

Morfologi Tanaman

T. Sundari dan J. Wargiono

TAKSONOMI DAN MORFOLOGI

Taksonomi

Ubikayu yang secara regional atau lokal sering disebut sebagai tapioka, maniok, mandioka, kohoi, kamoteng, bodin, sampeu, kaspé, singkong dan yuca, merupakan spesies *Manihot esculenta* Crantz, termasuk dalam famili Euphorbiaceae. Ubikayu merupakan tanaman asli dari Brasil, yaitu daerah Amazon. Genus *Manihot* yang telah teridentifikasi adalah 98 spesies, mayoritas dijumpai di Brasil (80 spesies) dan sisanya (18 spesies) di Meksiko dan negara Amerika Latin lainnya. Genus *Manihot* yang dibudidayakan hanya ubikayu (*Manihot esculenta* Crantz), disebut juga dengan *Manihot utilissima*, *Manihot edulis*, dan *Manihot aipi* (Sreekumari *et al.* 2000).

Taksonomi tanaman ubikayu adalah: kelas Dicotyledoneae, subkelas Archichlamydeae, ordo Euphorbiales, famili Euphorbiaceae, suku Manihoteae, genus *Manihot*, dan spesies *Manihot esculenta* Cranz (Rajendran *et al.* 2000).

Meskipun merupakan tanaman tahunan, namun ubikayu dipanen pada umur 6-12 bulan setelah tanam, dan diperbanyak secara vegetatif dengan menggunakan stek batang. Ubikayu termasuk tanaman monoecious, batang tidak bercabang dan bercabang, dengan tinggi bervariasi antara 1-5 m, (bergantung pada varietas dan kondisi lingkungan). Karakteristik botani *Manihot esculenta* cukup beragam, yang terekspresi pada tingkat persilangan dalam spesies yang tinggi. Untuk membedakan varietas hasil persilangan dalam spesies berdasarkan sifat-sifat morfologinya adalah: (1) tinggi tanaman; (2) ukuran, bentuk dan warna batang; (3) bentuk dan ukuran daun; serta (4) warna kulit, daging, dan bentuk ubi (Carlos 1984).

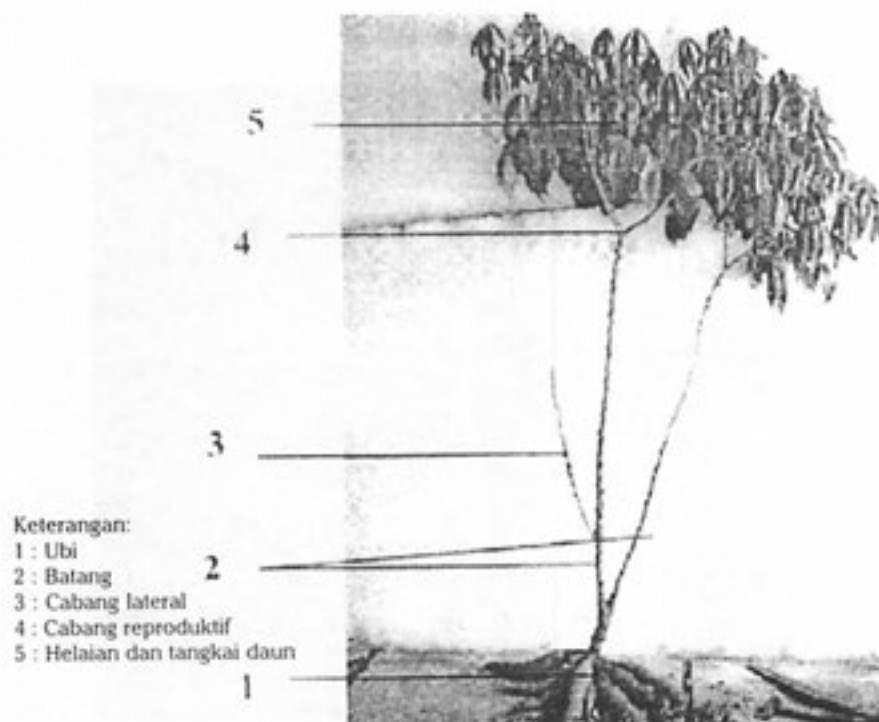
Morfologi

Karakter morfologi ubikayu yang sangat variatif mengindikasikan tingkat hibridisasi intraspesifik yang tinggi. Hal ini juga tergambar pada jumlah varietas/klon di Bank Plasma Nutrah yang cukup besar, sekitar 4.700 aksesori di CIAT dan 1.700 aksesori di EMBRAPA yang dikoleksi dari berbagai agroekosistem, yaitu (1) semiarid tropis dataran rendah dan tinggi, (2)

dataran rendah subtropis beriklim basah, (3) dataran rendah tropis subhumid, (4) dataran tropis basah, dan (5) dataran rendah savana panas. Karakter morfologis tersebut dapat dikelompokkan sebagai karakter tetap dan tidak tetap. Karakter tetap menggambarkan taksonomi spesies atau varietas. Karakter tidak tetap dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan dapat dikatakan sebagai interaksi genotipe dengan lingkungan. Karakter morfologis ubikayu relatif tidak mudah dideskripsikan, karena sebagian besar morfologi tanaman dipengaruhi oleh interaksi antara genotipe dengan lingkungan.

Karakter tetap tiap organ tanaman yang dapat digunakan sebagai paramater minimal untuk mengidentifikasi varietas/klon adalah sbb.:

- Daun : (1) warna pupus/daun pucuk, (2) warna daun tua bagian bawah, (3) bentuk helaian daun bagian tengah, (4) warna tangkai daun.
- Batang : (1) warna kulit batang, (2) warna batang bagian dalam (kayu + gabus), (3) jarak antar mata tunas, (4) percabangan reproduktif dan lateral, (5) tinggi batang.



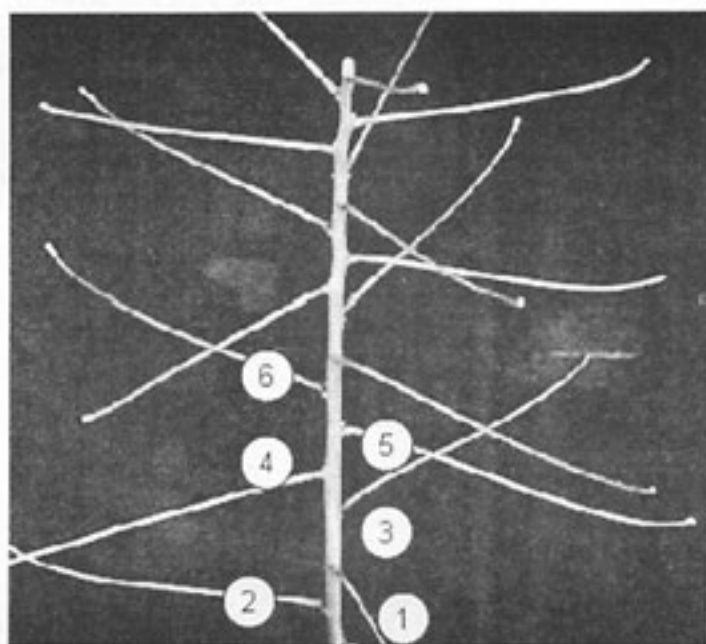
Gambar 1. Morfologi tanaman ubikayu.

- Bunga : (1) dapat berbunga pada berbagai elevasi, (2) mempunyai bunga vertil jantan maupun betina, (3) hanya bunga betina yang vertil.
- Ubi : (1) panjang tangkai ubi, (2) warna kulit luar ubi, (3) warna kulit dalam ubi, (4) warna daging ubi, (5) bentuk ubi.

Daun

Seperti pada tanaman lain, daun ubikayu merupakan organ yang berperan dalam transfer energi-cahaya matahari menjadi energi-kimia melalui proses fotosintesis. Hasil daun, umur mencapai luas maksimal, dan laju pertumbuhan (CGR) merupakan karakter tidak tetap yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan.

Pembentukan daun dan tangkai daun berawal dari maristem axillary yang terdapat pada setiap ketiak tangkai daun pada batang, letak daun berselang-seling dengan indeks spiral (filotatik) $2/5$. Indeks tersebut menunjukkan posisi daun pertama dan keenam identik, mengelilingi batang (Gambar 2). Indeks filotatik berubah bila tunas/tanaman tumbuh tidak normal karena terserang hama/penyakit dan adanya kompetisi dalam memperoleh cahaya matahari dan hara.



