

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Potensi Kedelai

Kebutuhan kedelai akan terus meningkat dan diproyeksikan mencapai 2,6 juta ton pada tahun 2020. Dalam rencana Departemen Pertanian, sasaran pengembangan kedelai adalah meningkatkan produksi sebesar 7% pertahun hingga mencapai 2,2 juta ton pada tahun 2020 dengan produktivitas 2,3 ton/ha. Dalam upaya meningkatkan produksi mencapai target yang telah ditetapkan ini diperlukan luas lahan produksi kedelai kembali mencapai 1,1 juta ha (Sopandhie, 2008).

Adapun menurut Pitojo (2003), klasifikasi tanaman kedelai berdasarkan taksonominya adalah sebagai berikut :

Devisi	: Spermatophyta
Sub-Sivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Sub-Kelas	: Archihlamydae
Bangsa	: Rosales
Suku	: Leguminosae
Marga	: Glycine
Jenis	: <i>Glycine max</i> (L.) Merrill

Menurut Irwan (2006), tanaman kedelai umumnya tumbuh tegak, berbentuk semak dan merupakan tanaman semusim. Morfologi tanaman kedelai didukung oleh komponen utamanya, yaitu akar, daun, batang, bunga, polong dan biji. Sehingga pertumbuhannya bisa optimal. Akar kedelai terdiri dari akar tunggang dan serabut yang panjangnya antara 20 - 50 cm tergantung pada kondisi tanah, pengolahan tanah dan sebagainya. Batang kedelai pada umumnya bercabang dan berbuku – buku antara 15 – 30 buah. Daun kedelai mempunyai dua bentuk, yaitu bulat (oval) dan lancip (lance olate) yang tergantung pada genetisnya. Tanaman kacang – kacangan, termasuk tanaman kedelai, mempunyai dua stadia tumbuh, yaitu stadia vegetative dan reproduktif. Stadia vegetative mulai dari tanaman berkecambah sampai saat berbunga. Sedangkan stadia

reproduktif mulai dari pembentukan bunga sampai pemasukan biji. Pembentukan polong terjadi setelah 7 – 10 hari munculnya bunga. Polong berisi antara 2 – 3 biji dan warnanya berubah menjadi kecoklatan ketika masak.

Tanaman kedelai dapat ditanam pada berbagai jenis tanah dengan drainase yang baik. Keasamaan tanah yang diperlukan berkisar 6,0 – 6,8 akan tetapi pada keasaman tanah terendah 5,5 tanaman kedelai masih dapat tumbuh baik (Fachrudin, 2004). Tanah gambut juga berpotensi untuk pengembangan budidaya tanaman kedelai, namun kendala yang harus diperhatikan adalah faktor fisik, kimia dan biologi tanah. Dengan perbaikan ketiga faktor tersebut, tanaman kedelai dapat tumbuh dengan baik, terlebih lagi jika varietas yang ditanam merupakan varietas yang adaptif (Djaenuddin *et al.*, 2001).

Tanaman kedelai sangat menyukai daerah terbuka dan berhawa panas, terutama daerah dataran rendah sampai pada ketinggian 1.200 meter dari permukaan laut. Suhu optimum berkisar antara 25 – 30° C dengan kisaran curah hujan 150 – 200 mm per bulan, lama penyinaran 12 jam per hari dan kelembaban rata-rata 65% (Fachrudin, 2004).

2.2. Penyakit Rebah Semai (*Damping Off*) Sebagai Penyakit Penting Tanaman Kedelai

Penyakit rebah semai pada tanaman kedelai disebabkan oleh jamur *Sclerotium rolfsii* (Sinclair, 1980; dalam Budiman dan Thamrin, 1994; Semangun, 1993). Sebelumnya penyakit tersebut dianggap kurang penting, akan tetapi pada saat ini banyak ditemukan pada sentra pertanaman kedelai di Jawa Timur. Intensitas serangan bervariasi tergantung pada kondisi lahan, cuaca dan varietas yang ditanam (komunikasi pribadi dengan ibu Ir. Sumartini, MS., peneliti Balitkabi). Di lahan kering penyakit tersebut merupakan penyakit penting kedua setelah penyakit karat. Pada musim hujan dan cuaca lembab, serangan penyakit sangat parah dan menyebabkan hampir seluruh tanaman mati (Balitkabi, 2004).

Sejak tahun 1989 dilaporkan, penyakit rebah semai banyak ditemukan pada tanaman kedelai di sentra pertanaman pada lahan kering, tadah hujan maupun lahan pasang surut di Kalimantan Selatan (Budiman dan Thamrin, 1994). Khusus pada lahan pasang surut, penyakit rebah semai merupakan penyakit penting kedua setelah penyakit bakteri pustul (Sabran, Alwi dan Rina, 1999).

Menurut Budiman dan Thamrin (1994), intensitas penyakit yang ditimbulkan antara 5 – 55%. Intensitas penyakit lebih dari 5% dapat merugikan, disebabkan tanaman kedelai yang terserang akan memberikan hasil yang rendah bahkan gagal panen. Penurunan produksi yang disebabkan oleh jamur ini walaupun tidak terlalu besar, tetapi dalam kondisi yang menguntungkan perkembangannya, penyakit dapat merugikan secara ekonomi.

Gejala penyakit rebah semai pada kedelai terjadi pada fase vegetatif awal. Gejala serangan umumnya mulai tampak antara umur 1 – 4 minggu. Tanaman kedelai yang berumur 2 – 3 minggu sangat rentan terhadap *Sclerotium rolfsii* (Semangun, 1993). Gejala serangan dimulai pada pangkal batang dekat permukaan tanah. Pada pangkal batang yang terserang kadangkala terlihat adanya lesio, awalnya berwarna coklat muda kemudian menjadi coklat kehitaman. Pangkal batang yang terserang membusuk mengakibatkan kotiledon dan daun menguning, kemudian batang menjadi layu dan mudah rebah secara prematur (Semangun, 1993).

Pada pangkal batang yang terserang dan membusuk dekat permukaan tanah terdapat miselium jamur. Miselium berwarna putih seperti kapas dan tumbuh sangat agresif pada jaringan tanaman yang diserang. Miselium kemudian membentuk sklerotia seperti biji sawi. Menurut Takaya dan Sudjono (1987), pada keadaan lingkungan yang sangat lembab jamur *Sclerotium rolfsii* dapat menyerang tangkai, daun bahkan polong kedelai.

