

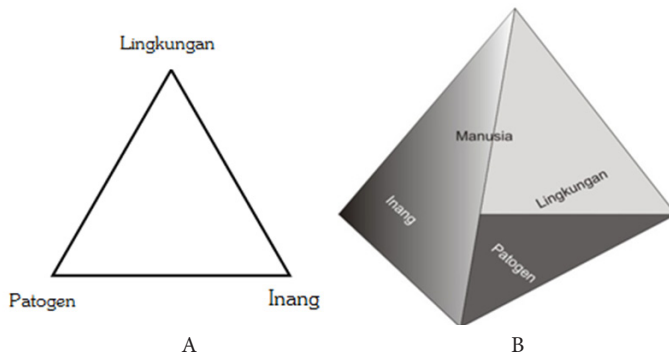
III. BIOEKOLOGI DAN EPIDEMIOLOGI

Bioekologi

Bioekologi adalah ilmu yang mempelajari hubungan atau interaksi makhluk hidup (tanaman dan patogen) dengan lingkungan hidupnya. Kejadian penyakit (*disease incidence*) merupakan hasil interaksi antara patogen (jamur, bakteri, fitoplasma, dan virus) yang virulen, tanaman inang yang rentan dan faktor lingkungan yang mendukung. Konsep ini dikenal dengan konsep segitiga penyakit (*disease triangle*) (Agrios 1979). Jadi meskipun terdapat patogen yang virulen, dan tanaman ubi kayu yang rentan, namun apabila kondisi lingkungan tidak mendukung (misal udara terlalu panas dan kering) maka tidak akan terjadi penyakit. Demikian juga meski terdapat varietas yang rentan, kondisi lingkungan mendukung terjadinya penyakit, tapi apabila patogennya lemah/avirulen juga tidak terjadi penyakit.

Di alam yang masih murni, misalnya di hutan belantara dimana terdapat keragaman tumbuhan dan keragaman genetik yang tinggi, telah tercapai keseimbangan interaksi di antara ketiga komponen tersebut sehingga relatif stabil, tidak terjadi ledakan (eksplosi) serangan penyakit. Demikian juga pada pertanian tradisional dimana petani masih mengusahakan dan menanam berbagai jenis tanaman/varietas dalam satu lahan, keragaman genetik masih cukup terjaga sehingga jarang terjadi eksplosif penyakit. Namun dalam perkembangannya, manusia melalui usahatani modern yang menuntut hasil produk yang tinggi dan seragam, seringkali secara tidak sadar melakukan intervensi yang mengganggu keseimbangan interaksi ketiga faktor tersebut dan merubahnya menjadi piramida penyakit (*disease pyramide*) (Gambar 1).

Campur tangan manusia tersebut justru seringkali menimbulkan ledakan penyakit tanaman. Misalnya untuk mengejar produksi ubi kayu yang tinggi, ditanam secara luas satu jenis/varietas ubi kayu yang potensi hasilnya tinggi, meskipun rentan terhadap infeksi patogen. Pada kondisi demikian keragaman genetik pertanaman ubi kayu menjadi sempit dan rapuh sehingga apabila terdapat patogen yang virulen dan kondisi lingkungan mendukung berkembangnya penyakit maka akan terjadi ledakan/wabah penyakit. Demikian juga pemberian pupuk N oleh petani secara berlebihan dengan tujuan tanamannya tampak lebih subur dan mampu meningkatkan hasil, seringkali justru mengakibatkan tanaman menjadi lebih rentan terhadap infeksi patogen. Di lapangan penggunaan satu



Gambar 1. A. Segitiga penyakit, B. Piramida penyakit, menggambarkan hubungan manusia, patogen, tanaman inang, lingkungan.

varietas tahan secara terus menerus seringkali mendorong patogen menjadi lebih virulen dan mampu mematahkan ketahanan varietas terutama yang ketahanannya bersifat vertikal yang dikontrol oleh gen tunggal (*monogenic*). Ketahanan horizontal yang dikontrol oleh banyak gen (*poligenic*) umumnya lebih tahan terhadap adanya perubahan strain patogen.