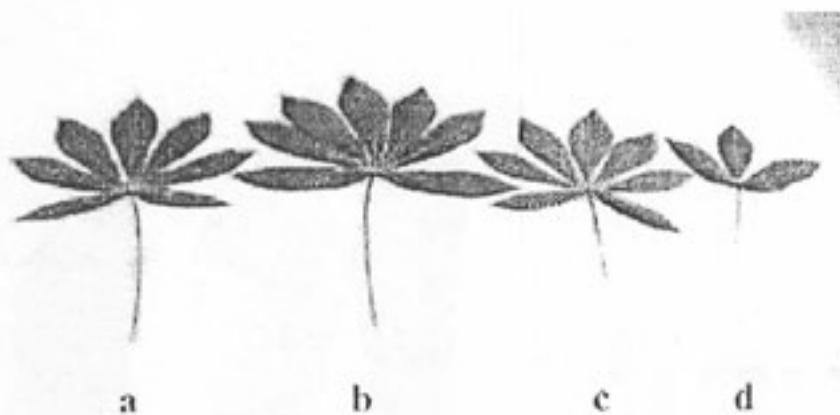
Gambar 2. Susunan daun ubikayu pada batang dengan indeks spiral $2/5$.

Daun terdiri atas helaian daun dan tangkai daun. Helaian daun berbentuk telapak tangan dan berbagi menjari. Warna helaian daun bagian bawah berbeda untuk tiap varietas, dengan warna tulang daun yang sama dengan tangkai daun, yaitu ungu (merah lembayung), hijau gelap, dan hijau terang.

Secara umum jumlah jari daun berkisar antara 1-9, tetapi karakternya berbeda, bergantung pada umur tanaman dan varietas. Jumlah helaian daun pada fase awal berkisar antara 3-5 helai tiap tangkai, pada umur 5-7 bulan 7-9 helai tiap tangkai, sedangkan pada umur selanjutnya cenderung tetap untuk tipe yang tidak bercabang dan 1-5 untuk tipe yang bercabang reproduktif.

Luas helaian daun mencapai optimal pada umur sekitar lima bulan dan mulai menyempit pada umur 6-7 bulan, bahkan terjadi penurunan yang drastis, baik luas maupun jumlah helaian daun untuk varietas yang bercabang reproduktif (Gambar 3).

Panjang jari daun (helaian daun) berkisar antara 4-20 cm dan lebar 1-6 cm. Jari daun yang ada di tengah lebih luas dan lebih panjang dibandingkan dengan yang di samping. Kuncup daun (daun + tangkai muda pada pucuk tanaman) tumbuh tiap satu setengah sampai tiga hari dan dipengaruhi oleh umur dan jumlah tunas yang tumbuh tiap tanaman. Jumlah kuncup yang tumbuh meningkat sampai umur enam bulan dan terus menurun sejalan



Gambar 3. Ilustrasi perkembangan helaian daun.

Daun dari tanaman umur:

a. 4-5 bulan

b. 6-7 bulan

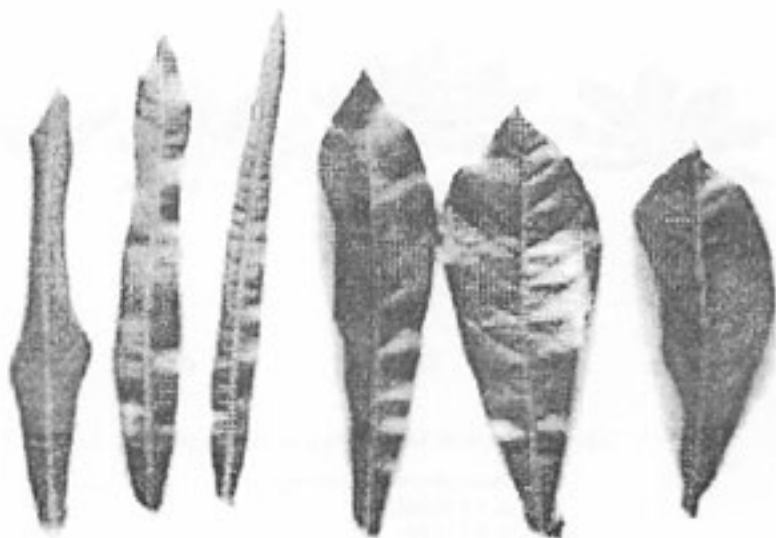
c. 8 bulan atau lebih

d. Daun pucuk pada cabang reproduktif terakhir

dengan bertambahnya umur tanaman. Jumlah kuncup yang tumbuh berkorelasi negatif dengan jumlah tunas per tanaman (Wargiono 1979).

Pengelompokan bentuk helaian daun adalah lurus (*straight* atau *linier*), melengkung (*arched*) dan pandurate. Ada juga yang mengelompokkan daun ke dalam bentuk elip, lancip menyerupai mata tombak (*lanceolate*), dan bulat lonjong dengan ujung lancip menyerupai mata tombak gemuk (*above lanceolate*). Bentuk helaian daun dari varietas ubikayu yang telah terkoleksi di Balitkabi dan BB Biogen teridentifikasi enam kelompok, yaitu (1) helaian sempit memanjang dengan 2-3 sudut tajam pada setiap sisi helaian daun, (2) helaian sempit memanjang dengan 2-3 sudut tumpul (bergelombang) pada setiap sisi helaian daun, (3) helaian sempit memanjang dengan tepi helaian daun rata, (4) helaian lebar memanjang, (5) helaian lebar lonjong, dan (6) helaian lebar membulat pada bagian ujung (Gambar 4).

Warna helaian daun bagian atas dari varietas yang sudah terkoleksi dapat dibedakan menjadi (1) hijau gelap, (2) hijau muda, (3) ungu hijau, dan (4) belang-belang kuning. Warna tersebut sering dipengaruhi oleh elevasi dan suhu serta status hara, yaitu menjadi semakin gelap dengan semakin tingginya tempat dan kadar hara N di tanah. Walaupun warna helaian daun berkorelasi positif dengan kadar N tanah, namun tidak berkorelasi positif dengan kadar HCN ubi. Warna tulang daun bervariasi dari hijau ke ungu. Warna tulang daun bisa sama atau berbeda pada helaian daun.



Gambar 4. Karakter tetap bentuk helaian daun ubikayu.

Tangkai daun yang panjangnya bervariasi antara 10-20 cm berwarna merah, ungu, hijau, kuning dan kombinasi dari empat warna tersebut, baik seluruh tangkai, maupun ujung dan pangkal, atau bagian atas dan bawah. Warna tangkai daun juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan.

Tangkai daun tumbuh di antara dua stipula dan bakal tunas. Tangkai daun berperan sebagai (1) pengatur posisi helaian daun mengikuti posisi matahari agar energi surya yang dapat diubah menjadi energi kimia melalui keglatan fotosintesis maksimal, yaitu dengan mengubah sudut deklinasi dan inklinasi (Hozyo *et al.* 1984), dan (2) pelindung bakal tunas. Tangkai daun yang telah mati dan gugur meninggalkan benjolan pada batang dan di seliap titik tumbuh terdapat bakal tunas, sehingga benjolan tersebut berperan sebagai pelindung titik tumbuh bila batang digunakan sebagai bibit.

