim dingin di daerah subtropis. Tunas dan stek tunas berasal dari perbanyakan bibit berupa ubi, dan stek batang berasal dari perbanyakan bibit dari stek batang yang bersumber dari stek tunas atau pertanaman produksi.

Regenerasi dari ubi dimulai dari tunas tumbuh dari kambium ubi utuh atau irisan bagian luar, yaitu muncul dari pelogen, baik pada permukaan epidermis irisan maupun utuh, demikian juga kambium vaskuler.

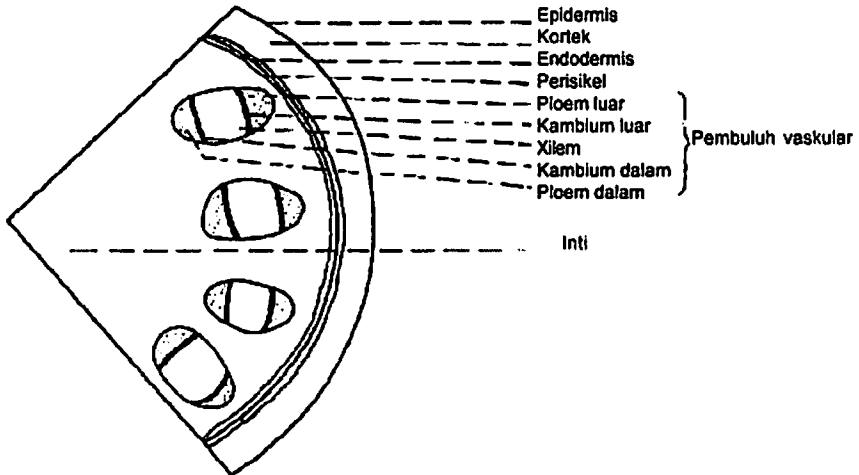
Jaringan Organ Tanaman

1. Batang

Jaringan batang muda dan tua relatif menarik, karena tersusun dari sel-sel penjaga dan stomata pada epidermis; klorenkim yang kompak dari kortek batang muda dan ploem bagian dalam batang muda maupun tua. Oleh karena itu, batang ubijalar mempunyai potensi untuk memproduksi karbohidrat dari unsur-unsur yang terkait pada lingkungan yang sesuai.

Gambar 13 memperlihatkan struktur anatomi potongan melintang pada batang yang masih muda. Dari bagian luar sampai ke inti batang tertutup oleh lapisan epidermis berupa barisan tunggal sel. Sel pengawal, stomata, dan bulu terdapat di atas epidermis tersebut. Setelah epidermis terdapat korteks, yang tersusun dari beberapa lapis sel klorenkim kompak yang mengandung klorofil. Saluran getah juga terdapat dalam korteks. Jaringan berikutnya adalah endodermis, dan pada lapisan yang lebih dalam selanjutnya adalah perisikel yang tersusun dari dua atau tiga lapisan sel maristematik.

Pembuluh ikat (*vascular bundle*) adalah bikolateral dengan ploem pada sisi luar dan dalam, xylem di bagian tengah dan lapisan cambium yang memisahkan xylem dengan ploem luar dan dalam. Bagian pusat dari batang diisi oleh 'pith' yang tersusun dari sel-sel besar dengan ruang interselular dan pembuluh lateks. Keberadaan perisikel dan endodermis pada batang ubijalar memungkinkan untuk mempermudah batang menghasilkan akar pada media yang lembab. Hal ini penting dalam budi daya sebab ubijalar umumnya diperbanyak menggunakan stek batang.