Di lapangan, sistem budidaya tanaman ubi kayu terutama yang monokultur dilakukan dalam hamparan yang luas telah menyederhanakan keragaman genetik menjadi lebih sempit. Demikian juga faktor-faktor lingkungan baik lingkungan biotik dan abiotik lebih sederhana dibandingkan pada kondisi alam yang masih murni, belum tersentuh campur tangan manusia. Namun dalam sistem yang lebih sederhana itupun sebetulnya masih terjadi interaksi faktor-faktor biotik (tanaman inang dan patogen) dengan lingkungan biotik dan abiotiknya yang cukup kompleks. Lingkungan biotik dapat berupa tersedianya tanaman inang alternatif, terdapatnya jasad mikroorganisme lain dalam rhizosfer perakaran yang bersifat patogen, saprofitik, antagonistik/sinergistik dengan patogen utama penyebab penyakit, yang berinteraksi dengan tanaman dan menginduksi ketahanan (*induced resistance*) serta terdapatnya serangga penular (terutama bagi penyakit virus ubi kayu). Lingkungan abiotik berupa suhu dan kelembaban baik di daerah rhizosfer maupun di permukaan tanah, angin, percikan air hujan, saluran irigasi, pengolahan tanah, jarak tanam, penyiangan, teknologi pengendalian yang dilakukan. Tentunya akan terlalu sulit untuk mempelajari semua interaksi tersebut, sehingga dalam praktiknya dipilih interaksi yang sederhana namun



Gambar 2. Ekosistem hutan belantara dengan keragaman genetik tinggi, telah terjadi keseimbangan antara patogen, tanaman dan lingkungan.



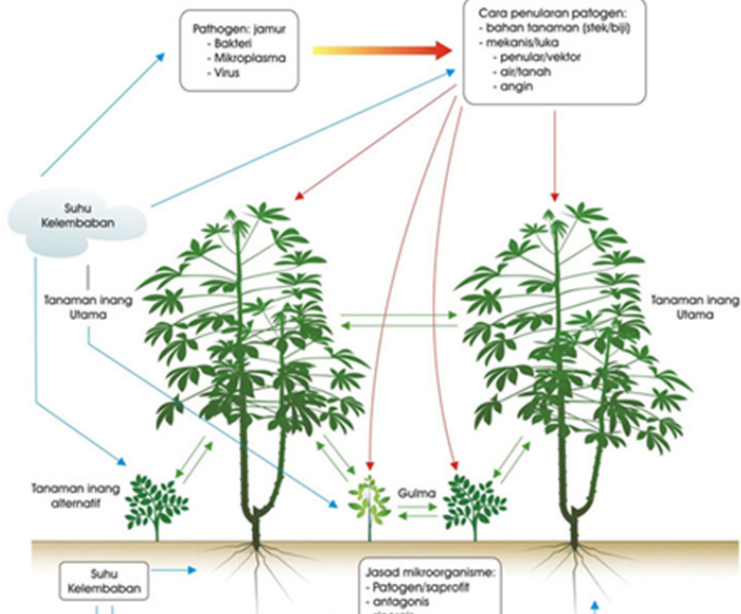
Gambar 3. Ekosistem kebun industri tanaman ubi kayu, ditanam secara monokultur dalam hamparan yang luas, keragaman genetik sempit. Keseimbangan interaksi tanaman inang-patogen-lingkungan kurang stabil.

berpengaruh besar terhadap kejadian penyakit (*disease incidence*) dan perkembangan epideminya (Gambar 4).

Tanaman Inang

Tingkat ketahanan tanaman ubi kayu terhadap patogen sangat menentukan perkembangan penyakit di lapang. Secara umum pada varietas yang tahan, perkembangan penyakit di lapangan akan lebih rendah dibanding tanaman yang rentan. Hal tersebut berhubungan dengan proses terjadinya infeksi dan perbanyakan/multiplikasi patogen di dalam jaringan tanaman yang umumnya pada varietas yang rentan proses infeksi maupun perbanyakan patogen lebih cepat dibanding pada varietas yang tahan.