Bunga

Ubikayu termasuk tanaman monosious, bunga jantan dan betinanya terletak pada tangkai bunga yang berbeda dalam satu batang untuk tiap tanaman. Varietas ubikayu berdasarkan kemampuan berbunganya dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu (1) hanya dapat berbunga di dataran tinggi (lebih dari 800 m dpl.), dan (2) dapat berbunga di dataran tinggi maupun di dataran rendah. Jenis bunga yang dihasilkan juga dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu (1) dapat menghasilkan bunga jantan dan betina yang fertil, (2) menghasilkan bunga betina fertil dan bunga jantan steril. Ubikayu termasuk tanaman berumah dua, yaitu bunga jantan dan betina tidak dalam bunga yang sama. Bunga ubikayu tumbuh pada setiap titik tengah percabangan reproduktif. Batang produktif bercabang 2-3, dan dari tiap cabang tersebut bercabang lagi, sehingga tersusun percabangan reproduktif ganda ke-1, ke-2, ke-3, ke-4, dan seterusnya. Bunga tumbuh

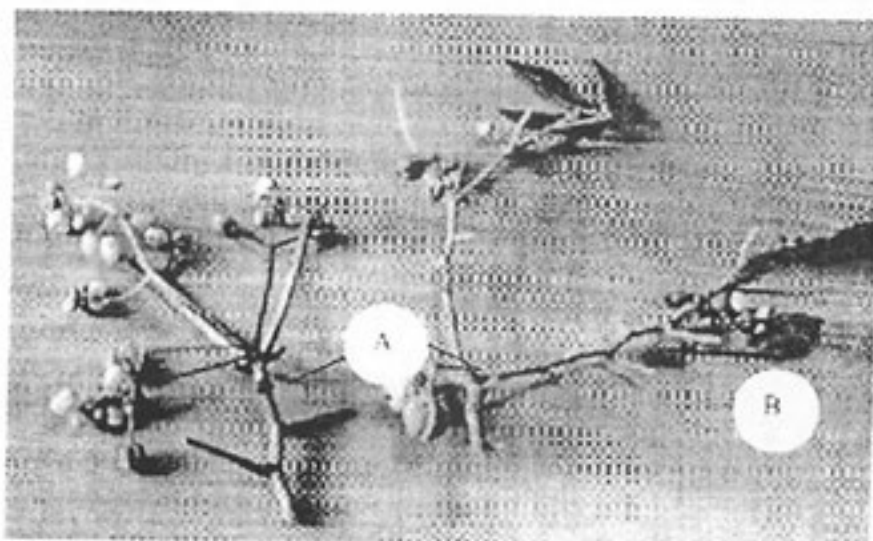


Gambar 5. Bagian batang tempat terbentuknya tandan bunga majemuk (Carlos 1984).

pada ketiak daun ujung ranting bila percabangan reproduktif tidak lagi terbentuk (Gambar 5). Pada titik percabangan tumbuh beberapa bunga betina dan jantan yang umur masak untuk melakukan penyerbukan berbeda sekitar 10 hari (Gambar 5). Bunga betina dan jantan mekar (kelopak bunganya membuka sempurna) antara pukul 08.00-10.00 pagi, dan pada waktu yang sama serangga mulai aktif mengumpulkan tepungsari untuk madu (Wargiono 1979). Percabangan reproduktif berganda ke-1, ke-2, ke-3 dan seterusnya dalam satu tanaman terbentuk setiap 4-8 minggu, sedangkan masaknya tepungsari dan putik berbeda antara 1-2 minggu.

Susunan bunga ubikayu sangat beragam. Bentuk dasar susunan bunga adalah *raceme* (rangkain bunga yang berbentuk sederhana), *panicle* (bentuk rangkain bunga majemuk dengan induk tangkai bunga bercabang membentuk struktur piramida) (Tjitrosoepomo 1988), atau kombinasi keduanya yang menghasilkan beberapa bentuk, yaitu (a) kelompok tandan bunga berbentuk sederhana, (b) kelompok tandan bunga sederhana mengelilingi induk tangkai bunga, (c) kelompok bunga majemuk mengelilingi induk tangkai bunga, dan (d) kelompok tandan bunga sederhana dan bunga majemuk mengelilingi induk tangkai bunga (Gambar 6).

Tandan bunga tumbuh di antara cabang reproduktif yaitu (a) percabangan ke-1, ke-2, ke-3, dan ke-4 (Gambar 7A, B), dan (b) pada pangkal daun di bagian pucuk tanaman (Gambar 6B dan 7C). Bunga betina terletak pada bagian bawah tandan bunga majemuk (A), sedangkan bunga jantan

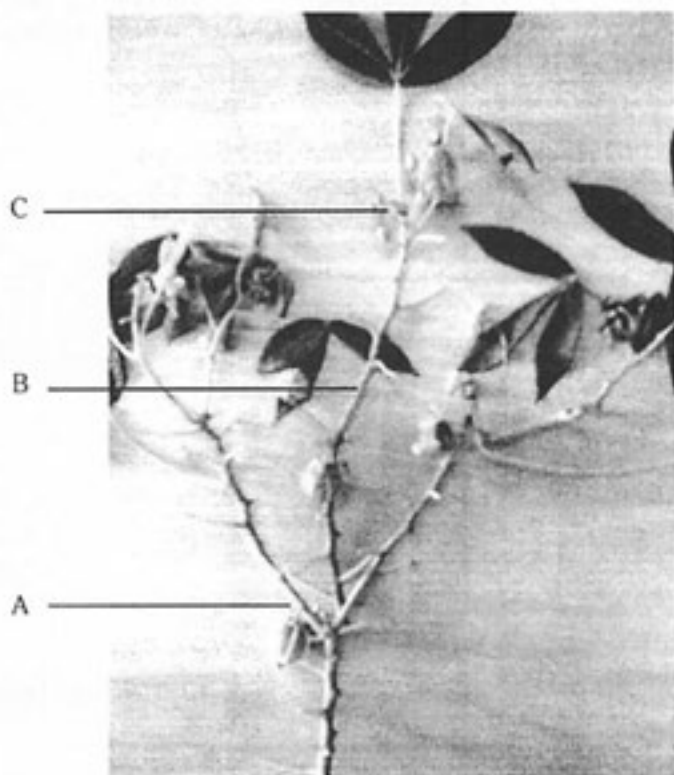


Gambar 6. (A) Bunga terbentuk di antara cabang produktif, dan (B) bunga terbentuk pada pangkal daun di bagian atas tanaman.

berkelompok pada tandan bunga bagian atas (B). Pada beberapa kasus, tandan utama bunga majemuk hanya mengandung bunga jantan.

Bagian-bagian bunga pada rangkaian bunga sederhana (*raceme*) dan majemuk (*panicle*) hanya dibedakan berdasarkan struktur berikut:

- Bunga sederhana: (1) tangkai tandan bunga, (2) kelopak bunga primer/stipula, (3) kelopak bunga, (4) tangkai bunga, (5) bunga betina, (6) bunga jantan, dan (7) tangkai bunga sekunder.
- Bunga majemuk: (1) tangkai pokok tandan bunga, (2) kelopak bunga/stipula utama, (3) kelopak bunga/stipula sekunder, (4) kelopak bunga, (5) tangkai bunga sekunder anak tandan, (6) bunga betina, (7) bunga jantan, dan (8) tangkai tandan.

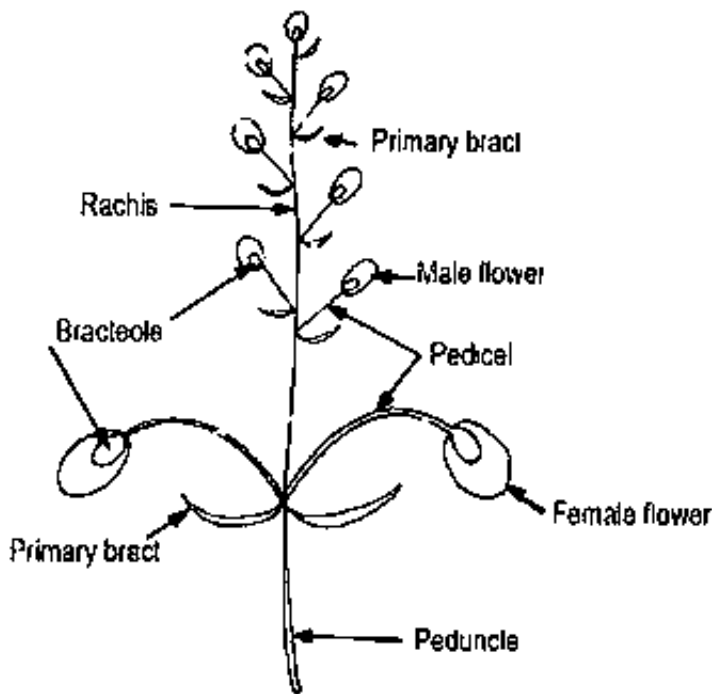


Gambar 7. Percabangan reproduktif dan tempat tumbuhnya tandan bunga.

- A: Tandannya yang telah menjadi buah pada cabang reproduktif ke-3
- B: Tandannya pada cabang reproduktif ke-4
- C: Tandannya tumbuh pada ketiak daun pucuk

Pada Gambar 8 dapat dilihat struktur dan morfologi bunga sederhana dan majemuk dengan uraian sebagai berikut:

- Bunga betina: tersusun berlawanan antara yang satu dengan lainnya, jumlahnya bervariasi antara 1-3.
- Bunga jantan: lebih kecil dan jumlahnya lebih banyak dibandingkan bunga betina, tersusun secara berselang-seling.
- Peduncle (langkai bunga majemuk): berbentuk silinder, terdapat pada bagian poros tandan bunga.
- Floral rachis: poros tandan bunga setelah sisipan bunga pertama, langsung diikuti oleh peduncle.
- Pedicel: tangkai anak bunga yang terdapat pada bunga majemuk
- Setiap bunga jantan atau betina mempunyai cabang primer dan brakteola (primordia bunga), organ foliaceous yang terdapat pada tandan bunga.

