II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Botani Ubi Kayu

Ubi kayu berasal dari Brazilia. Ilmuwan yang pertama kali melaporkan hal ini adalah Johann Baptist Emanuel Pohl, seorang ahli botani asal Austria pada tahun 1827 (Allem, 2002). Tanaman ini selanjutnya menyebar ke berbagai penjuru dunia, terutama negara-negara di Asia dan Afrika. Tanaman ubi kayu masuk ke Indonesia tidak diketahui dengan jelas tepatnya tahun berapa. Junghuhn (1861) berpendapat bahwa sampai tahun 1838 penduduk Indonesia belum mengenal ubi kayu sebagai bahan makanan walaupun tumbuhan itu sudah ada di Indonesia. Upaya penanaman ubi kayu di Jawa mulai berhasil setelah didatangkan stek dari Paramaribo pada tahun 1858 (Darjanto dan Murjati, 1980).

Dalam sistematika tumbuhan, ubi kayu termasuk ke dalam kelas Dicotyledonae. Ubi kayu berada dalam famili Euphorbiaceae yang mempunyai sekitar 7.200 spesies, beberapa di antaranya adalah tanaman yang mempunyai nilai komersial, seperti karet (*Hevea brasiliensis*), jarak (*Ricinus comunis* dan *Jatropha curcas*), ubi-ubian (*Manihot* spp), dan tanaman hias (*Euphorbia* spp). Klasifikasi tanaman ubi kayu adalah sebagai berikut :

Kelas : Dicotyledoneae

Sub Kelas : Arhichlamydeae

Ordo : Euphorbiales

Famili : Euphorbiaceae

Sub Famili : Manihotae

Genus : Manihot

Spesies : *Manihot esculenta* Crantz

Tanaman ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz.) merupakan tumbuhan berbatang lunak atau getas (mudah patah). Tanaman ubi kayu dewasa dapat mencapai tinggi 1 sampai 2 meter, walaupun ada beberapa kultivar yang dapat mencapai tinggi sampai 4 meter. Batang ubi kayu berbentuk silindris dengan diameter berkisar 2 sampai 6 cm. Warna batang sangat bervariasi, mulai putih keabu-abuan sampai cokelat atau cokelat tua. Batang tanaman ini berkayu dengan bagian gabus (*pith)* yang lebar. Setiap batang menghasilkan rata-rata satu buku (*node*) per hari di awal pertumbuhannya, dan satu buku per minggu di masa-masa selanjutnya. Setiap satu satuan buku terdiri dari satu buku tempat menempelnya daun dan ruas buku (*internode*). Panjang ruas buku bervariasi tergantung genotipe, umur tanaman, dan faktor lingkungan seperti ketersediaan air dan cahaya. Ruas buku menjadi pendek dalam kondisi kekeringan dan menjadi panjang jika kondisi lingkungannya sesuai, dan sangat panjang jika kekurangan cahaya (Ekanayake *et al*., 1997).

Susunan daun ubi kayu pada batang (*phyllotaxis*) berbentuk 2/5 spiral. Lima daun berada dalam posisi melingkar membentuk spiral dua kali di sekeliling batang.

Daun berikutnya atau daun ke enam terletak persis di atas titik awal spiral tadi. Jadi, setelah dua putaran, daun ke 6 berada tepat di atas daun ke 1, daun ke 7 di atas daun ke 2, dan seterusnya. Daun ubi kayu terdiri dari helai daun (*lamina*) dan tangkai daun (*petiole*). Panjang tangkai daun berkisar 5-30 cm dan warnanya bervariasi dari hijau ke ungu. Helai daun mempunyai permukaan yang halus dan berbentuk seperti jari. Jumlah jari bervariasi antara 3 dan 9 (biasanya ganjil). Warna rangka helai daun hijau sampai ungu. Bentuk helai daun, terutama lebarnya, juga bervariasi (Ekanayake *et al*., 1997).