2.3. Karakteristik Jamur Patogen *Sclerotium Rolfsii*

Jamur *Sclerotium rolfsii* tidak menghasilkan spora tetapi membentuk sklerotia, oleh karena itu identifikasinya didasarkan atas karakteristik hifa, ukuran, bentuk dan warna sklerotia (Barnett dan Hunter, 1972). Pada hifa primer terdapat hubungan apit (*clamp connection*) dan di bawahnya kadangkala terdapat kait (Barnett dan Hunter, 1972; Deacon, 1997).

Koloni jamur *Sclerotium rolfsii* berwarna putih seperti kapas, sel hifa primer ditepi koloni yang berkembang mempunyai lebar antara 4 – 9 μm , panjang mencapai 350 μm (Semangun, 1994), memiliki satu atau lebih hubungan apit (*clamp connection*) pada sekatnya (Semangun, 1994 dan Deacon, 1997). Hifa sekunder tumbuh di bawah sekat pangkal dan sering tumbuh menempel pada hifa

primer. Cabang tersier dan seterusnya berukuran lebih sempit, mempunyai lebar antara 1,6 – 2,0 μm dengan sel-sel yang pendek, percabangan membentuk sudut yang besar dan letaknya kurang terikat dengan sekat, tidak mempunyai hubungan apit (Semangun, 1994). Menurut Domsch *et al.* (1980), koloni jamur *Sclerotium rolfsii* dibedakan dua tipe yaitu : (1) tipe R menghasilkan sklerotia dengan jumlah sedikit, antara 80 – 100 butir per cawan petri dan (2) tipe A menghasilkan sklerotia dengan jumlah berlimpah, antara 500 – 600 butir per cawan petri.

Hifa dapat menggumpal membentuk sklerotium, bentuknya hampir bulat, pangkal agak datar, berukuran kecil dengan diameter antara 1 – 2 mm. Bila masih muda sklerotia berwarna putih, kemudian menjadi kekuningan setelah itu berubah menjadi cokelat tua setelah masak (Semangun, 1994; Domsch *et al.*, 1980).

Pada media biakan sklerotium terbentuk antara 8 – 11 hari. Sklerotium terdiri dari 3 lapisan kulit yaitu : kulit luar (*rind*), kulit dalam (*cortex*) dan teras (*medulla*). *Rind* terdiri dari 4 – 6 lapis sel yang bentuknya tipis dengan penebalan dinding sel yang merata dan mengandung pigmen (melanin). Pada *cortex* terdiri dari 6 – 8 lapis sel yang tipis dan dinding selnya sedikit berpigmen. Sedangkan *medulla*, terdiri dari benang-benang hifa yang hialin tidak mengalami penebalan dinding sel serta tidak berpigmen (Chetet *et al.*, 1969).

Pada sel-sel *cortex* dan *medulla* mengandung gelembung - gelembung cadangan makanan, sedangkan pada *rind* tidak (Semangun, 1994 dan Deacon, 1997). Di dalam sklerotia yang tua terkandung asam amino, gula, asam lemak dan lemak. Dinding sklerotia terdiri dari khitin, laminarin, gula, lemak dan β 1,3 glukosa (Domsch *et al.*, 1980; Punja, 1985). Pada permukaan sklerotium dapat mengeluarkan eksudat berupa ikatan ion, protein, karbohidrat, enzim endo polygalakturonase dan asam oksalat (Punja, 1985). Asam oksalat yang dihasilkan oleh *Athelia (Sclerotium) rolfsii* bersifat fitotoksik terhadap tanaman. Selain memproduksi asam oksalat juga mampu menghasilkan L-proline, merupakan antibiotik yang aktif melawan bakteri tertentu. Selama fase awal pertumbuhannya, pembentukan asam oksalat oleh *Sclerotium rolfsii* sangat meningkat (Domsch *et al.*, 1980).

Perkecambahan sklerotia bermula dari bagian *medulla*, hifa yang baru berkecambah mempunyai lebar rata-rata 2,0 μm dan tidak mempunyai *clamp connection*. Setelah 15 jam kemudian, lebar hifa bertambah rata-rata mencapai 4,9

um, terdapat septa dan *clamp connection* pada perkembangan hifa (Domsch *et al.*, 1980).

Penyakit rebah semai (*damping off*) dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Agrios, 1998) :

Kingdom	: Mycetae
Devisi	: Eumycota
Sub-Devisi	: Deuteromycota
Kelas	: Agronomycetes
Bangsa	: Agronomycetales
Marga	: Sclerotium
Jenis	: <i>Sclerotium rolfsii</i> Sacc.

Jamur *Sclerotium rolfsii* merupakan parasit fakultatif (Domsch *et al.*, 1980), yaitu jamur yang dapat bertahan di dalam tanah secara saprofitik apabila tidak dijumpai inang. Jamur tersebut dapat bertahan pada sisa-sisa tanaman di dalam tanah. Golongan jamur yang demikian biasanya mempunyai *competitif saprofitic activity* yang rendah (Cook dan Baker, 1996).

Mekanisme bertahan hidup yang terutama adalah dengan membentuk struktur dorman yaitu sklerotia. Sklerotia mempunyai kulit yang tebal dan keras sehingga tahan terhadap keadaan lingkungan yang tidak menguntungkan, terutama kekeringan dan suhu tinggi (Domsch *et al.*, 1980). Masa dorman akan berakhir jika kondisi lingkungan cocok untuk perkembangannya. Menurut Linderman dan Gilbert (1969), bahan-bahan kimia yang bersifat menguap yang dihasilkan oleh akar tanaman akan menstimulasi sklerotia untuk segera berkecambah.

Mekanisme lain untuk bertahan hidup adalah pada tanaman inang lain. Jamur *Sclerotium rolfsii* mempunyai kisaran inang luas sekali. Menurut Domsch *et al.* (1980), jamur *Sclerotium rolfsii* terutama menyerang tanaman muda. Dan berbagai jenis tanaman inangnya yaitu famili leguminoceae, brassicaceae, cucurbitaceae, tomat, pisang, jeruk, kentang, gandum, padi, tebu, bit gula, keladi dan tanaman obat-obatan.

Selain itu jamur dapat bertahan pada sisa-sisa tanaman yang terserang, sehingga menjadi sumber infeksi pada tanaman berikutnya. Dilaporkan oleh Rahaju (1997), bahwa serasah tanaman yang terinfeksi oleh *Sclerotium rolfsii* menjadi lingkungan yang kondusif bagi penyakit rebah semai di lahan.