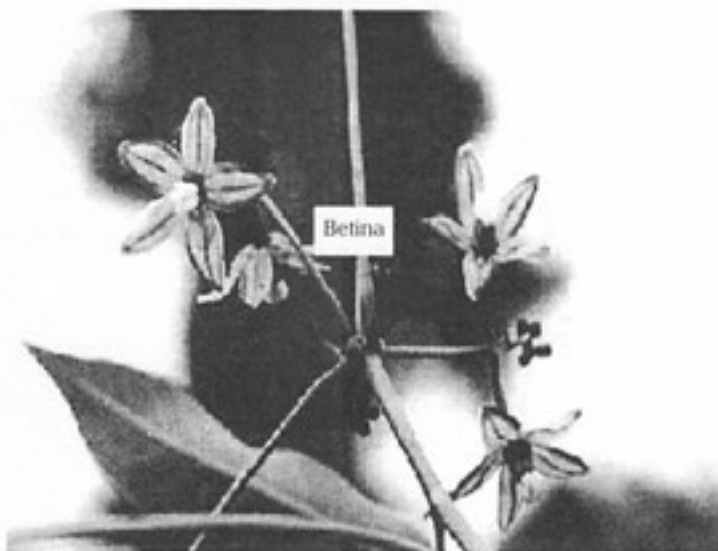


Gambar 8. Struktur rangkaian bunga sederhana (*raceme*) dan majemuk (*panicle*).
(Sumber: Carlos 1984).

Struktur bunga ubikayu termasuk dalam golongan perigonium, di mana kelopak bunga dan mahkota bunga yang terbentuk tidak dapat dibedakan antara yang satu dengan lainnya. Kelopak bunga dan mahkota bunga umumnya tersusun melingkar, terdiri atas lima tepal (daun tenda bunga) dengan warna kuning, kemerah-merahan, atau ungu (Gambar 9).

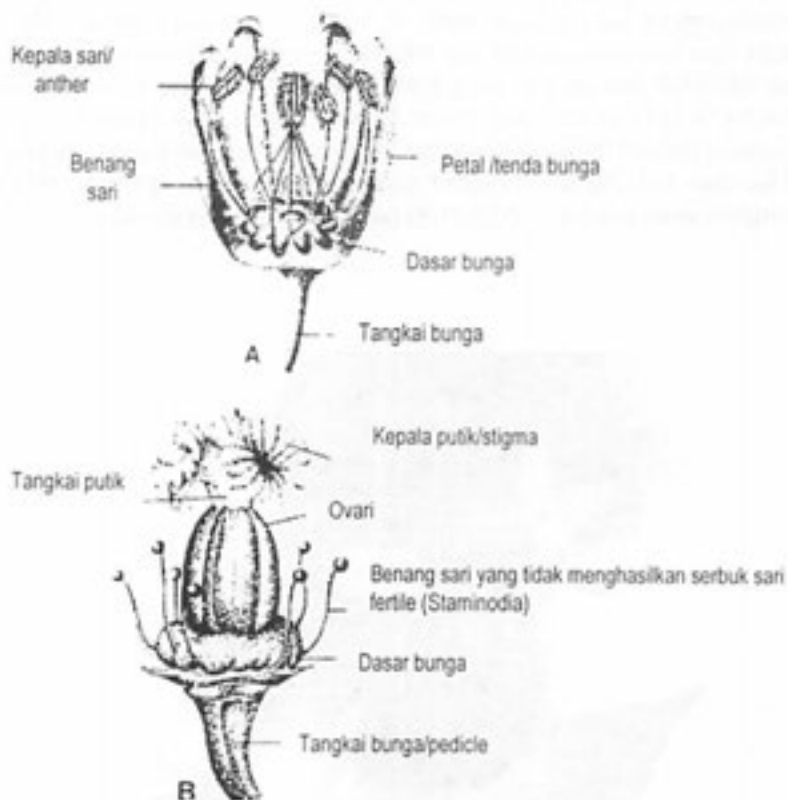
Ukuran bunga jantan separuh bunga betina, mempunyai tangkai yang sangat pendek, bulat kecil dan lurus, sedangkan tangkai bunga betina bulat besar, panjang, dan melengkung.

Bunga betina tersusun dari lima tenda bunga yang dapat membuka sampai pangkal bunga, bakal buah (ovari) dikelilingi oleh lekukan penebalan dasar bunga yang berwarna kuning, berbentuk cincin, tangkai putik bersatu, sangat pendek yang terletak pada ujung ovari, kepala putik melebar yang terdiri atas tiga lekukan dengan bagian tepi tidak beraturan dan berdaging berasal dari tangkai putik, berwarna kuning yang masing-masing dihubungkan oleh tangkai putik ke bakal buah (van Steenis 1988). Pada beberapa varietas terdapat staminodia (menyerupai benang sari tetapi tidak membentuk serbuk sari yang fertile, biasanya terletak di antara mahkota bunga dengan putik) yang muncul dari lekukan pada dasar bunga. Ovari superior terbagi menjadi tiga lokus, masing-masing mengandung satu ovule (Gambar 10). Bunga tersebut akan tumbuh menjadi buah bila terjadi penyerbukan dan akan gugur bila tidak terjadi penyerbukan.



Gambar 9. Bunga betina ubikayu.

Ciri utama bunga jantan adalah (1) lebih kecil dari bunga betina (sekitar 50%), (2) tidak mempunyai mahkota tetapi memiliki lima kelopak yang dan hanya dapat membuka sampai bagian tengah bunga bila tepungsarinya telah masak (siap menyerbuki), sekitar 10 hari setelah bunga betina masak, (3) tandan bunga jantan tegak dan posisinya lebih tinggi dari bunga betina, (4) tangkai bunga jantan pendek dan lemah, (5) bunga jantan mempunyai 10 benangsari, lima di antaranya lebih pendek dengan kotak sari bergabung dan lima lainnya lebih tinggi yang terdistribusi pada setiap kelopak bunga, dan (6) kelopak bunga mulai membuka sekitar pukul 08.00 pagi dan tepungsarinya siap menyerbuki putik, baik atas bantuan angin maupun serangga, kemudian menutup menjelang sore hari, selanjutnya layu dan rontok, namun tepunghari masih efektif sampai enam hari bila disimpan dengan baik (Wargiono 1979).



Gambar 10. Struktur bagian dalam bunga ubikayu: (A) jantan dan (B) betina (Sumber: Carlos 1984).

Buah

Setelah bunga betina diserbuki, kelopak bunga menutup, layu dan rontok/gugur. Ovari berkembang membentuk buah. Buah dipanen setelah tua dan masak fisiologis, berkisar antara 100-135 hari setelah peyerbukan. Buah ubikayu berbentuk bulat telur dengan empat sayap pada kulit bagian luar, kulit buah mengering dan keras serta merekah sepanjang garis tertentu pada saat buah masak (tipe *dehiscent*), terdiri dari atas kapsul yang berbentuk bulat, dengan diameter 1-1,5 cm, mempunyai enam garis lurus yang membujur dan menonjol di bagian punggung (Gambar 11).

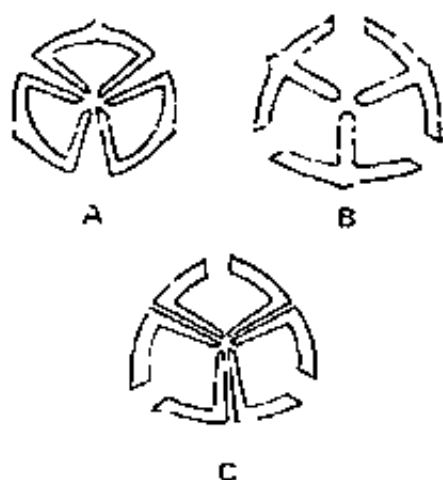
Apabila buah dipotong secara melintang dapat dilihat jaringan yang berbeda, yaitu epicarp, mesocarp, dan endocarp (Gambar 12). Endocarp berkayu, membuka dengan tiba-tiba pada saat buah masak dan kering yang mengakibatkan biji terlempar. Epicarp dan mesocarp layu setelah biji masak.