Di lapangan, patogen yang menyerang ubi kayu dapat menginfeksi tanaman inang lain berupa tanaman budidaya ataupun gulma. Jamur *Cercospora henningsii* penyebab penyakit bercak coklat pada ubi kayu, ternyata juga dapat menginfeksi kerabat liar ubi kayu yaitu *Manihot glaziovii* dan *M. plauhynsis* (Msikita *et al.* 2000; Ambang *et al.* 2007). Jamur akar putih, *Fomes lignosus* merupakan patogen



Gambar 4. Sistem patologi ubi kayu dengan lingkungan.

polifag. Selain menyerang tanaman ubi kayu juga dapat menginfeksi tanaman karet, teh, ataupun tanaman tahunan lainnya (Semangun 2006). Bakteri *Xanthomonas campestris* pv. *manihotis* penyebab penyakit hawar bakteri, juga dapat menyerang tanaman *Manihot apii*, *M. glaziovii* dan *M. palmate* dan *Euphorbia pulcherrima* serta *Pedilanthus tithymaloides* (Dedal *et al.* 1980; Hillock dan Wydra 2002). *Ralstonia solanacearum* penyebab penyakit layu bakteri, ternyata mampu menginfeksi beberapa jenis gulma seperti: *Amaranthus spinosus*, *Synedrella nodiflora*, *Vinca rosea*, *Ageratum conizoydes*, *Bidens pilosa*, *Crassicephalum crepidoides*, *Elentheranthera ruderalis*, *Eupatorium odoratum*, *Sphalates paniculata*, *Heliotropium indicum*, *Cleome viscosa*, *Cammelina benghalensis*, *C. diffusa*, *Euphorbia prunifolia*, *E. hirta*, *Phylanthus sp.*, *Croton hirtus*, *Basilium polytacion*, *Pogostemon auriculaia*, *Sesbania rostrata*, *Spigelia anthelmia*, *Physalis angulate*, *Lantana camara* (Nakagawa 1978; Machmud 1992).

Patogen

Patogen merupakan jasad mikroorganisme sederhana yang berkembang biak secara cepat baik dengan cara seksual maupun aseksual. Seringkali di lapangan, interaksi patogen dengan tanaman mendorong munculnya strain/patotipe patogen yang mempunyai tingkat agresivitas yang lebih tinggi dibanding semula. Di Amerika Selatan dimana interaksi antara bakteri *X. campestris* pv. *manihotis* sudah terjadi sejak lama diketahui telah berkembang beberapa patotipe bakteri yang mempunyai agresivitas yang berbeda (Verdier *et al.* 1998; Restrepo *et al.* 2000). ACMV penyebab penyakit mosaik pada ubi kayu diketahui telah berkembang menjadi beberapa strain baru yaitu: strain *East African cassava mosaic virus* Uganda (EACMV-UG, EACMV-like strain, *East African cassava mosaic virus* Camerun (EACMV-C), *East African cassava mosaic virus* Zanzibar (EACM-Z), *South African cassava mosaic virus* (SACMV), dan *Indian cassava mosaic virus* (ICMV).

Cara Penularan

Secara umum penyebaran penyakit-penyakit yang disebabkan oleh jamur dilakukan melalui spora/konidia jamur yang kecil dan ringan yang dibantu oleh hembusan angin, dan percikan air hujan. Beberapa jamur yang menyerang batang, seperti penyakit antraknose penyebaran penyakit terutama terjadi melalui penggunaan bibit yang terinfeksi jamur. Di lapangan, penyakit antraknose

yang disebabkan oleh jamur *Colletotrichum gloeosporioides* f.sp. *manihotis* penularannya sangat dibantu oleh luka-luka pada batang ubi kayu yang disebabkan oleh serangga *Pseudotheraptus devastans* (Fokunang *et al.* 2000c). Selain melalui bibit yang diambil dari tanaman sakit, jamur *C. gloeosporioides* f. sp. *manihotis* juga dapat ditularkan lewat biji ubi kayu (*seed-transmitted*) (Fokunang *et al.* 1997) sehingga perlu mendapat perhatian dalam program pertukaran plasma-nutraf melalui biji ubi kayu.

Penyakit busuk akar yang berasosiasi dengan jamur-jamur tular tanah (*Botryodiplodia*, *Fusarium*, *Phytophthora*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Rhizopus*) penularan dan penyebarannya banyak dibantu melalui kontaminasi tanah dan alat-alat pertanian.