Lama bertahan hidup jamur *Sclerotium rolfsii* tergantung pada ketersediaan substrat. Pada medium buatan sklerotia yang dihasilkan sangat berlimpah, demikian pula pada medium biji oat yang dicampur dengan dan 1,5% agar. Sklerotia yang dihasilkan bisa berbentuk tunggal atau berpasangan. Di laboratorium, sklerotia yang diberi minyak mineral dan disimpan pada suhu kamar mampu bertahan lebih dari satu tahun, bahkan hingga 3 – 5 tahun (Punja dan Grogan, 1983). Di dalam tanah, sklerotia dapat bertahan selama 6 - 7 tahun (Semangun, 1993), akan tetapi pada kondisi tanah yang sangat kering sklerotia hanya mampu bertahan hingga satu bulan (Punja dan Grogan, 1983).

Daya tahan hidup jamur *Sclerotium rolfsii* di dalam tanah dipengaruhi oleh suhu, kelembaban udara, kandungan oksigen, karbon dioksida, kapasitas air tanah, keasaman (pH) tanah dan mikro organisme tanah.

Jamur *Sclerotium rolfsii* berkembang baik pada suhu optimum antara 25 – 32° C dengan suhu minimum 7° C dan maksimum 35° C. Pada suhu 0° C jamur tidak dapat membentuk sklerotia dan hifa akan mati tetapi sklerotia masih dapat bertahan pada suhu tersebut, sedangkan pada suhu -10° C sklerotia akan mati (Domsch *et al.*, 1980). Punja dan Grogan (1985) mengemukakan bahwa suhu optimum untuk perkecambahannya sklerotia antara 21 – 30°C.

Pertumbuhan miselium dan jumlah sklerotia yang dihasilkan serta perkecambahannya akan bertambah pada media biakan jika terdapat cahaya biru dibandingkan pada kondisi gelap (Domsch *et al.*, 1980).

Pertumbuhan jamur *Sclerotium rolfsii* sangat ditentukan oleh kelembaban tanah. Pertumbuhannya akan menjadi kurang berkembang dengan bertambahnya kelembaban tanah. Perkecambahannya sklerotia pada media biakan terjadi dengan kelembaban antara 25 - 35% (Domsch *et al.*, 1980). Sedangkan menurut Griffin (1973), perkecambahannya sklerotia di lapang terjadi pada kondisi potensial air tanah sebesar 14 bar dengan periode latensi selama 14 hari.

Selain kelembaban tanah, jamur *Sclerotium rolfsii* memerlukan keadaan aerasi tanah yang baik untuk pertumbuhannya. Sklerotium akan terbentuk apabila

kandungan oksigen tanah mencapai 15% (Domsch *et al.*, 1980), dan tidak lebih dari 20% (Griffin, 1973). Menurut Domsch *et al.* (1980), diperlukan konsentrasi karbon dioksida tidak kurang dari 4%, tetapi menurut Griffin (1973) kisaran konsentrasi karbon dioksida yang diperlukan antara 4 - 10%. Jamur *Sclerotium rolfii* akan tumbuh optimal pada keasaman (pH) tanah antara 3,5 – 6 (Domsch *et al.*, 1980), akan tetapi menurut Griffin (1973), pertumbuhan miselium yang baik memerlukan pH tanah optimum antara 4,0 – 5,0 dan pH minimum antara 1,4 – 2,0. Pada kondisi pH optimum jamur *Sclerotium rolfii* memproduksi asam oksalat dan enzim polygalakturonase dalam jumlah banyak. Gabungan kedua enzim ini akan mempercepat proses penguraian selulosa dan substansi pektat pada dinding sel inang.

Menurut Aycock (1966), pengendalian jamur *Sclerotium rolfii* baik dilakukan pada pH tanah sekitar 8,1 karena jamur kurang berkembang pada kondisi tersebut. Selain itu mikro organisme yang berperan sebagai antagonis dapat tumbuh dengan baik yang mengakibatkan perkembangan jamur *Sclerotium rolfii* menjadi tertekan.

Sklerotia jamur *Sclerotium rolfii* yang terpendam pada kedalaman tertentu dalam tanah akan mempengaruhi perkecambahannya. Sklerotia yang terpendam lebih dari 15 cm dari permukaan tanah umumnya tidak mampu berkecambah (Domsch *et al.*, 1980). Penyebaran sklerotia jamur *Sclerotium rolfii* dapat melalui percikan air hujan, air irigasi atau melalui pupuk kandang yang belum sempurna pelapukannya (Sinclair, 1982 dalam Budiman dan Thamrin, 1994). Selain itu jamur dapat bertahan pada sisa-sisa tanaman yang terserang, sehingga menjadi sumber infeksi tanaman berikutnya.

2.4. Pengendalian

Pengendalian terhadap jamur *Sclerotium rolfii* dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain dengan kultur teknis, mengatur pH tanah menjadi netral, penggunaan pupuk kandang yang matang, sanitasi dan penggunaan fungisida (Semangun, 1993).

Pengendalian dengan kultur teknis jika dilakukan secara tidak tepat kurang memberikan hasil yang memuaskan. Tindakan rotasi tanaman juga kurang efektif mengingat jamur *Sclerotium rolfii* mempunyai kisaran inangnya yang sangat

luas. Pengendalian secara kimiawi dengan fungisida PCNB dan karboksini cukup efektif terhadap jamur tanah (Agrios, 1996).

Pengendalian secara kimia memberikan hasil cukup efektif tetapi bila dilakukan terus - menerus dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan mematikan organisme lain yang bukan sasaran (Sastrahidayat, 1992). Mengingat dampak terhadap lingkungan dan organisme lain yang bukan sasaran bila pengendalian terhadap jamur *Sclerotium rolfsii* dilakukan secara kimiawi, maka perlu dicari alternatif pengendalian lain yang efektif dan ramah lingkungan yaitu dengan pengendalian hayati. Menurut Baker dan Cook (1974), pengendalian hayati dapat dilakukan dengan memanfaatkan mikroorganisme antagonis yang berasal dari tempat tersebut (*in situ*).

2.5. Jamur Antagonis Sebagai Pengendali Hayati

Menurut Garret (1970) pengendalian hayati dalam arti luas adalah setiap kondisi yang menyebabkan daya tahan atau aktivitas patogen menurun karena adanya aktivitas mikro organisme, sehingga serangan patogen berkurang. Pengendalian hayati dalam arti sempit (terbatas) adalah penggunaan mikro organisme spesifik untuk mengendalikan organisme spesifik lainnya (Kerr dan Morgan, 1980).