Gambar 11. Buah ubikayu.



Gambar 12. Struktur bagian dalam buah ubikayu.

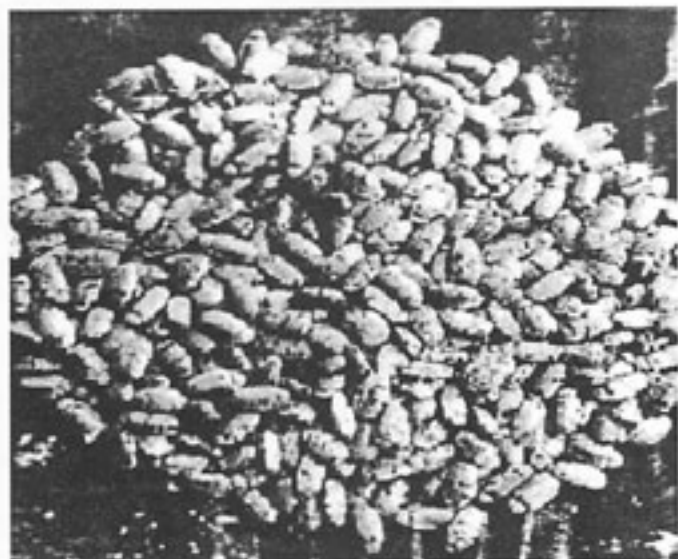


Gambar 13. Tipe buah: (A) septicidal, (B) longitudinal, dan (C) kombinasi keduanya (Sumber: Carlos 1984).

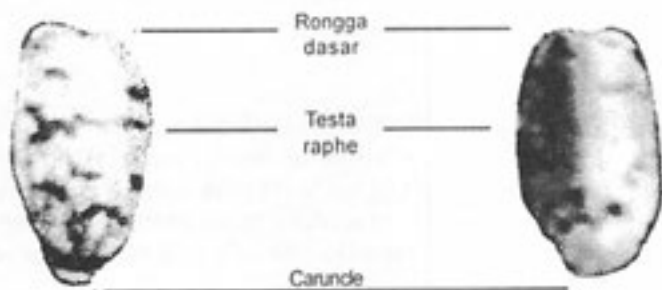
Tipe buah dehiscent pada ubikayu dibedakan menjadi dua, yaitu septicidal dan lokulsidal. Dengan kombinasi kedua tipe tersebut, buah membuka menjadi enam katup (Gambar 13).

Biji

Biji merupakan organ reproduksi tanaman. Biji ubikayu berbentuk elip dengan panjang sekitar 10 mm, lebar 6 mm, dan tebal 4 mm. Permukaan biji halus dan berwarna kombinasi antara coklat, kelabu dan ungu, baik dasar maupun coraknya (Gambar 14). Pada bagian atas biji dijumpai karunkel (sumbat lembaga yang terdapat di dekat mikrofil). Struktur tersebut hilang setelah biji jatuh ke tanah. Bagian dasar biji berlekuk membentuk rongga kecil, berada pada ujung yang berlawanan dengan karunkel (Gambar 15).

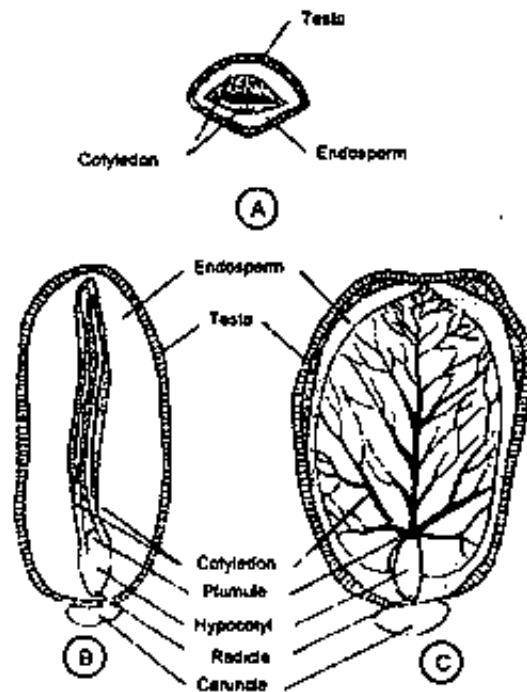


Gambar 14. Biji ubikayu.



Gambar 15. Struktur luar biji ubikayu.

Struktur bagian dalam biji berdasarkan potongan membujur dan melintang dapat dilihat pada Gambar 16. Bagian luar biji disebut testa, di bawah testa dijumpai endosperma yang tersusun dari sel parenkim polyhedral, berfungsi melindungi embrio dan persediaan cadangan makanan. Kotiledon berwarna putih, berbentuk elip, dan berdaging. Bagian dalam kotiledon terdapat bakal daun.

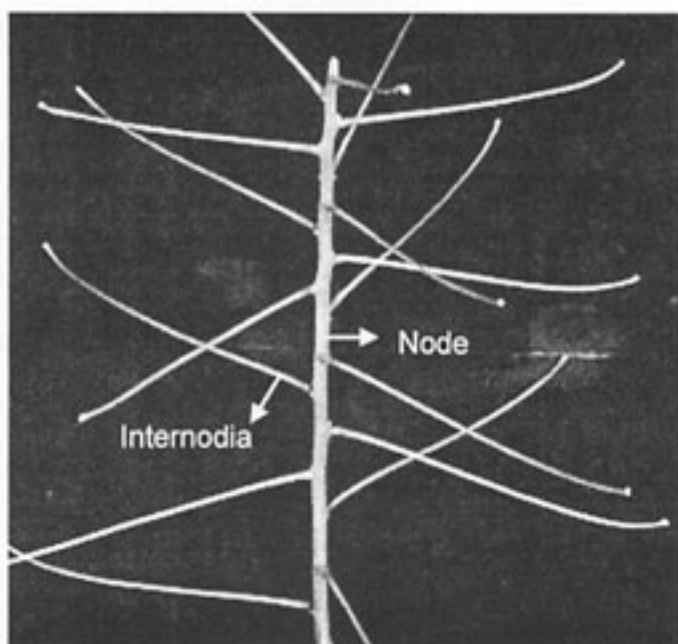


Gambar 16. Struktur bagian dalam biji (Sumber: Carlos 1984).

Batang

Batang merupakan organ perbanyakan aseksual atau sumber bibit utama pada sistem penangkaran/perbanyakan nongeneratif dalam usahatani ubikayu secara komersial. Batang tua berbentuk silindris dengan diameter bervariasi antara 2-6 cm, tebal, dan warna kulit batang bervariasi, bergantung pada umur tanaman dan varietas. Batang tua berwarna abu-abu, kemerahan, dan coklat.

Pada batang yang tua terdapat benjolan bekas tangkai daun tua yang mati dan gugur. Benjolan tersebut biasanya disebut ruas dan antar-ruas disebut buku, namun antar-buku tidak terdapat balas yang jelas seperti pada bambu. Panjang buku dapat digunakan sebagai indikator pengenal terhadap tingkat produktivitas, semakin pendek buku semakin rapat tangkai daunnya atau semakin banyak daun yang berfotosintesis, dan semakin banyak pula fotosintat yang terakumulasi di dalam ubi, yang berarti semakin tinggi hasilnya. Panjang buku dipengaruhi oleh varietas dan etiolasi yang disebabkan oleh (1) populasi tanaman tinggi, (2) teraungi oleh tanaman lain, dan (3) berkompetisi dengan tanaman lain dalam sistem lumpangsari atau dengan gulma yang tidak dikendalikan.



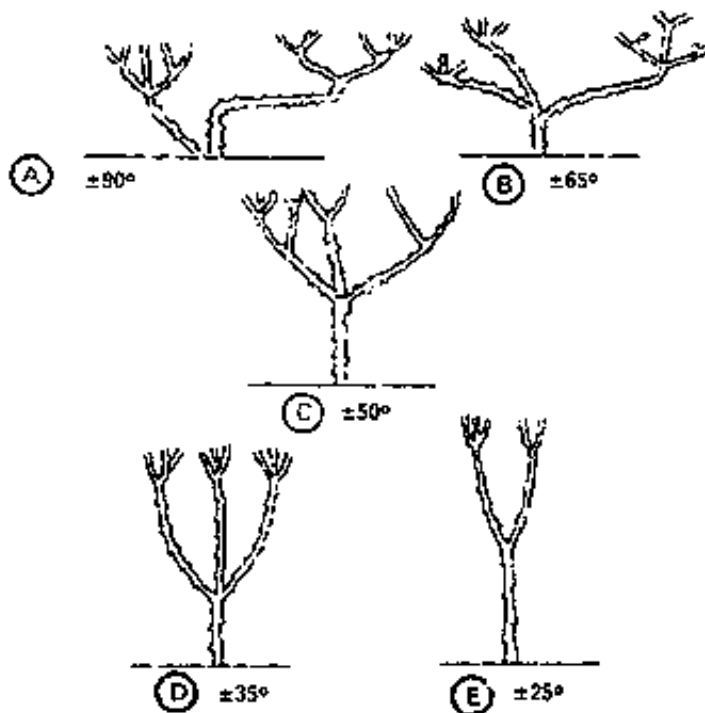
Gambar 17. Internodia dan node (buku) pada batang ubikayu.