Penyakit hawar bakteri, *X. campestris* pv. *manihotis* penyebarannya terjadi melalui penggunaan bibit yang terinfeksi dan oleh percikan air hujan (Lozano 1976; Lozano 1986). Demikian juga penyakit yang disebabkan oleh virus, penyebaran terjadi melalui penggunaan bibit tanaman yang terinfeksi virus. Penyakit mosaik yang disebabkan oleh *African cassava mosaic virus* (ACMV) dan penyakit bercak bergaris coklat (*Brown streak disease*) yang disebabkan oleh *Cassava brown streak virus* (CBSV), selain ditularkan melalui bibit tanaman yang terinfeksi, penyebaran penyakit di lapangan dilakukan oleh serangga penular (vektornya) yaitu kutu kebul *Bemisia tabaci* (Dubern 1994; Maruthi *et al.* 2005).

Lingkungan

Di lapangan faktor iklim yang banyak berpengaruh terhadap perkembangan penyakit terutama sinar matahari, suhu dan kelembaban relatif udara. Sinar matahari seringkali berasosiasi dengan suhu dan kelembaban relatif udara. Pada kondisi sinar matahari cerah, umumnya suhu udara meningkat, dan kelembaban relatif udara turun. Faktor lingkungan tersebut dapat berpengaruh terhadap tanaman, maupun patogen penyebab penyakit. Penyakit bercak daun coklat yang disebabkan oleh *Cercospora henningsii* terutama berkembang pada musim hujan pada suhu yang hangat. Hal tersebut terjadi karena sporulasi dan perkecambahan spora jamur *C. henningsii* terjadi pada kelembaban relatif yang tinggi yaitu 80–100% (Charles 1991). Sementara penyakit antraknose yang disebabkan oleh *C. gloeosporioides* f. sp. *manihotis* lebih banyak berkembang pada udara lembab dengan suhu yang sejuk (Onyeka *et al.* 2008). Penyakit busuk akar yang disebabkan oleh asosiasi jamur-jamur tanah banyak terjadi pada tanah

bertekstur berat, tanah yang sering terendam air, sehingga aerasi tanah menjadi jelek. Akibatnya pertumbuhan dan perkembangan akar kurang sehat dan mudah terserang penyakit. Memperbaiki drainase terutama pada daerah dengan curah hujan yang tinggi dapat mengurangi resiko serangan penyakit busuk akar/umbi, termasuk serangan jamur *Pythium* spp. dan *Phytophthora* spp. (Lozano 1977; Homenauth dan Sauza 2012).

Penyakit hawar bakteri oleh *X campestris* pv. *manihotis* banyak berkembang pada musim hujan. Kondisi permukaan daun yang basah sangat membantu terjadinya infeksi bakteri. Pada musim hujan populasi bakteri yang hidup secara epifit pada permukaan daun ubi kayu dan beberapa gulma jauh lebih tinggi dibanding musim kemarau (Elango dan Lozano 1981). Bakteri yang sementara bersifat epifit tersebut pada kondisi lingkungan yang mendukung dapat menjadi sumber inokulum untuk terjadinya infeksi.

Berbeda dengan penyakit jamur dan bakteri yang umumnya banyak terjadi pada musim hujan, penyakit mosaik dan garis coklat oleh ACMV dan CBSV banyak berkembang pada musim kemarau sejalan dengan tingginya populasi *B. tabaci* (Dubern 1994; Mabasa 2007; Maruthi *et al.* 2005). Pada musim kemarau dengan suhu tinggi, tingkat keperidian dan aktivitas serangga *B. tabaci* meningkat dibanding pada musim hujan sehingga akan terjadi penularan dan penyebaran virus secara efektif.

Interaksi dengan mikroorganisme lain

Di lapangan seringkali satu tanaman ubi kayu terinfeksi oleh beberapa patogen secara bersama. Interaksi dua atau beberapa patogen tersebut dapat bersifat sinergistik, antagonistik atau aditif. Jamur *C. henningsii*, *C. vicosae* dan *Phylosticta* sp. dapat menyerang secara bersama-sama secara aditif pada daun ubi kayu. Pada kasus lain misalnya antara jamur *C. gloeosporioides*, penyebab penyakit antraknose dengan bakteri *Xanthomonas campestris* pv. *manihotis* penyebab penyakit hawar bakteri terjadi hubungan yang sinergistik yang dapat mengakibatkan defoliasi berat (Fokunang *et al.* 2000a; 2003).