Sedangkan menurut Baker dan Cook (1974), pengendalian hayati merupakan pengurangan jumlah inokulum atau aktivitas patogen maupun parasit yang menimbulkan penyakit oleh satu atau lebih organisme, secara alami atau dilakukan melalui manipulasi lingkungan, inang atau antagonis dengan mengintroduksi satu atau lebih antagonis.

Aspek pengendalian hayati terutama ditujukan untuk memanipulasi mikroorganisme kompetitif atau bersifat antagonis terhadap patogen tanaman yang interaksinya di alam dapat menurunkan atau mencegah terjadinya penyakit pada tanaman. Komponen yang mendukung pengendalian hayati adalah organisme - organisme saproba dan keseimbangannya di dalam tanah, dapat tumbuh lebih cepat serta mudah beradaptasi dengan lingkungan dan mampu hidup pada substrat yang mati (Goto, 1990).

Keberhasilan pengendalian hayati sangat ditentukan oleh jenis dan jumlah inokulum antagonis yang diberikan, jenis patogen yang akan dikendalikan, faktor

lingkungan yang mempengaruhi, cara saat aplikasinya ke dalam tanah (Cook dan Baker, 1996).

Dalam aplikasinya mikroorganisme yang bersifat antagonis dapat diberikan langsung ke dalam tanah beserta dengan substratnya yang berasal dari biakan murni, dalam bentuk penyelimutan benih, dengan menggunakan suspensi, atau dalam bentuk pelet. Mikroorganisme antagonis dikatakan ideal apabila: (1) menghasilkan inokulum secara terus menerus dan tidak merusak tanaman, (2) tahan terhadap lingkungan yang ekstrim dibandingkan patogen, misalnya suhu yang ekstrim, kekeringan, pengaruh antibiosis, fungisida dan bakterisida, (3) toleran terhadap parasit dan (4) dapat tumbuh dengan cepat (Baker dan Cook, 1974).

Pada setiap contoh tanah yang diambil mengandung mikroorganisme yang berpotensi sebagai antagonis terhadap mikro organisme lain jika berada pada kondisi lingkungan yang sesuai (Baker dan Cook, 1974). Tanah di lapang ataupun rumah kaca pada setiap gramnya mengandung sekitar: 5 – 10 juta bakteri, 10.000 – 10 juta streptomyces, 10.000 – 1 juta jamur, alga dan mikro fauna lain (Bollen, 1974). Diantara sejumlah mikro organisme tersebut ada yang berperan sebagai antagonis terhadap patogen tanaman.

Mikroorganisme tanah yang bersifat antagonis dapat diperoleh dari contoh tanah dengan memperhatikan beberapa hal, antara lain: (1) pengambilan sampel tanah pada musim yang tepat, yaitu pada saat antagonis berada pada keadaan paling aktif dalam menekan patogen yang akan diteliti, (2) sampel tanah diambil pada kedalaman tertentu, antara 5 – 15 cm atau diambil di sekitar zona perakaran tanaman. Pada kedalaman ini biasanya mikro organisme antagonis berada pada keadaan paling aktif (Baker dan Cook, 1974). Menurut Subba Rao (1994), dengan bertambahnya kedalaman tanah, mikro organisme tertentu akan menurun jenis dan kepadatannya.

Berdasarkan aktifitasnya, antagonisme dapat terjadi melalui beberapa cara yaitu: (1) kolonisasi, (2) kompetisi dan (3) antibiosis (Baker dan Cook, 1974). Kolonisasi dapat terjadi jika inokulum mikro organisme berada di sekitar tanaman atau terbawa melalui perantara. Kompetisi terjadi, jika 2 atau lebih organisme membutuhkan hal yang sama untuk hidupnya terutama dalam hal nutrisi, oksigen,

sumber karbon, nitrogen, ruang dan sebagainya. Konsekwensinya jika yang satu memperoleh maka yang lain akan kekurangan.

Sedangkan antibiosis, merupakan proses penghambatan suatu organisme karena adanya senyawa metabolit toksik yang dihasilkan organisme lain. Senyawa metabolit toksik bisa menyebabkan terjadinya lisis pada sel patogen. Lisis, merupakan suatu proses penghancuran, peleburan, pelarutan atau dekomposisi bahan organik oleh suatu organisme terhadap organisme lain (Baker dan Cook, 1974).

Antagonisme dapat terjadi melalui 2 interaksi koloni antara 2 jamur yang ditumbuhkan pada medium yang sama dalam cawan petri, yaitu kontak dan pertumbuhan jamur dipisahkan oleh jarak tertentu (zona penghambatan). Dalam hal ini ada 2 bentuk penghambatan yaitu: (1) jamur yang satu terhenti pertumbuhannya setelah terjadi kontak sedangkan jamur yang lain tumbuh di atas atau di bawah jamur yang terhenti, (2) setelah terjadi kontak antara 2 jamur tersebut maka yang satu terhenti pertumbuhannya, kemudian jamur yang lain akan tumbuh pada kedua lapisan permukaan jamur yang terhenti pertumbuhannya (Skidmore dan Dickson, 1976 dalam Kriswinarsih, 1998).

2.6. Simbiosis Mutualisme Antara Jamur Mikoriza dan Tanaman

Mikoriza merupakan suatu bentuk asosiasi yang bersifat simbiositis antara tanaman dengan jamur yang mengkoloni jaringan korteks akar selama periode pertumbuhan aktif tanaman. Hubungan ini dicirikan dengan adanya pertukaran dimana tanaman menghasilkan karbon yang dibutuhkan jamur dan jamur menyediakan unsur hara bagi tanaman. Istilah mikoriza yang secara harfiah berarti *jamur akar* pertama kali diperkenalkan oleh Frank pada tahun 1885. Sejak itu mulai banyak dipelajari tanaman - tanaman yang dapat bersimbiosis dengan jamur mikoriza dan diketahui hampir 95% dari semua spesies tanaman dapat bersimbiosis dengan jamur mikoriza (Sylvia, 1998).