2.2 Kondisi Lingkungan untuk Pertumbuhan Ubi Kayu

Tanaman ubi kayu dapat tumbuh dengan baik pada daerah yang memiliki ketinggian sampai dengan 2.500 m dari permukaan laut. Ketinggian tempat yang baik dan ideal untuk tanaman ubi kayu antara 10-700 m dpl, sedangkan toleransinya antara 10-1.500 m dpl. Jenis ubi kayu tertentu dapat ditanam pada ketinggian tempat tertentu untuk dapat tumbuh optimal. Curah hujan yang sesuai untuk tanaman ubi kayu antara 1.500-2.500 m/tahun. Kelembaban udara optimal untuk tanaman ubi kayu antara 60-65%, dengan suhu udara minimal bagi tubuhnya sekitar 10^{o}C. Jika suhunya di bawah 10^{o}C, pertumbuhan tanaman akan sedikit terhambat. Selain itu, tanaman menjadi kerdil karena pertumbuhan bunga yang kurang sempurna. Sinar matahari yang dibutuhkan bagi tanaman ubi kayu sekitar 10 jam/hari, terutama untuk kesuburan daun dan perkembangan umbinya (Sunarto, 2002).

Sunarto (2002) menambahkan bahwa tanah yang paling sesuai untuk ubi kayu adalah tanah yang berstruktur remah, gembur, tidak terlalu liat dan tidak terlalu poros, serta kaya bahan organik. Tanah dengan struktur remah mempunyai tata udara yang baik, unsur hara lebih mudah tersedia, dan mudah diolah. Jenis tanah yang sesuai untuk tanaman ubi kayu adalah jenis aluvial, latosol, podsolik merah kuning, mediteran, grumosol, dan andosol. Derajat kemasaman (pH) tanah yang sesuai untuk budidaya ubi kayu berkisar antara 4,5-8,0 dengan pH ideal 5,8. Umumnya tanah di Indonesia ber-pH rendah (asam), yaitu berkisar 4,0-5,5, sehingga seringkali dikatakan cukup netral bagi suburnya tanaman ubi kayu. Demikian pesatnya tanaman ubi kayu berkembang di daerah tropis, sehingga ubi kayu dijadikan sebagai bahan makanan pokok ketiga setelah padi dan jagung.

2.3 Karakteristik Bunga Ubi Kayu

Tanaman ubi kayu termasuk tanaman monoecious (bunga berumah satu atau *monoecus*) yang bunga jantan dan bunga betina berada dalam malai bercabang tunggal, dengan bunga betina pada dasar, dan bunga jantan menuju ujung. Bunga-bunganya kecil, dengan diameter bunga jantan yang sekitar 0,5 cm dan bunga betina yang sedikit lebih besar. Bunga biasanya mekar sekitar tengah hari dan tetap mekar sekitar satu hari. Penyerbukan bersifat silang yang biasanya dilakukan dengan bantuan serangga. Penyerbukan sendiri terjadi jika bunga betina dan bunga jantan terletak pada dahan yang berbeda dan pohon yang sama mekar pada waktu bersamaan. Setelah penyerbukan dan fertilisasi, indung telur berkembang menjadi buah (Ceballos *et al*., 2002).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh CIAT (*Centro International d Agricultura Tropical*) pada tahun 1984 di Kolombia, proses reproduksi ubi kayu secara umum adalah sebagai berikut :

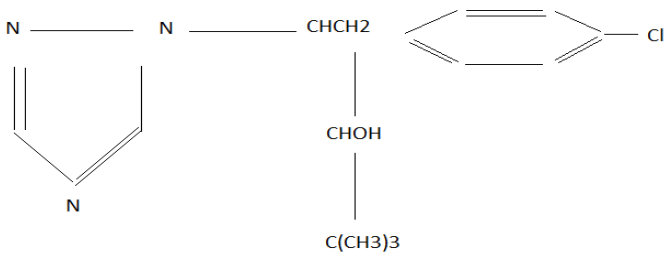
1. Cabang pembungaan muncul setelah 2 bulan penanaman, akan tetapi pada umumnya percabangan muncul setelah 6 bulan.
2. Kuncup bunga biasanya ditemukan setelah 1 minggu sejak percabangan muncul.
3. Bunga betina siap untuk proses polinasi setelah 15 hari sejak bunga mekar.
4. Bunga jantan pada cabang atau tangkai yang sama akan terbuka setelah 20-30 hari kemudian.
5. Buah yang dihasilkan matang dan terbuka dalam 2,5-3 bulan setelah proses fertilisasi.