Pada kasus lainnya hubungan antar mikroorganisme tersebut dapat berupa antagonistik sehingga keberadaan mikroorganisme yang bersifat antagonis terhadap patogen dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk mengendalikan patogen tersebut. Jamur *Gliocladium roseum* dilaporkan mampu menekan pertumbuhan koloni jamur *C. gloeosporioides*, penyebab penyakit antraknose ubi

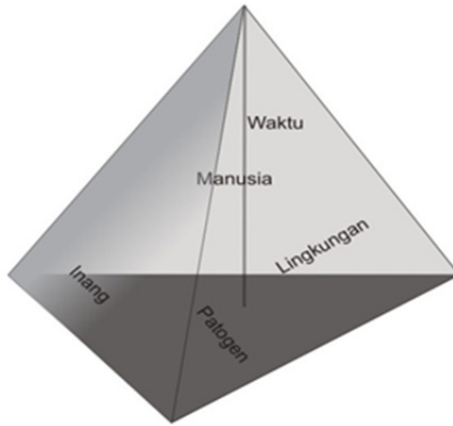
kayu (Prayogo dan Hardaningsih 2001). Inokulan biologi (*Azospirillum*, mikorisa, jamur antagonis *Trichoderma*, bakteri *Pseudomonas fluorescens*) secara bersama nyata menurunkan intensitas serangan penyakit umbi busuk oleh *Phytophthora* sp. (Hridya *et al.* 2012).

Pada kasus tanaman lain, telah diketahui adanya fenomena proteksi silang (*cross protection*), dimana inokulasi tanaman dengan strain virus lemah dapat memproteksi terjadinya infeksi oleh strain keras. Misalnya tanaman tomat atau pepaya yang sengaja diinokulasi dengan strain ToMV (*Tomato mosaic virus*) yang telah dilemahkan (*attenuated virus*), ternyata dapat melindungi tanaman dari serangan strain ToMV yang ganas.

Epidemiologi

Epidemiologi penyakit tanaman adalah ilmu yang mempelajari penyakit tanaman dalam populasi. Di lapangan, penyakit tanaman ubi kayu selain menyebar dari satu tanaman ke tanaman lain dalam satu populasi, juga dapat menyebar luas dari satu populasi tanaman ke populasi tanaman lainnya. Apabila suatu penyakit menyebar dari satu populasi tanaman ke populasi tanaman lain yang lebih luas dan dalam waktu yang singkat, disebut terjadi epidemi. Epidemi penyakit tanaman sering juga disebut dengan epifitotik. Epidemi penyakit dapat terjadi dalam lingkup yang tidak terlalu luas (bersifat lokal) dan menimbulkan kerugian hasil yang tidak nyata. Namun beberapa epidemi penyakit ubi kayu juga ada yang bersifat luas meliputi beberapa daerah/negara dan menimbulkan kerugian yang nyata, misalnya epidemi penyakit hawar bakteri ubi kayu (*Cassava bacterial blight*) yang tersebar luas dan menimbulkan kerugian besar di negara-negara penghasil ubi kayu di Amerika Selatan dan Afrika (Lozano dan Sequira 1974; Joseph dan Elango 1991; Otim-Nape 1980), virus mosaik yang disebabkan oleh *African cassava mosaic virus* (ACMV) atau penyakit virus bergaris coklat (*Cassava brown streak virus*=CBSV) yang menghancurkan pertanaman ubi kayu di negara-negara penghasil ubi kayu di benua Afrika (Fargette *et al.* 1987; Adjala *et al.* 2011; Khizzah *et al.* 2011).