Berdasarkan asosiasinya dengan akar tanaman, jamur mikoriza dibedakan dalam kelompok ektomikoriza, endomikoriza dan ektoendomikoriza. Ektomikoriza adalah jamur yang mengkoloni tanaman dan tumbuh diantara sel korteks akar (interaseluler) serta dapat menghasilkan hifa dalam jumlah besar pada permukaan akar dan di dalam tanah, dan endomikoriza digunakan untuk

mencirikan jamur yang tumbuh dan berkembang di dalam sel korteks akar (intraseluler), sedangkan ektoendomikoriza adalah jamur mikoriza yang memiliki ciri keduanya. Endomikoriza sering juga disebut sebagai *vasicular arbuscular mikoriza* karena jamur ini dapat membentuk vesicle dan arbuscular di dalam korteks tanaman (Sastrahidayat, 1995; Sylvia, 1998). Kelompok jamur endomikoriza juga dapat menghasilkan hifa di luar akar (*extrametrical hyphae*) yang dapat berkembang meluas sehingga dapat meningkatkan laju penyerapan hara dan air bagi tanaman-tanaman yang dikoloninya (Sylvia, 1998).

Perbedaan antara jamur ektomikoriza dan endomikoriza dalam beberapa hal adalah; 1) hifa yang digunakan untuk menginfeksi tanaman inang, pada ektomikoriza hifanya berada di antara dinding sel korteks (interseluler) sedangkan pada jamur endomikoriza, hifa menyerang masuk ke dalam sel jaringan korteks akar (intraseluler), 2) bentuk jaringan hifa pada ektomikoriza disebut *hartignet* yaitu hifa berbentuk jala yang terbentuk diantara jaringan korteks, hifa ini pada endomikoriza disebut *net work* yaitu hifa yang berbentuk jala yang meluas dan tipis menyelimuti akar, 3) terdapat bentuk yang khas, untuk ektomikoriza bentuk yang khas adalah *jamur sheat* yang berbentuk mantel yang tebal yaitu miselium yang menyelimuti permukaan akar sedangkan endomikoriza bentuk khususnya disebut vesicle arbuscular yaitu bentuk hifa yang oval dengan percabangan yang terdapat di dalam jaringan sel korteks, 4) bila akar terinfeksi jamur ektomikoriza maka akar akan membesar dan bercabang, tidak ada rambut akar tetapi terdapat bentuk rhizomorf yaitu percabangan seperti bentuk akar. Bila dilihat secara mikroskopis rhizomorf sebenarnya adalah hifa yang menjorok ke luar dinding akar. Pada endomikoriza akar yang terinfeksi secara mikroskopis akan terlihat bentuk dari vesikel dan arbuscular (Marks dan Kozlowski, 1973; Sanders *et al.* 1975; Harley dan Smith, 1983; dalam Muhibudin, 2006).

Menurut Sanders *et a.* (1975) dalam Muhibudin, (2006) karakteristik infeksi jamur endomikoriza pada tanaman adalah : 1) perakaran yang terinfeksi tidak membesar, 2) jamur membentuk lapisan hifa tipis pada permukaan akar tetapi tidak setebal mantel pada ektomikoriza, 3) infeksi hifa jamur menjangkau hingga ke dalam individu sel jaringan korteks, 4) adanya struktur khusus berbentuk oval yang disebut vesicle dan sistem percabangan hifa yang disebut arbuscular.

Menurut Morton (1988), jamur yang termasuk di dalam endomikoriza atau sering disebut VAM (vasiculer arbuscular mikoriza) di klasifikasikan sebagai berikut :

Divisi	: Eumycota
Kelas	: Zygomycetes
Bangsa	: Endogonales
Suku	: Endogonoceae

sampai saat ini ada sembilan marga yang dimasukkan dalam suku Endogonaceae yaitu *Acaulospora*, *Gigaspora*, *Glomus*, *Sclerocyttis*, *Glaziella*, *Complixples*, *Modecila*, *Entrospora* dan *Endogone*.

Simbiosis antara tanaman dan jamur VAM terjadi setelah jamur berhasil masuk ke dalam jaringan akar tanaman inang yang disebut dengan infeksi. Infeksi jamur VAM dimulai dengan berkecambahnya spora jamur dan terbentuknya apresorium pada permukaan akar selanjutnya hifa menembus sel-sel epidermis akar tanaman. Setelah mempenetrasi akar, hifa tumbuh secara intra (dalam sel) membentuk arbuscular maupun ekstraseluler di dalam korteks membentuk vesikel dan pada inang tertentu hifa membentuk koil hifa di luar korteks (Fakuara, 1988). Selain membentuk hifa di dalam jaringan sel korteks akar, jamur VAM juga membentuk hifa eksternal yang berada di luar akar. Pada hifa ini akan terbentuk spora. Hifa yang berada di dalam sel akar inang merupakan titik awal penetrasi dan berhubungan langsung dengan hifa yang berada di luar akar. Hifa eksternal menyerap hara dari tanah kemudian dialirkan menuju hifa internal dan di dalam arbuscular terjadi pertukaran antara hara yang diberikan jamur mikoriza dan yang diberikan tanaman pada jamur mikoriza terutama karbohidrat.

Ciri khusus jamur VAM adalah berada di dalam jaringan inang, hifa tidak bersekat serta adanya arbuscular dan vesicular. Arbuscular berfungsi sebagai alat transfer nutrisi antara jamur dengan inangnya, sedangkan vesicle dibentuk pada ujung hifa di dalam jaringan inang (di antara sel tanaman) dan berfungsi sebagai tempat cadangan makanan (Carling dan Brown, 1982). Arbusculer akan terbentuk setelah hifa mengalami percabangan dikotom berkali - kali sedangkan vesicle terbentuk setelah arbuscular terbentuk, tetapi tidak semua jamur VAM dapat

membentuk vesicular. *Gigaspora* sp. dan *Scutellospora* sp. relatif kurang membentuk vesicular sedangkan *Glomus* sp. membentuk vesicular dalam jumlah banyak. Secara makroskopis, akar yang terinfeksi jamur mikoriza tidak dapat dibedakan dengan akar yang tidak bermikoriza. Meskipun demikian pada beberapa tanaman seperti bawang dan jagung, jamur mikoriza menyebabkan akar berwarna kuning cerah bila dibandingkan dengan akar yang tidak bermikoriza (Gunawan, 1993).

2.6.1. Kondisi Ideal Jamur Mikoriza

Jamur VAM tersebar luas secara geografis dan pada berbagai jenis tanaman akan tetapi tidak semua famili tanaman dapat berasosiasi. Di daerah beriklim sedang anggota dari suku *Chenopodiaceae*, *Cyperaceae* dan *Cruciferaeae* umumnya tidak bermikoriza. Di daerah tropis jamur VAM terkadang hanya sedikit berada di alam dan pada vegetasi semi alamiah (Gianinazzi dan Diem, 1982). Menurut Sylvia (1998), asosiasi jamur mikoriza sangat luas dalam struktur dan fungsinya, namun demikian beberapa faktor juga berpengaruh seperti ketinggian, sifat tanah dan vegetasi tanaman yang dominan dalam daerah tertentu.