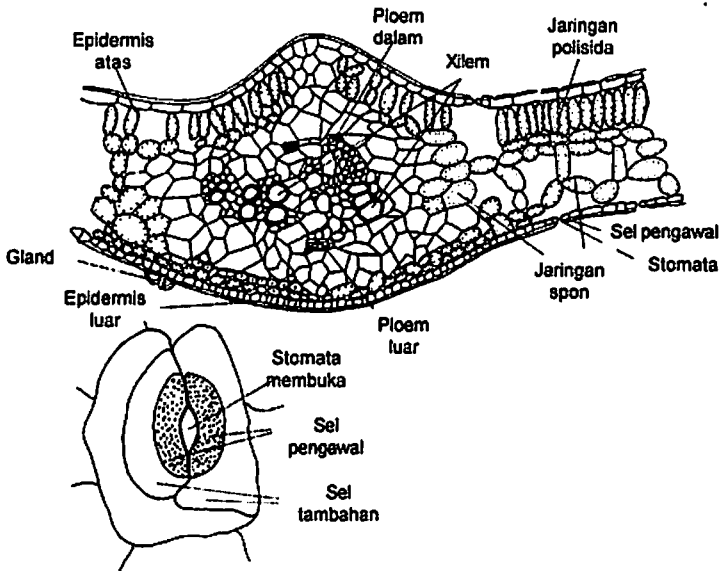
Gambar 13. Penampang lintang batang (Edmond 1971).

2. Daun

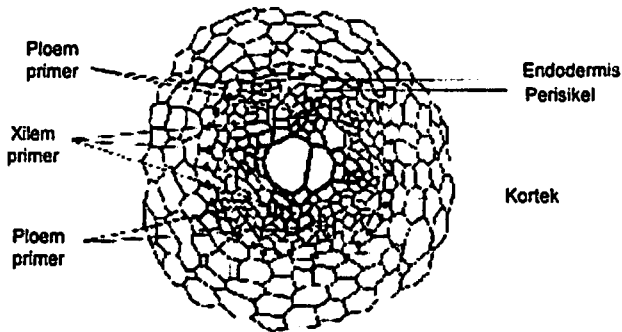
Jaringan pelindung sel-selnya tidak reguler, baik ukuran maupun bentuknya. Helai daun mempunyai lapisan kutikula pada permukaan luar. Sel-sel pengawal mengandung kloroplast yang terletak sedikit di atas sel pelindung dan dikelilingi oleh dua atau lebih sel tambahan yang jumlahnya lebih banyak di lapisan bawah. Klorenkima terdiri atas 1-2 lapisan sel palestida yang lebih pendek, selapis sel spon, dan ruang interaseluler yang banyak. Tulang daun besar mengandung ploem dalam (adaksial), xilem dinding dan ploem luar (abaksial) tebal, sedang tulang daun kecil hanya mengandung xilem dinding tipis dan ploem luar. Satu kolensima (jaringan mekanis) segera menggantikan jaringan palisade di atas midrib dan tulang daun besar, dan memperkuat zona lapisan lain di bawahnya (Edmond 1971). Penampang lintang daun tersaji pada Gambar 14.

3. Akar

Jaringan akar (*fibrous roots*) muda berperan menyerap air dan larutan hara esensial tersusun dari kortek, endodermis, perisikel, ploem primer, dan xilem primer. Kortek primer relatif luas dan kompak, endodermis jelas dengan garis kasparian, perisikel tumbuh baik, terdapat empat grup ploem primer dan tetra xilem primer yang siap menjadi ubi pentra atau heksa xilem (Gambar 15).



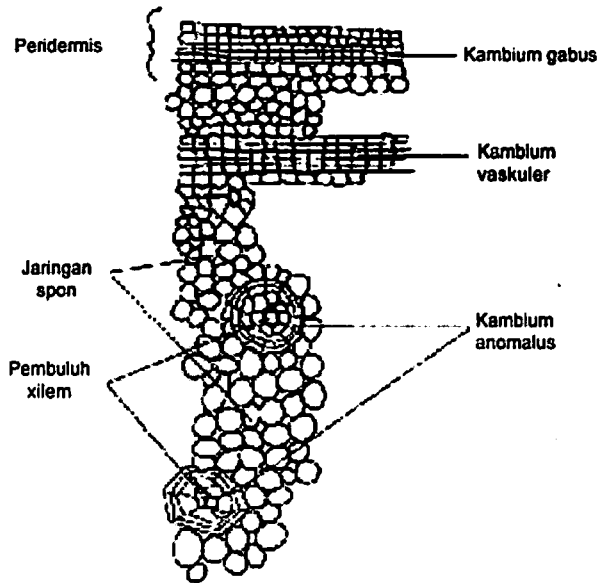
Gambar 14. Penampang lintang daun (Edmond 1971).