Sejalan dengan konsep terjadinya penyakit tanaman yang melibatkan elemen tanaman inang yang rentan, patogen yang virulen, kondisi lingkungan yang mendukung dan elemen aktivitas manusia yang secara tidak sadar mempengaruhi tiga elemen lainnya, maka dalam konsep epidemi penyakit tanaman ditambah elemen waktu yang menggambarkan seberapa lama interaksi keempat elemen



Gambar 5. Elemen-elemen terjadinya epidemi penyakit tanaman.

tersebut terjadi di lapangan. Elemen waktu digambarkan sebagai garis tegak lurus yang ditarik dari elemen manusia di puncak piramida ke segitiga di mana sisi-sisinya menggambarkan elemen patogen, inang, dan lingkungan (Gambar 5). Tinggi garis tegak lurus tersebut menggambarkan lamanya waktu interaksi. Secara umum, makin lama interaksi elemen-elemen penyakit tersebut terjadi di lapangan, peluang untuk terjadinya epidemi penyakit makin besar.

Perkembangan epidemi penyakit tanaman ubi kayu di lapangan dipengaruhi oleh faktor patogen, tanaman inang, faktor lingkungan, aktivitas manusia dan waktu.

Patogen

Jenis patogen, tingkat virulensi patogen, jumlah patogen (sebagai sumber inokulum), tipe reproduksi patogen, ekologi patogen dan cara penularannya banyak menentukan perkembangan epidemi penyakit.

Beberapa patogen penyebab penyakit ubi kayu dari kelompok jamur, bakteri dan virus mampu berkembang biak dengan cepat. Jamur dengan cara pembentukan spora (seksual dan aseksual), bakteri dengan pembelahan sel bakteri dan budding, dan virus dengan cara multiplikasi dan replikasi. Perkembangbiakan patogen yang demikian cepat memungkinkan patogen tersebut memproduksi beberapa puluh generasi dalam satu siklus tanaman ubi kayu yang berkisar antara 8–12 bulan. Ketersediaan sumber inokulum yang besar tersebut akan

sangat membantu perkembangan epidemi penyakit di lapangan, terutama apabila kondisi lingkungan mendukung.

Strain patogen yang sama mempunyai virulensi dan patogenisitas yang berbeda. Strain virulen *X. campestris* pv. *manihotis* dapat menginfeksi tanaman lebih cepat, menghasilkan gejala lebih parah, memproduksi inokulum dalam jumlah lebih banyak dan waktu yang lebih cepat dibanding strain yang kurang virulen. Demikian juga strain virulen ACMV akan menghasilkan gejala infeksi yang lebih parah dengan masa inkubasi lebih pendek dibanding strain yang kurang virulen.

Patogen jamur/bakteri yang menginfeksi bagian tanaman ubi kayu di atas permukaan tanah (misalnya penyakit antraknose, hawar bakteri), relatif lebih cepat tersebar dengan bantuan angin dan percikan air hujan dibanding yang menginfeksi bagian tanaman di dalam tanah (misal penyakit busuk umbi) yang tersebar melalui kontak perakaran. Patogen virus tanaman selain ditularkan melalui bibit tanaman sakit, juga disebarluaskan oleh serangga penular (vector) yang aktif. Di lapangan penyakit virus ACMV dan CBSV selain ditularkan dengan mudah melalui penggunaan bibit tanaman yang terinfeksi, juga ditularkan oleh vektor *Bemisia tabaci* yang akan menyebar dengan cepat sejalan dengan kelimpahan populasi dan aktivitas serangga vektor tersebut pada musim kemarau. Perkembangan epidemi penyakit ACMV dan CBSV lebih cepat dibanding penyakit tanaman ubi kayu yang disebabkan oleh nematoda yang berkembang biak di dalam tanah.

Tanaman inang

Tanaman inang adalah semua jenis tanaman yang dapat terinfeksi oleh patogen. Tingkat dan tipe ketahanan genetik, keragaman genetik, umur tanaman akan berpengaruh terhadap perkembangan epidemi penyakit tanaman ubi kayu.

Secara umum, pada varietas/klon ubi kayu yang tahan terhadap suatu infeksi patogen, penyebaran dan perkembangan epidemi penyakit di lapang akan lebih lambat dibanding varietas yang rentan. Sebagai contoh di Afrika, perkembangan epidemi penyakit mosaik telah berhasil ditekan dengan disebarluaskan dan ditanamnya varietas ubi kayu yang cukup tahan terhadap infeksi ACMV (Thresh dan Cooter 2005; Mallowa *et al.* 2011). Hal yang perlu diingat adalah apabila varietas ubi kayu tersebut secara genetik seragam, ditanam dalam hamparan yang luas dan mempunyai ketahanan vertikal terhadap suatu patogen, maka

pada awalnya tidak akan terjadi epidemi penyakit oleh patogen tersebut. Namun acapkali terjadi melalui proses mutasi patogen mampu mematahkan ketahanan tanaman tersebut, sehingga akan terjadi epidemi penyakit. Sebaliknya pada tanaman ubi kayu yang mempunyai ketahanan horizontal terhadap beberapa strain patogen, meski tidak terjadi reaksi tahan yang kuat namun lebih stabil sehingga dapat terhindar dari ledakan epidemi penyakit.