Di dalam lingkungan tanah, keberadaan jamur VAM dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pH, suhu, kandungan Fe dan Al bebas dan populasi mikroorganisme tanah. *Glomus* berkembang baik pada pH 5,5 sampai 6,5 dan *Acaulospora* pada pH 5,0 (Mosse, 1981). Pada pH 4,5 hanya jamur mikoriza yang mempunyai hifa halus seperti *Glomus* saja yang dapat menginfeksi jaringan akar tanaman inang (Wang *et al.* 1986).

Kandungan air tanah berpengaruh pada pembentukan spora jamur mikoriza. Pembentukan spora jamur mikoriza lebih terpacu pada kondisi kandungan air tanah yang sedikit daripada kondisi air tanah yang berlebihan. Menurut Sastrahidayat (1995), kandungan air tanah 60% dari kapasitas lapang cukup mendukung untuk terjadinya infeksi yang optimal. Pembentukan spora juga lebih terpacu pada tanah yang memiliki aerasi yang baik daripada tanah dengan aerasi yang jelek, sedangkan untuk suhu tanah yang tinggi biasanya sesuai untuk terjadinya infeksi dan pembentukan spora dan suhu yang rendah sesuai untuk pembentukan arbuscular. Suhu yang baik untuk perkembangan arbuscular

adalah 30⁰ C, untuk kolonisasi miselium pada akar 28 - 34⁰ C dan untuk sporulasi serta perkembangan vesicle pada suhu 35⁰ C.

Kandungan P tersedia dalam larutan tanah berpengaruh pada tingkat infeksi jamur VAM pada akar tanaman inang. Pemupukan P secara nyata menurunkan infeksi jamur VAM pada perakaran (Soedarja, 2000; Habte, 1990) tetapi tidak berpengaruh terhadap perkecambahan spora dan pertumbuhan hifa jamur (Tawaraya *et al.* 1996) dan sebaliknya pada kondisi ketersediaan P tanah rendah akan meningkatkan infeksi jamur mikoriza pada akar (Gunawan, 1993). Menurut Antunes and Cardoso (1991) bahwa semakin tinggi level P (sampai 200 ppm) yang diberikan pada tanaman jeruk yang diinokulasi dengan *Glomus etunicatum*, maka tingkat infeksi semakin menurun. Penambahan P sebanyak 25 ppm pada bawang prei nyata meningkatkan panjang akar yang dikoloni *Glomus etunicatum* dan panjang miselium eksternal (Miranda and Harris, 1994).

Perkembangan jamur VAM dalam akar juga dipengaruhi oleh keberadaan mikroorganisme tanah lainnya seperti bakteri pelarut posfat, mikroorganisme penambat N₂, bakteri penghasil fitohormon, jamur tanah yang bersifat patogen tanaman dan nematoda parasit tanaman. Jamur mikoriza juga meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah yang menguntungkan tanaman seperti rhizobium dan bakteri pelarut fosfat. Tanaman kacang-kacangan yang bermikoriza mengandung bintil rhizobium yang lebih tinggi daripada tanaman yang tidak bermikoriza (Mikola, 1982; Dehne, 1982).

2.6.2. Peran dan Berbagai Manfaat Jamur Mikoriza pada Tanaman

Jamur mikoriza mempunyai peran penting bagi tanaman terutama pada tanah-tanah marginal. Tanaman yang bersimbiosis dengan jamur mikoriza akan tumbuh lebih baik. Tanaman merupakan penghasil karbon yang sangat dibutuhkan oleh jamur, sedangkan jamur mensuplai nutrisi yang dibutuhkan tanaman. Keberhasilan simbiosis terletak pada keseimbangan antara kemampuan jamur memberikan nutrisi bagi tanaman dan sebaliknya (Sylvia, 1998).

Beberapa manfaat mikoriza menurut Della (1988) yaitu : menambah daya absorpsi N, P, K, Ca dan beberapa hara mikro; meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan; mengendalikan infeksi patogen akar; memproduksi senyawa-senyawa perangsang pertumbuhan; merangsang aktifitas beberapa

organisme yang menguntungkan (rhizobium dan bakteri pelarut fosfor); memperbaiki struktur dan agregasi tanah dan membantu siklus mineral. Keberhasilan tanaman yang berasosiasi dengan jamur mikoriza tumbuh lebih baik daripada tanaman yang tidak bermikoriza, hal ini berkaitan dengan serapan unsur hara yang lebih baik terutama unsur P (Mosse, 1981). Selain itu, tanaman juga lebih tahan terhadap kekeringan dan serangan patogen akar (Wibawa *et al.* 1994).

Menurut Kabirun (1990) bahwa jamur mikoriza VA pada tanaman berperan dalam : 1). Memperbaiki hasil tanaman dan mengurangi penggunaan pupuk. Pemberian jamur mikoriza pada tanaman dapat mengurangi pemberian pupuk fosfat terlarut. Diperkirakan sekitar 75% dari pupuk fosfor yang diberikan pada tanaman tidak digunakan selama tahun pertama pemupukan karena tidak tersedia bagi tanaman atau hilang karena hanyut, 2) meningkatkan toleransi terhadap kekurangan air, 3) meningkatkan ketahanan terhadap penyakit, 4) menghasilkan hormon yang dibutuhkan tanaman dan berpengaruh pada sintesa senyawa pengatur tumbuh dalam tanaman, 5) memperbaiki struktur tanah dengan mengikat partikel tanah menjadi agregat tanah yang lebih stabil.

Miselium jamur mikoriza VA yang berada di rhizosfer mampu meningkatkan pengambilan fosfor dari tanah dengan cara memperluas permukaan yang bersinggungan dengan tanah. Miselium jamur mikoriza VA yang berada di rhizosfer berfungsi sebagai saluran transportasi hara termasuk P yang kurang mobil dari tanah ke tanaman, nutrisi dilewatkan dalam hifa dan akhirnya pindah ke dalam sel akar (Manjunath and Habte, 1988). Menurut Tarafdar and Jungk (1987), peningkatan jumlah miselium di rhizosfer juga diikuti dengan peningkatan enzim fosfatase, asam fosfatase dan alkalin fosfatase sehingga peningkatan serapan P oleh akar tanaman tidak hanya disebabkan oleh luas areal serapan tetapi juga adanya peningkatan proses hidrolisis P organik menjadi P anorganik oleh enzim fosfatase sehingga dapat langsung diserap oleh akar tanaman. Aliran fosfor dalam hifa mengikuti aliran sitoplasma sedangkan pemindahan nutrisi dari jamur ke akar tanaman inang melalui arbuscular. Dalam tanaman inangnya, jamur mikoriza VA diketahui mampu memproduksi senyawa-senyawa perangsang pertumbuhan seperti auxin, cytokinin dan giberilin (Arshad and Frankerberger, 1987).