Bunga ubi kayu dihasilkan pada dahan reproduktif. Bunga jantan berkembang dekat puncak rangkaian bunga, sedangkan bunga betina tumbuh dekat dasar rangkaian bunga. Setiap bunga, jantan dan betina, mempunyai 5 buah daun bunga terluar berwarna kekuningan atau kemerahan. Bunga jantan mempunyai 10 buah benang sari yang tersusun dalam 2 lingkaran, yang masing-masing berisi 5 benang sari. Tangkai benang sari berdiri bebas dan kepala benang sarinya kecil. Bunga betina mempunyai indung telur berukuran panjang mencapai 1 cm dan mempunyai 3 buah kantung kecil, masing-masing dengan satu sel telur. Bunga betina mekar 1-2 minggu sebelum bunga jantan (protogini) (Ekanayake *et al*., 1997).

Beberapa varietas ubi kayu berbunga secara teratur dan cukup sering, sementara beberapa varietas lainnya jarang berbunga atau bahkan tidak berbunga sama sekali. Tumbuhnya bunga sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti banyaknya cahaya dan suhu. Pada beberapa genotipe, induksi pembungaan tergantung pada potoperiodik 13,5 jam hari terang dengan suhu sekitar 24^{o}C (Alves, 2002).

2.4 *Paclobutrazol*

Cathey (1964) mendefinisikan zat penghambat tumbuh (*retardant*) adalah suatu tipe senyawa organik yang mampu menghambat pemanjangan batang, meningkatkan warna hijau daun dan secara tidak langsung mempengaruhi pembungaan, menghambat pembelahan dan pemanjangan sel sub apikal tanpa menyebabkan pertumbuhan menjadi abnormal. *Paclobutrazol* merupakan salah satu penghambat tumbuh yang mempunyai rumus empirik C15H20Cl H3O dengan rumus kimia (2RS, 3RS)-1-(4-Chlorophenil)-4,4-dimethyl-2-(1H-1,1,2,4-triazol-1-yl) pentantriol. Zat penghambat tumbuh ini berbentuk kristal (butiran) dan berwarna putih (ICI, 1986).



Gambar 1. Rumus bangun *paclobutrazol*

Paclobutrazol merupakan senyawa aktif yang bergerak relatif lambat menuju meristem sub apikal dan dapat diserap tanaman baik melalui akar maupun daun untuk kemudian ditranslokasikan melalui xilem ke bagian tanaman lainnya. Zat ini tidak mudah ditranslokasikan di dalam tanaman dan hanya dapat beredar melalui xilem, sehingga seringkali diaplikasikan dengan cara penyiraman pada media tumbuh agar diserap akar dan ditransportasikan ke tajuk tanaman melalui xilem (Krisantini, 2007). Prinsip kerja *paclobutrazol* di dalam tanaman menghambat biosintesis giberelin dengan cara menekan kaurene sehingga tidak terjadi pembentukan kaurenoat. Hal ini mengakibatkan penurunan laju pembelahan sel secara morfologis yaitu saat terlihat adanya pengurangan asimilat ke pertumbuhan reproduktif untuk pembungaan. *Paclobutrazol* merupakan retardan yang dapat menghambat biosintesis giberelin dalam tanaman dan menekan pengaruh asam absisik, etilen dan IAA dalam tanaman. *Paclobutrazol* juga dikenal dapat melindungi tanaman dari cekaman stress dan dapat meningkatkan pertumbuhan akar tanaman pada situasi tertentu (Watson, 2006).

Pemberian *paclobutrazol* akan menghambat pertumbuhan dan meningkatkan jumlah gula tersimpan di pucuk. Umumnya pada tanaman buah, kandungan giberelin yang tinggi akan menghambat pembungaan karena giberelin menstimulasi pertumbuhan dan meningkatkan suplai karbon pucuk. Apabila diberi paclobutrazol akan terjadi penurunan drastis pada kandungan giberelin (GA3, GA5, dan GA2) sehingga tanaman akan menginduksi bunga (Rai Nyoman *et al*., 2004).

Aplikasi *paclobutrazol* dalam menstimulasi pembungaan rambutan di luar musim dapat menekan pertumbuhan vegetatif tanaman. Armadi (2000) melaporkan bahwa semakin meningkat dosis *paclobutrazol* yang diberikan, semakin cepat pemunculan bunga pertama dibandingkan dengan kontrol. Pada tanaman mangga di luar musim, aplikasi *paclobutrazol* dapat menginduksi pembungaan dengan persentase 83,3-100%, sedangkan pada kontrol tidak berbunga sama sekali. Pemberian *paclobutrazol* juga mampu menghambat pertumbuhan vegetatif yaitu dengan menurunkan total tunas dan memperpendek panjang tunas (Susanto dan Poerwanto, 1999).