Tanaman ubi kayu pada stadia umur muda umumnya lebih rentan terhadap infeksi patogen dibandingkan tanaman yang berumur lebih tua. Pada tanaman ubi kayu yang berumur panjang (dipanen pada umur 8–12 bulan), adanya infeksi pada tanaman muda berarti juga memperpanjang faktor waktu (t) terjadinya infeksi sehingga memperbanyak siklus perkembangbiakan patogen, jumlah inokulum meningkat dan memperbesar peluang terjadinya epidemi penyakit. Pada patogen lain misalnya jamur *Cercospora henningsii*, penyebab penyakit bercak daun coklat, daun tanaman yang berumur tua justru lebih rentan terhadap infeksi jamur tersebut dibanding daun muda. Di lapangan penyakit bercak daun coklat umumnya mulai menyerang tanaman yang berumur 3–4 bulan, dan intensitas serangannya makin meningkat sejalan dengan meningkatnya umur tanaman.

Faktor lingkungan

Faktor lingkungan terutama suhu dan kelembaban udara, sinar matahari, angin, percikan air hujan banyak berpengaruh terhadap sporulasi, perkecambahan spora, proses infeksi patogen jamur dan bakteri. Penyakit bercak daun coklat yang disebabkan oleh *Cercospora henningsii* dan penyakit antraknosa oleh *Colletotrichum gloeosporioides* diketahui banyak berkembang pada tanaman ubi kayu di musim penghujan (Fokunang *et al.* 1999). Demikian juga penyakit hawar bakteri, *Xanthomonas campestris* pv. *manihotis* banyak berkembang pada cuaca basah, penyebaran bakteri dari satu tanaman ke tanaman lain sangat dibantu oleh percikan air hujan (Lozano 1975). Pada penyakit oleh patogen virus, pengaruh faktor lingkungan lebih berpengaruh terhadap tanaman dan jumlah dan aktivitas serangga penularnya dibanding pengaruh langsung terhadap virus. Perkembangan epidemi penyakit virus mosaik ubi kayu (ACMV) terjadi pada musim kemarau dimana pada musim tersebut, siklus hidup kutu kebul menjadi lebih singkat sehingga populasi berkembang lebih cepat. Pada musim kemarau aktivitas *B. tabaci* juga lebih tinggi dibanding musim penghujan.

Manusia

Aktivitas manusia dalam berusaha tani termasuk pemilihan varietas dan seleksi bahan tanam (bibit) ubi kayu, penentuan waktu tanam, pengolahan/persiapan lahan, pengaturan pola tanam, jarak tanam, pemupukan, penyiangan, tindakan pengendalian penyakit, penentuan umur panen dapat mempengaruhi perkembangan epidemi penyakit.

Varietas ubi kayu mempunyai sifat ketahanan yang berbeda terhadap infeksi suatu patogen. Terjadinya ledakan epidemi penyakit virus mosaik ACMV di negara-negara Afrika ternyata akibat ditanamnya secara luas varietas ubi kayu lokal yang rentan terhadap infeksi ACMV (Legg 1999). Demikian juga timbulnya epidemi penyakit hawar bakteri, *X. campestris* pv. *manihotis* didorong oleh adanya penanaman varietas lokal yang rentan terhadap infeksi bakteri tersebut (Banito 2003).

Penyebaran antar musim dan antar daerah/negara dari penyakit antraknose yang disebabkan oleh jamur *Colletotrichum gloeosporioides*, hawar bakteri oleh *X. campestris* pv. *manihotis*, penyakit virus mosaik oleh *African cassava mosaic virus* (ACMV), terjadi akibat penggunaan bibit yang terinfeksi patogen oleh petani (Fokunang *et al.* 2004; Lozano 1975; Prasangka *et al.* 2008). Perkembangan epidemi penyakit antraknose, penyakit hawar bakteri, virus ACMV dapat dihambat dengan menyeleksi dan hanya menanam bibit ubi kayu yang sehat.