Jamur mikoriza sangat menguntungkan tanaman terutama tanaman yang mempunyai sistem perakaran terbatas (Nadian *et al.* 1997). Hifa eksternal jamur yang berkembang di dalam tanah dapat meningkatkan akses tanaman terhadap sumber air dan hara terutama di luar zona deplesi akarnya (Li *et al.* 1991). Dengan diameter yang kecil (3-5 μ m) hifa tersebut efektif mempenetrasi pori mikro yang tak dapat dimasuki oleh bulu akar dan menyerap lengas dan hara di dalamnya (Drew *et al.* 2003). Selain itu jamur mikoriza ini juga dapat berfungsi sebagai pipa yang mempercepat aliran atau pergerakan air dan hara dibandingkan jika berdifusi melalui tanah (Nelsen and Safir, 1982 *dalam* Auge, 2001), sehingga tanaman bermikoriza lebih toleran terhadap kekeringan dan karenanya dapat tumbuh lebih baik dibanding dengan tanaman yang tidak bermikoriza.

Dari beberapa penelitian diketahui bahwa jamur mikoriza mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman, karena miselium jamur ini mampu berperan sebagai perpanjangan akar dalam menyerap nutrisi dan air yang tidak terjangkau oleh akar sehingga permukaan absorpsi akar bertambah luas. Panjang miselium eksternal bisa mencapai 80 cm untuk setiap centimeter panjang akar. Luas permukaan serapan akar tanaman bermikoriza dapat meningkatkan empat kali luas akar tanaman non mikoriza dengan kemampuan serapan 80 kali lebih besar (Mosse, 1981).

Akar tanaman yang terinfeksi jamur mikoriza menunjukkan adanya peningkatan asam fosfatase yang dapat mengkatalisis kompleks fosfor yang tidak larut menjadi tersedia bagi tanaman. Hasil penelitian Sastrahidayat (1995) pada beberapa tanaman seperti jagung, bawang merah, semangka, kedelai, cabe dan tomat menunjukkan bahwa tanaman yang diinokulasi dengan jamur mikoriza memberikan pertumbuhan yang baik dan hasil yang lebih baik daripada tanaman yang tidak diinokulasi.

Selain itu, tanaman yang diinokulasi dengan jamur mikoriza juga dapat menekan serangan *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* penyebab penyakit layu pada tomat dan mampu meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kondisi air tanah yang rendah. Penelitian lainnya menyebutkan bahwa keberhasilan jamur mikoriza VA dalam menekan infeksi patogen di antaranya pada tanaman tembakau dan alfalfah, *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* pada tomat, *Phytophthora megasperma* var. *sojae* pada kedelai dan *Rhizoctonia solani* dan

Phythium ultimum pada poinseta semuanya menurun dibandingkan dengan tanaman tanpa jamur mikoriza. Pengaruh yang sama juga didapatkan pada nematoda khususnya nematode bintil akar. Jamur mikoriza VA yang diinokulasikan pada tanaman tomat, kapas, kedelai, tembakau, wortel dan oat menunjukkan serangan bintil akar yang sedikit dibanding tanaman tanpa jamur mikoriza (Schenck, 1981). Menurut Dehne (1982) bahwa keberadaan jamur mikoriza VA pada akar tanaman dapat menekan laju parasitasi nematoda dari 30% menjadi 10% pada tanaman kapas. Dan menurut Baon *et al.* (1988) jamur mikoriza dapat meningkatkan toleransi tanaman terhadap nematoda *Pratylenus coffea*. Jamur mikoriza VA juga dapat meningkatkan pertumbuhan, serapan hara dan ketahanan bibit terhadap infeksi jamur *Ganoderma boninense* (busuk pangkal batang) pada bibit kelapa sawit (Sunarti *et al.*, 2004)

Jamur mikoriza juga berperan sebagai biocontrol bagi tanaman dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan dan sebaliknya jamur mikoriza tidak menyebabkan penyakit terhadap tanaman. Akar tanaman yang bermikoriza akan tumbuh lebih cepat dan menghasilkan bobot panen yang lebih banyak serta lebih tahan terhadap serangan patogen tertentu dibanding yang tidak bermikoriza (Harley, 1959 dalam Muhibudin, 2006).

2.7. Epidemologi Penyakit

Menurut Abadi (2003), bila patogen menyebar dan menyerang banyak individu suatu populasi yang meliputi areal yang relatif luas dan dalam waktu yang relatif pendek maka fenomena ini disebut sebagai epidemi. Beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya epidemi adalah : faktor inang (tingkat ketahanan/kerentanan inang, keseragaman genetik, tipe tanaman budidaya dan umur tanaman), faktor patogen (tingkat virulensi, jumlah inokulum dekat inang, tipe reproduksi patogen, ekologi patogen cara penyebaran patogen), faktor lingkungan (suhu, kelembaban), dan faktor manusia (seleksi tempat dan persiapan tanam, seleksi material perbanyak, praktek penanaman, cara pengendalian).

Epidemi penyakit tumbuhan kebanyakan bersifat lokal atau setempat dan menyebabkan kerugian kurang berarti sampai dengan moderat atau sedang. Umumnya epidemi terjadi secara alami misalnya karena adanya perubahan kondisi cuaca, akan tetapi epidemi juga dapat terjadi akibat tindakan pengendalian

secara kimia atau karena aplikasi cara - cara pengendalian lainnya. Seringkali epidemi terjadi secara tiba - tiba, tidak terkontrol dan menjadi sangat luas penyebarannya atau menyebabkan kerusakan parah pada spesies tanaman tertentu (Abadi, 2000).

Menurut Semangun (1996) epidemi adalah meningkatnya penyakit dengan hebat pada waktu dan wilayah tertentu dalam suatu populasi tumbuhan. Epidemi terjadi pada jangka waktu tertentu, jadi tidak selalu terjadi dan epidemi juga terjadi pada tempat, ruang atau wilayah tertentu, jadi tidak merata.