Batang dibentuk oleh node atau benjolan bekas tangkai daun yang gugur yang tersusun secara berselang-seling dan internodia. Buku merupakan titik yang menghubungkan daun dengan batang dan internodia merupakan bagian dari batang yang terletak di antara dua tangkai daun berturut-turut. Pada setiap ketiak tangkai daun tumbuh kuncup axillary, dilindungi oleh sisik dan dua stipula (Gambar 17) yang dapat menjadi tunas baru bila batang (stek) ditanam. Implikasinya, (1) batang yang mata tunasnya rusak tidak dapat digunakan sebagai bibit, (2) stek dengan 1-2 mata tunas produktif dan sehat dapat ditanam sebagai bibit, (3) batang yang bukunya panjang tidak baik untuk bibit (peluang tumbuh tunas terbatas), dan (4) batang dengan ruas pendek sebagai sumber bibit yang baik (peluang tumbuhnya tunas tinggi). Batang ubikayu mempunyai cabang reproduktif dan lateral.

Cabang reproduktif. Ubikayu merupakan tanaman dengan cabang simpodial (batang yang tidak akan tumbuh lurus ke atas apabila sudah muncul cabang). Batang utama dibedakan menjadi: (a) dua bagian (*dichotomous*), (b) tiga bagian (*trichotomous*), dan (c) empat bagian (*tetrachotomous*), sehingga dapat menghasilkan cabang sekunder. Cabang sekunder menghasilkan cabang lain dengan bunga di setiap titik percabangan, dan oleh karena itu disebut cabang reproduktif (Gambar 18).

Bentuk percabangan ubikayu bervariasi, bergantung pada varietas dan elevasi. Pada elevasi kurang dari 800 m dpl hanya varietas terlentu yang dapat bercabang reproduktif. Pada ketinggian ≥ 1000 m dpl., semua varietas dapat bercabang reproduktif. Terdapat dua kelompok varietas yaitu yang bercabang setelah berumur lebih dari enam bulan dan mulai bercabang pada umur 4-5 bulan. Setiap batang utama yang telah berkembang akan menghasilkan 2-3 cabang secara bersamaan. Untuk varietas yang percabangannya terjadi setelah umur enam bulan, setiap cabang tidak bercabang lagi. Untuk varietas yang percabangannya mulai umur 4-5 bulan, setiap cabang akan menghasilkan 2-3 cabang lagi, demikian seterusnya. Pada varietas lain bentuk percabangan tidak tetap. Pada elevasi lebih dari 800 m dpl semua varietas akan bercabang pada umur kurang dari enam bulan, sehingga setiap cabang akan terus bercabang.

Tinggi cabang awal dan sudut antara cabang pertama dan batang utama juga merupakan karakter penting. Karakter tersebut menentukan tipe percabangan, yang bervariasi dari horisontal ($\pm 90^\circ$) hingga tegak (25°) (Gambar 18).

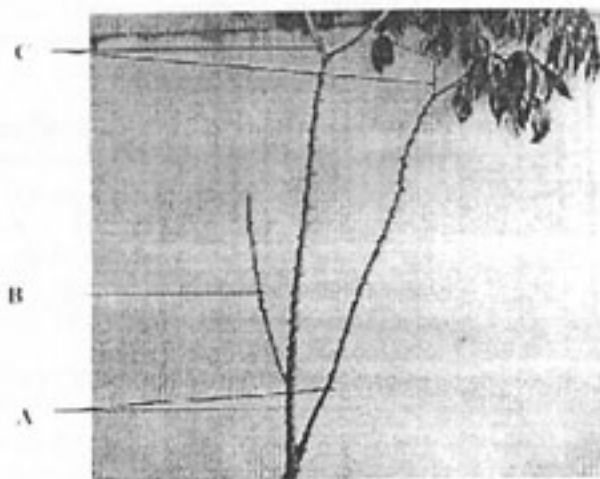


Gambar 18. Bentuk sudut percabangan ubikayu (Sumber: CATIE 1980 dalam Carlos 1984).

Varietas yang bercabang reproduktif sejak umur 3-5 bulan, atau pada saat tinggi tanaman sekitar 50 cm, tidak sesuai untuk usahatani subsisten maupun komersial karena memerlukan tenaga ekstra dalam pemeliharaan dan panen. Varietas yang sesuai untuk usahatani adalah yang tidak bercabang reproduktif setelah tanaman berumur tujuh bulan (Gambar 19).

Cabang lateral. Cabang lateral biasanya jarang terbentuk dan kalau pun ada bergantung pada populasi tanaman, kondisi iklim, dan varietas yang ditanam. Cabang lateral merupakan cabang yang muncul dari kuncup axillary dari batang utama. Pada umumnya cabang lebih kurus dari batang utama, dengan internodia lebih panjang yang disebabkan oleh adanya kompetisi dalam memperoleh cahaya matahari dengan batang utama. Secara genetik terdapat beberapa varietas yang bercabang lateral dan periodik, walaupun pada kondisi lingkungan normal (misalnya varietas Muara). Pada kondisi terjadi gangguan lingkungan biotik dan abiotik semua varietas memiliki cabang lateral (Gambar 19).

Struktur batang ubikayu merupakan tipikal tanaman dikotil. Lapisan pertama adalah epidermis, di bawahnya korteks yang diikuti oleh lapisan lignin atau kayu, dan bagian tengah batang merupakan inti yang tersusun dari sel parenkim. Diameter batang bertambah dengan meningkatnya



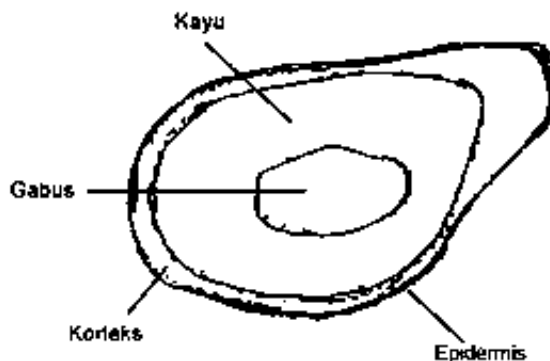
Gambar 19. Keragaan batang utama tunas, cabang lateral dan produktif.

Keterangan:

A: Tunas/batang utama

B: Cabang lateral

C: Cabang reproduktif



Gambar 20 Struktur bagian dalam batang ubikayu.

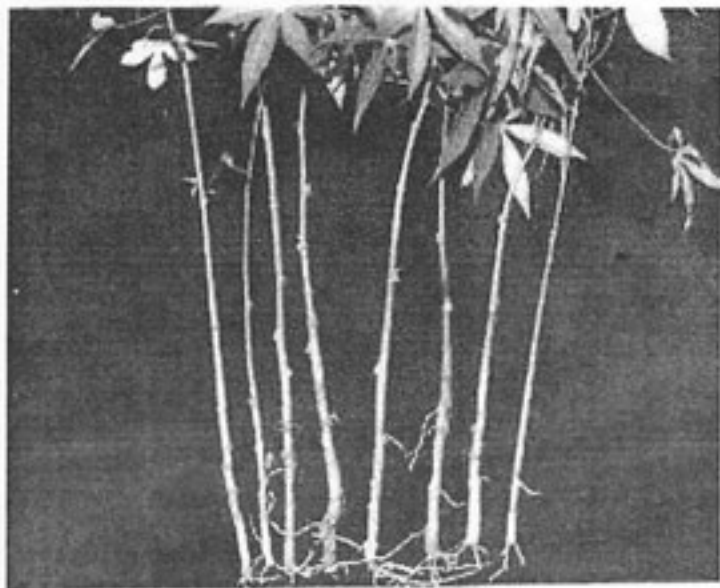
akumulasi xilim, yang akan menjadi kayu setelah batang mengalami penuaan (Gambar 20).