Di daerah dimana curah hujan terdistribusi merata, penanaman ubi kayu dapat dilakukan setiap saat. Namun adanya tanaman dengan berbagai stadia umur tanaman tersebut, ternyata menjamin keberlanjutan siklus hidup patogen sepanjang tahun. Hal tersebut berakibat pada peningkatan jumlah inokulum yang ada sehingga dapat memicu terjadi ledakan epidemi penyakit. Dari aspek kesehatan tanaman, penanaman ubi kayu secara terus menerus selama bertahun-tahun tidak dianjurkan karena dapat mendorong terjadinya penumpukan jumlah inokulum di lapangan. Di sisi lain, kondisi tersebut juga dapat memicu timbulnya strain patogen baru yang lebih virulen yang dapat mendorong terjadinya epidemi. Rotasi tanam dan pengaturan pola tanam tumpangsari dengan tanaman semusim lain dapat menekan terjadinya epidemi penyakit tanaman. Rotasi tanaman ubi kayu dengan tanaman lain yang bukan inang jamur *C. gloeosporioides* atau mengosongkan lahan selama satu musim dapat mengurangi perkembangan epidemi penyakit antraknosa (Fokunang *et al.* 2004). Di Togo, penanaman ubi kayu secara tumpangsari dengan tanaman jagung atau talas secara nyata mengurangi

intensitas serangan penyakit hawar bakteri *X. campestris* pv. *manihotis* dibanding penanaman secara monokultur (Banito 2003).

Pengaturan jarak tanam ubi kayu dimaksudkan untuk memberi ruang gerak, sirkulasi udara, dan penetrasi sinar matahari yang cukup di antara kanopi tanaman sehingga tidak terlalu lembab. Pada musim hujan, pertanaman ubi kayu dengan jarak tanam rapat mengakibatkan permukaan daun lebih lama basah dan kelembaban udara tinggi. Kondisi demikian sangat membantu terjadinya sporulasi, perkecambahan spora, dan infeksi jamur *Cercospora henningsii*, *Colletotrichum gloeosporioides* dan bakteri *X. campestris* pv. *manihotis* (Hillock dan Wydra 2002; Fokunang *et al.* 2001b; Lozano 1986). Kondisi demikian apabila berlangsung dalam waktu yang cukup lama dapat mendorong timbulnya epidemi penyakit.

Pemupukan ditujukan untuk menambahkan unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan dan produksi tanaman secara optimal. Oleh karena itu sebetulnya pemberian pupuk perlu didasarkan atas hasil analisis tanah dan kebutuhan masing-masing unsur hara bagi tanaman. Pemberian pupuk Nitrogen dalam jumlah yang besar mengakibatkan pertumbuhan jaringan sukulen yang justru mengakibatkan tanaman menjadi lebih rentan terhadap infeksi patogen. Pemberian pupuk Urea secara berlebihan terbukti justru memicu epidemi penyakit hawar bakteri pada ubi kayu (Nunung *et al.* 1987).

Selain ubi kayu, sebagian besar patogen penyebab penyakit tanaman ubi kayu juga dapat menginfeksi, hidup dan bertahan pada tanaman inang lain termasuk beberapa jenis gulma yang sering ada di pertanaman ubi kayu. Untuk mengurangi sumber inokulum di lapangan, tindakan penyiangan gulma dan sanitasi lingkungan dan eradikasi tanaman/sisa-sisa tanaman sakit perlu dilakukan.

Tergantung jenisnya, ubi kayu jenis genjah (berumur pendek) umumnya dipanen pada umur 6–8 bulan, sementara pada jenis yang berumur dalam dipanen mulai umur 10–12 bulan. Menunda umur panen berarti juga memperpanjang waktu peluang terjadinya infeksi jamur-jamur tanah, penyebab penyakit busuk umbi pada ubi kayu dan mengakibatkan kerugian hasil yang lebih besar dibanding panen pada umur yang tepat (Messiga *et al.* 2004).