Epidemi penyakit tumbuhan berkembang sebagai akibat kombinasi yang tepat pada waktunya dari unsur-unsur yang sama dengan yang mengakibatkan penyakit tumbuhan yaitu tumbuhan inang yang rentan, patogen yang virulen, dan kondisi lingkungan yang menguntungkan dan terjadi dalam waktu yang cukup lama. Akan tetapi, karena aktivitas manusia yang mungkin tanpa disadari dapat membantu timbul dan berkembangnya epidemi atau mungkin juga secara efektif dapat menghentikan timbul dan perkembangan epidemi di bawah kondisi yang mungkin saja dapat terjadi tanpa adanya campur tangan manusia (Agrios, 1996).

Syarat yang harus dipenuhi agar penyakit tumbuhan berkembang di suatu lahan, terutama bila diharapkan agar penyakit dapat menyebar ke areal yang luas dan berkembang menjadi epidemi yang parah yaitu adanya kombinasi yang cocok antara faktor lingkungan secara konstan atau berulang-ulang dalam interval yang sering pada areal yang luas. Akan tetapi bila kondisi lingkungan yang mendukung terjadinya hanya terjadi dalam waktu yang relatif cepat, maka tanaman hampir dipastikan tidak akan menderita penyakit parah walaupun lahan tersebut mengandung patogen yang ganas. Adalah siklus infeksi yang berulang dan waktu yang memadai dibutuhkan sebelum patogen memproduksi cukup individu untuk menyebabkan epidemi yang parah yang merugikan secara ekonomi di suatu lahan. Sekali patogen tersedia dalam jumlah besar maka patogen akan dapat menyerang, menyebar ke lahan dekatnya dan menyebabkan epidemi yang parah dalam waktu yang sangat pendek bahkan hanya dalam beberapa hari saja (Abadi, 2000).

Interaksi unsur-unsur yang membentuk epidemi dan dalam perjalanan waktu dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan dan campur tangan manusia, dinyatakan dalam pola dan laju epidemi. Pola epidemi yang dinyatakan dalam

segi jumlah luka, jumlah jaringan sakit atau jumlah tumbuhan sakit digambarkan dalam bentuk kurva yang menunjukkan kemajuan epidemi setelah beberapa waktu. Kurva tersebut disebut kurva perkembangan penyakit (*disease regress curve*). Titik awal dan bentuk kurva perkembangan penyakit memberikan informasi tentang peranan waktu dan jumlah inokulum, perubahan kerentanan inang selama periode pertumbuhan, keadaan cuaca yang berulang dan efektifitas tindakan kultur teknis dan pengendalian. Kurva atau pola perkembangan penyakit, karena dipengaruhi oleh cuaca, varietas dan sebagainya maka kadang-kadang bervariasi dengan tempat dan waktu, tetapi umumnya kurva tersebut mempunyai ciri-ciri tertentu untuk beberapa kelompok penyakit. Sebagai contoh kurva yang bertipe kejenuhan (*saturation type*) mencirikan penyakit monosiklik, kurva sigmoid mencirikan penyakit polisiklik dan kurva bimodial mencirikan penyakit yang mempengaruhi organ-organ yang berbeda (bunga, buah) dari tumbuhan (Agrios, 1996). Menurut Abadi (2000), epidemi dipengaruhi oleh faktor-faktor yang dapat berbeda menurut lokasi dan waktu maka bentuk kurva kemajuan penyakit bervariasi tergantung lokasi dan waktu. Bila penyakit yang disebabkan oleh patogen monosiklik diplot dengan waktu, dihasilkan kurva kemajuan yang bentuknya kurva lengkung dan bila penyakit yang disebabkan oleh patogen polisiklik diplot lawan waktu, biasanya dihasilkan kurva sigmoid.

Selanjutnya menurut Agrios (1996), dari data yang terkumpul pada berbagai interval waktu dan digunakan untuk memplot kurva perkembangan penyakit dapat diperoleh laju epidemi (epidemic rate) penyakit yaitu laju pertumbuhan epidemi. Laju epidemi secara umum diberi tanda r yaitu *jumlah peningkatan penyakit per unit waktu* (per hari, minggu, tahun) dari populasi tumbuhan di bawah kondisi tertentu. Pola laju epidemi digambarkan dalam bentuk kurva yang disebut kurva laju (*rate curve*) dan kurva tersebut berbeda untuk setiap kelompok penyakit. Kurva laju mungkin berbentuk simetris atau asimetris dengan laju epidemi yang lebih besar pada awal musim karena kerentanan lebih besar pada daun muda seperti penyakit kudis pada apel dan sebagian besar penyakit embun tepung, atau asimetris dengan epidemi yang lebih besar pada akhir musim yang ditemukan pada banyak jenis penyakit yang permulaannya lambat tetapi akan meningkat sebagai akibat kerentanan tumbuhan pada akhir musim seperti penyakit hawar daun *Alternaria* dan layu *Verticillium*.

Pola epidemi setiap penyakit tumbuhan bervariasi dengan varietas tumbuhan inang dan ras patogen yang ada, dengan jumlah inokulum patogen pada awal epidemi dan dengan tingkat kelembaban dan kisaran suhu selama epidemi berlangsung. Lebih banyak informasi yang diketahui dari setiap komponen epidemi dan bahkan untuk setiap subkomponennya pada keadaan tertentu, maka akan lebih mudah kita memahami dan menggambarkan epidemi tersebut dan lebih baik prediksi (prakiraan) yang dapat dilakukan tentang tingkat serangan pada waktu selanjutnya atau pada areal yang lain. Kemampuan memprediksi tingkat serangan epidemi tentu saja mengandung kepentingan praktis yaitu memberi peluang bagi kita untuk menentukan apa, kapan dan bagaimana bentuk strategi pengelolaan penyakit yang dapat dilakukan untuk menurunkan atau kalau mungkin meniadakan sama sekali penyakit tersebut pada lokasi tertentu. Pemahaman yang baik terhadap kurva perkembangan penyakit memungkinkan untuk memprakirakan peramalan (forecast) penyakit dan menentukan strategi pengendalian penyakit terbaik untuk penyakit dan waktu tertentu (Agrios, 1996).

Menurut Abadi (2000), kurva kemajuan penyakit sangat berguna karena kita dapat belajar tentang dinamika penyakit, menghitung pengaruh strategi pengelolaan terhadap penyakit, dan meramalkan peningkatan penyakit dari analisisnya. Analisis tentang kemajuan penyakit difasilitasi oleh model-model peningkatan penyakit.