Akar

Akar ubikayu mempunyai dua fungsi, yaitu (1) sebagai penyerap hara dan air, dan (2) penyimpan fotosintat. Akar yang berfungsi menyerap hara dan air dari dalam tanah disebut akar serai (*fibrous roots*) dan akar yang berfungsi menyimpan fotosintat disebut akar ubi (*tuberous roots*). Oleh karena itu akar ubi mempunyai nilai ekonomi tinggi.

Tanaman yang diperbanyak secara vegetatif (dengan stek), akar serabut tumbuh dari kalus (pangkal stek) yang selanjutnya berkembang menjadi akar serai dan akar ubi. Tanaman yang diperbanyak secara generatif (dengan biji), akar serabut tumbuh pada akar tunggang (Gambar 21). Pada kondisi dan pengelolaan optimal, akar serabut tumbuh cepat dan berperan sebagai akar serai dan akar ubi, sedangkan akar tunggang rudimenter. Pada kondisi tidak optimal, akar tunggang juga berfungsi sebagai akar ubi dan akar serai.

Akar serai yang berubah fungsi sebagai akar ubi jumlahnya relatif sedikit, berkisar antara 5-10 akar ubi ilap tanaman. Perubahan fungsi tersebut dimulai pada saat tanaman berumur sekitar tiga minggu (Wargiono 1979). Kepadatan akar di dalam tanah pada lapisan olah dan lapisan yang lebih dalam (40 cm dan 60 cm) relatif rendah, masing-masing 25.000 dan 15.000 mm/mm³. Namun sekitar 500-1000 mm/mm³ dari akar tersebut dapat berpenetrasi ke strata yang basah untuk mendapatkan air sampai kedalaman lebih dari 2,5 m. Oleh karena ubikayu mampu mendapatkan air sampai kedalaman lebih dari 2,5 m, maka ubikayu mampu bertahan hidup pada kondisi kering atau toleran terhadap kekeringan.



Gambar 21. Sistem perakaran ubikayu yang berih atau bibitnya berasal dari stek.

Agar tanaman dapat tumbuh dan berproduksi secara optimal maka akar serat harus mampu menyerap hara dari dalam tanah secara optimal dan efisien. Salah satu faktor yang menentukan tingkat efisiensi penyerapan hara adalah tingkat kepadatan akar di tanah lapisan olah. Tingkat kepadatan akar ubikayu dapat ditingkatkan melalui pemupukan dan tumpangsari dengan tanaman berumur pendek seperti padi gogo dan aneka kacang. Sistem tumpangsari juga besar kontribusinya terhadap upaya perbaikan fisik dan kimia tanah, sehingga dapat memacu pertumbuhan akar rambut.

Distribusi akar dipengaruhi olah cara tanam dan pemotongan stek. Stek yang dipotong rata dan runcing pada bagian pangkalnya bila ditanam dengan posisi vertikal, akarnya terdistribusi merata ke seluruh jurusan. Stek yang ditanam dengan posisi miring, akarnya tidak terdistribusi secara merata. Stek yang ditanam dengan posisi mendatar, akarnya tumbuh pada bagian ujung dan pangkal stek dan ruas stek yang tunasnya tumbuh. Dengan cara ini kepadatan akar seratnya lebih tinggi namun akar ubinya tidak dapat berkembang secara sempurna, karena ubi yang terbentuk banyak dan daun dari batang banyak sehingga indeks luas daun tidak optimal. Stek yang dipotong miring pada bagian pangkal batang, akarnya juga tidak terdistribusi secara merata, baik yang ditanam secara vertikal maupun miring (Wargiono 1979).

Akar ubi (*tuberous roots*) mempunyai morfologi dan anatomi yang identik dengan akar serabut (*fibrous-roots*). Perbedaan utamanya adalah akar ubi langsung berubah pertumbuhannya, yaitu dari longitudinal menjadi radikal pada saat akumulasi pati dimulai.

Ubi

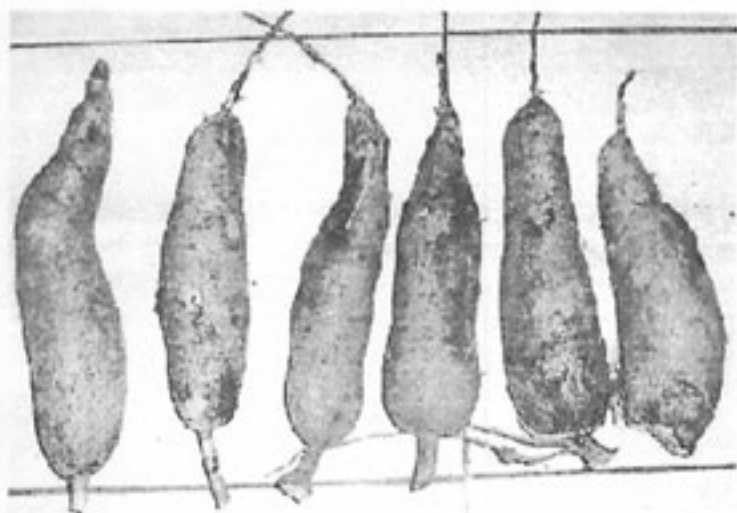
Ubi (*roots*) berbeda dengan umbi (*tuber*). Secara anatomis ubi (ubikayu) tidak berbeda dengan akar. Baik pada ubi maupun akar tidak terdapat mata tunas pada lapisan epidermis yang berfungsi sebagai organ reproduktif secara vegetatif. Oleh karena itu, ubikayu tidak dapat diperbanyak melalui ubi atau akar. Pada ubijalar dan aneka umbi (*Dioscorea*, *Cana*, *Marantha*, *Calocasia*, *Alocasia* dll.) terdapat mata tunas pada lapisan epidermis, baik pada umbi maupun akar. Oleh karena itu, umbi dan akar merupakan organ reproduktif secara vegetatif.

Berdasarkan perbedaan anatomis antara ubi dan umbi tersebut maka salah satu kesepakatan yang dihasilkan dalam *International Symposium on Root and Tuber Crops* di Louisiana, Amerika Serikat pada tahun 1991 adalah pembakuan istilah, yaitu *roots* untuk ubi dari ubikayu dan *tuber* untuk umbi dari ubijalar dan aneka umbi lainnya. Pembakuan juga dilakukan terhadap penulisan, *sweetpotato/ubijalar* (bukan *sweet potato/ubi jalar*) karena kentang yang manis bukan ubijalar. Demikian juga untuk ubikayu/*cassava* (bukan ubi kayu), karena tidak dikehendaki oleh produsen dan konsumen ubi yang mengayu/berkayu.

Sifat-sifat dan anatomi ubi. Secara umum perkembangan dan sifat ubi berbeda dengan aneka umbi. Secara eksternal, bagian dari ubi adalah tangkai (*neck*) pada bagian pangkal, ubi dan ekor atau serat pada bagian ujung. Tangkai ubi sangat bervariasi, mulai dari tidak bertangkai (kurang dari 1 cm) sampai yang memiliki tangkai yang panjang (lebih dari 6 cm). Ubi terdiri atas kulit luar, kulit dalam, daging dan empulur (Gambar 22).

Kulit luar terbentuk dari peridermis dan korteks. Peridermis terbangun dari sel-sel gabus mati yang membungkus seluruh kulit ubi. Dengan bertambah besarnya ubi, peridermis akan membentuk retakan-retakan longitudinal. Retakan tersebut merupakan ciri khas kulit ubi.