Gambar 15. Penampang lintang akar muda (Edmond 1971).

4. Ubi

Susunan jaringan ubi adalah modifikasi susunan jaringan batang dan dalam proses pertumbuhan selanjutnya stukturanya merupakan modifikasi dari akar. Oleh karena itu, proses tersebut disebut pembesaran struktur akar ubi (*tuberous roots*). Susunan jaringan ubi sama dengan akar primer, yang tipe ikatan vaskulernya adalah radial dengan sebuah xilem pentra atau heksa dan ploem antar untaian xilem.



Gambar 16. Penampang lintang ubi (Edmond 1971).

Secara umum pembesaran ubi disebabkan oleh aktivitas tiga grup kambium, yaitu kambium gabus atau pelogen, kambium vaskuler, dan kambium anomalous. Pelogen timbul dari perisikel dan memproduksi beberapa lapis sel gabus pada bagian luar yang disebut ploem atau gabus, dan selapis dari sel hidup pada bagian dalam yang disebut pelodermis. Pelogen, ploem dan pelodermis secara kolektif disebut peridermis.

Kambium vaskuler muncul dari sel-sel parenkim antara ploem primer dan xilem primer pada fase sangat awal dalam siklus hidup ubi dan membentuk cincin secara kontinyu, untuk menghasilkan ploem sekunder pada bagian luar dan xilem sekunder pada bagian dalam, kambium anomalous muncul dari sel parenkim di sekeliling pembuluh individual atau grup yang dibentuk sebelumnya dan menghasilkan beberapa *tracheid* menuju ke pembuluh. Beberapa pembuluh ayak keluar dari pembuluh dan sebagian besar parenkim penyimpanan karbohidrat terbentuk pada dua arah.

Pada prinsipnya, jaringan ubi terdiri atas peridermis cincin dari ikatan vaskuler agak di bawah peridermis, *tracheid*, pembuluh ayak dan *laticifers interspersed* di antara sejumlah besar parenkim penyimpanan karbohidrat antara xilem sekunder dan cincin vaskuler, dan pusat ubi.

DAFTAR PUSTAKA

- Edmond, J.B. 1971. Morphology and anatomy sweetpotato: production, processing and marketing.
- Huaman, Z. 1989. Descriptors for the characterization and evaluation of weetpotato genetic resources. Exploration, maintenance, and utilization of sweetpotato genetic resources. p. 331-355. Report 1st Sweet Potato Planning Conference 1987. CIP.
- Huaman, Z. 1992. Systematic botany and morphology of the sweetpotato plant. Technical Information Bulletin 25. International Potato Center (CIP), Lima, Peru. 22 p.
- Onwueme, I.C. 1978. The tropical tuber crops. Yams, cassava, sweetpotato, andcoco-yams. John Wiley & Sons. New York. 234p.
- Tsou, S.C.S. and T.L. Hong. 1992. The nutrition and utilization of sweetpotato. p. 359-380. *In*: Hill, W.A., C.K. Bonsi, and P.A. Loretan (Eds.). Sweetpotato Technology for 21st Century. Tuskegee University, Alabama.
- Wargiono, J. 1980. Ubijalar dan cara bercocok tanamnya. Bul. Tek. Puslitbangtan 5. 37 p.
- Wilson, L.A. 1982. Tuberization in sweetpotato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). p.79-94. *In*: Villareal, R.L. and T.D. Griggs (Eds.). Proc. of the First Internat. Symp. Sweetpotato. AVRDC, Taiwan, China.
- Yoshimoto, M. 1998. Sweetpotato as a multifunctional food. p.273-283. *In*: LaBonte, D.R. *et al.* (Eds.). Proc. of a Workshop on Sweet Potato Production System Toward the 21st Century. Miyakonojo, Japan. Dec. 9-10, 1997. Kyushu Nat. Agric. Exp. Station (KNAES), Japan.