Pemberian *paclobutrazol* juga menyebabkan warna daun dan batang tanaman menjadi lebih hijau tua. Hal ini karena *paclobutrazol* meningkatkan kandungan butir-butir hijau daun sehingga proses fotosintesis planlet menjadi lebih baik (Surachman, 2009). Meskipun pertumbuhan pengurangan efek *paclobutrazol* adalah umum, pertumbuhan persentase penurunan, berbunga, luas daun dan kandungan klorofil, bentuk bunga dan warna tanaman dapat bervariasi tergantung pada dosis atau konsentrasi, metode, lokasi aplikasi, spesies dan kultivar serta musim tumbuh (Mansuroglu, 2009).

Paclobutrazol ini dapat digunakan pada semua tanaman berkayu yang merupakan tanaman berbiji terbuka atau angiospermae. *Paclobutrazol* terbukti efektif dipergunakan pada tanaman keras seperti mangga, apel, jambu air, jeruk dan durian. Penggunaan secara berlebihan dapat mengakibatkan, batang dan dahan getas, daun mengeriting dan pertumbuhan vegetatif dapat terhenti (stagnan) hingga kurun waktu 3 tahun (Rai Nyoman dan Roedhy Poerwanto, 2008).

Paclobutrazol dapat diaplikasikan pada tanaman melalui penyemprotan bagian atas tanaman yang terletak di atas permukaan tanah (*foliar spray*), melalui media tanah (*soil drench*), dan injeksi pada batang (*injection*). Penyemprotan melalui daun akan lebih efektif jika dilakukan beberapa kali dengan dosis rendah. *Paclobutrazol* akan diserap oleh tanaman melalui daun, jaringan batang atau akar kemudian ditranslokasikan secara akropetal melalui xilem, selanjutnya senyawa tersebut mencapai meristem sub apikal sehingga pengaruh yang persisten (berlangsung lama) dapat dihasilkan (ICI, 1984).

2.5 Penyerapan Melalui Daun

Pemupukan melalui daun merupakan cara pemberian pupuk ke tanaman melalui penyemprotan pada daun. Pemupukan lewat daun dipandang lebih berhasil bila dibanding melalui akar karena memiliki beberapa keuntungan seperti penyerapan unsur haranya relatif lebih cepat akibat tidak terjadinya pengikatan unsur hara oleh partikel tanah sekaligus menghindari kerusakan akar akibat pemberian pupuk yang tidak merata pada daerah perakaran, serta absorsi hara oleh sel daun lebih cepat karena pada permukaan daun terdapat banyak stomata. Lebih dari itu, pemupukan melalui daun juga dapat menghindarkan tanah dari kelelahan sehingga perlu adanya variasi dalam melakukan pemupukan (Martin, 2000).

Daun merupakan tempat terjadinya fotosintesis pada tanaman yang memiliki banyak stomata. Stomata ini sebagian besar terdapat di bawah pemukaan daun yang aktivitas membuka dan menutupnya berkaitan dengan tekanan turgor melalui proses *difusi-osmosis* yang dipengaruhi oleh sinar matahari. Oleh karena itu, sebaiknya penyemprotan dihentikan setelah sinar matahari sudah mulai terasa

terik karena sebagian unsur hara akan lebih banyak menguap bila matahari semakin panas dan angin berhembus lebih kencang. Sementara proses masuknya unsur hara ke dalam daun yang optimal memakan waktu sekitar 2-4 jam (Marsono, 2007).

Menurut ICI (1986), pemberian *paclobutrazol* melalui daun memberikan hasil yang lebih cepat dibandingkan melalui tanah. Hal ini diduga akibat adanya penjerapan *paclobutrazol* oleh partikel tanah, sehingga pemberian *paclobutrazol* melalui daun pada dasarnya merupakan upaya untuk menghilangkan pengaruh jerapan oleh partikel tanah. Melalui cara ini, diharapkan agar *paclobutrazol* akan langsung masuk ke jaringan tanaman melalui stomata dan langsung ditranslokasikan ke daerah meristem sub apikal (Marsono, 2007).