Warna dasar peridermis berbeda antar-varietas, yaitu putih, abu-abu, coklat cerah, dan coklat gelap. Permukaan kulit ubi umumnya rata, berlekuk, dan benjol-benjol. Di bawah peridermis terdapat lapisan korteks dengan ketebalan 1-2 mm yang warnanya berbeda antar-varietas, yaitu putih, kuning, krem, jingga, dan kemerahan hingga ungu. Lapisan korteks terbangun dari sklerenkim, parenkhim, dan pembuluh *floem*. Di dalam kulit terdapat *cyanogenic glucoside* yang terformulasikan dalam asam hidrosianik (HCN)



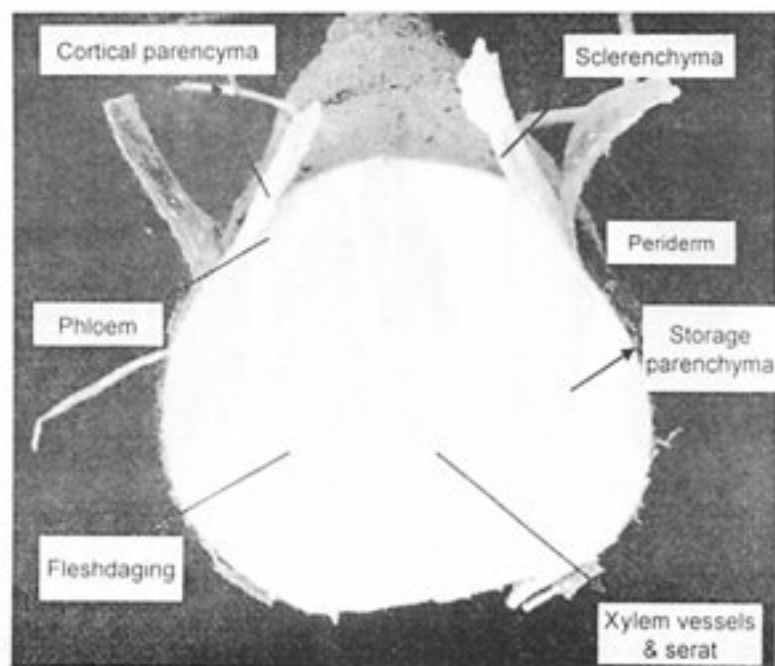
Gambar 22. Anatomi dan bentuk ubi.

dan pada ubi muda terdapat pembuluh lateks. Di bawah phloem terdapat lapisan kambium.

Daging ubi merupakan masa yang solid yang tersusun dari jaringan xilem sekunder yang berasal dari kambium sekeliling daging ubi (Gambar 22). Daging ubi mengandung pati yang berlimpah dalam bentuk granula bulat. Bagian tengah ubi merupakan barisan dari pembuluh parenkim xilem yang keras dalam bentuk inti yang berserat. Ukuran inti berbeda antar-varietas dan dipengaruhi oleh iklim dan proses pertumbuhannya. Bentuk dan ukuran ubi sangat bervariasi, di mana kondisi lingkungan saat ubikayu tumbuh merupakan faktor utama yang mempengaruhi bentuk dan ukuran ubi. Bentuk dasar dan ukuran ubi adalah panjang/silindris, gemuk, pendek, sedang, dan kombinasinya.

Sebaran ubi pada tanaman dipengaruhi oleh cara atau posisi penanaman stek. Ubi yang berasal dari stek yang ditanam dengan posisi vertikal tersebar merata mengelilingi daerah perakaran. Ubi yang berasal dari stek yang ditanam dengan posisi miring 60° hanya terkonsentrasi di daerah perakaran pada sudut 60° . Stek yang ditanam dengan posisi horizontal, ubinya tidak teratur, yaitu di bagian pangkal, tengah (setiap mata tunas), dan ujung stek (Gambar 23).

Penggunaan daging ubi sebagai sumber kalori cukup prospektif karena mempunyai banyak kelebihan. Ubi mengandung gizi makro yang tinggi (kecuali protein), sementara gizi mikronya lebih tinggi dibandingkan dengan



Gambar 23. Struktur bagian dalam umbi ubikayu.

beras (padi), sesuai dengan angka kecukupan gizi berdasarkan kesetaraan kalori (Ditgizi 2006). Pati ubi termasuk kelompok granula resisten alami, dan bila dikonsumsi berperan sebagai probiotik yang berfungsi sebagai (1) sumber energi saluran pencernaan, (2) menstimulasi pertumbuhan bakteri yang menguntungkan, dan (3) menurunkan kadar gula darah (Munarso 2004). Pati juga dapat diproses menjadi gula fruktosa yang bila dikonsumsi dapat menghasilkan energi tanpa bantuan insulin, sehingga sesuai untuk penderita diabetes. Dengan demikian daging ubi merupakan sumber pangan bergizi tinggi yang dapat membugarkan tubuh konsumen.

Perkembangan ubi. Perubahan fungsi akar serat (*fibrous roots*) menjadi akar ubi (*tuberous roots*) mulai tampak jelas pada saat tanaman berumur sekitar tiga minggu. Akar bagian pangkal menjadi tangkai ubi, bagian tengah menjadi ubi dan bagian ujung tetap berfungsi menyerap hara dan air dari dalam tanah. Jumlah akar ubi berkisar antara 5-10/tanaman. Untuk tanaman yang berasal dari biji, akar tunggang otomatis menjadi akar ubi dan disusul oleh 2-3 akar ubi lainnya.

Secara morfologis dan anatomis tidak terdapat perbedaan antara akar serabut/serat dan akar ubi. Perbedaan yang esensial adalah arah

pertumbuhan, akar ubi berubah dari longitudinal menjadi radikal bila akumulasi pati sudah mulai dan pertumbuhan longitudinalnya terhenti. Supaya dapat tumbuh secara sempurna maka akar ubi harus berada di dalam tanah berstruktur remah (gembur) agar dapat mendukung proses pertumbuhan radikal.

Fotosintat dalam bentuk pati di dalam ubi terus meningkat sejalan dengan bertambahnya umur tanaman hingga mencapai kadar tertinggi dan berbeda untuk tiap varietas. Berdasarkan kadar pati tertinggi dapat dilakukan pengelompokan varietas berdasarkan umur panen, yaitu (1) genjah (7-8 bulan), (2) sedang (9-10 bulan), dan (3) dalam (lebih dari 10 bulan). Pada kondisi normal, kadar pati tidak menurun walaupun panennya ditunda, sedangkan bobot ubinya meningkat. Oleh karena itu, penundaan umur panen dapat meningkatkan hasil, baik berupa pati dan gapek maupun ubi segar, sehingga ubikayu memiliki umur panen yang fleksibel.

Pada saat panen, bobot/ukuran ubi suatu varietas beragam bila fisik tanah tidak seragam, namun terdapat kesamaan bentuk ubi karena kesamaan sifat genetik. Secara genetik, bentuk ubi dapat dibedakan menjadi enam kelompok, yaitu (a) gemuk pendek dengan leher (angkai ubi) pendek atau fusiform, (b) gemuk panjang dengan tangkai ubi sedang, (c) panjang agak kurus dengan tangkai ubi sedang atau cylindrical-conical, (d) panjang agak kurus dengan tangkai ubi sedang sampai panjang, (e) kurus panjang dengan tangkai ubi sedang atau conical, dan (f) kurus panjang dengan tangkai ubi panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Carlos, E.D. 1984. Morphology of the cassava plant. Study Guide. CIAT. Cali, Colombia.
- Direktorat Gizi. 2006. Komposisi gizi bahan pangan. Puslitbang Gizi, Bogor.
- Huzyo, Y., M. Megawati, and J. Wargiono. 1984. Plant production and potential productivity of cassava. Contr. Cent. Res. Inst. for Food Crops, Bogor.
- Jennings, D.L. 1963. Variation in pollen and ovule fertility in varieties of cassava and the effect of interspecific crossing on fertility. Euphytica 12:69-76.
- Kawano, K., A. Amaya, P. Daza, and M. Rios. 1978. Factors affecting efficiency of hybridization and selection in cassava. Crop Sci. 17:373-376.
- Mangoon, M.L., R. Krishnan, and K.V. Bai. 1969. Morphology of pachytene chromosomes and meiosis in *Manihot esculenta* Crantz. Cytologia 34:612-625.

- Munarso, S.J. 2004. Pati resisten dan peluang perbaikan mutu pangan tradisional. Pros. Semnas Peningkatan Daya Saing Pangan Tradisional. BB Litbang Pascapanen Pertanian. Bogor. p. 229-234.
- Rajendran, P.G., C.S. Ravindran, S.G. Nair, and T.V.R. Nayar. 2000. True cassava seeds (TCS) for rapid spread of the crop in non-traditional areas. Central Tuber Crops Research Institute. Kerala. India.
- Sreekumari, M.T., K. Abraham, and S.G. Nair. 2000. Triploidy breeding in cassava. Central Tuber Crops Research Institute. Kerala. India.
- Tjitrosoepomo, G. 1988. Morfologi tumbuhan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- van Steenis, C.G.G.J. 1988. Flora. Dalam: M. Sorjowinoto *et al.* (Penerjemah). Cetakan ke-5. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Wargiono, J. 1979. Ubikayu dan cara bercocok tanamnya. LP3. Bogor.