



BAB I

INTERAKSI TANAMAN DAN PATOGEN

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa diharapkan mengetahui dan memahami tentang penyakit pada tanaman dan penyebabnya.

1.1. Tanaman Sehat dan Sistem Pertahanannya

Setiap kali petani menyemaikan benih tanaman budi daya pasti menginginkan tanamannya tumbuh subur dan menghasilkan panen melimpah. Secara umum definisi dari tumbuhan adalah organisme non budi daya, sedangkan tanaman adalah organisme yang telah dibiakkan dan diperbanyak oleh manusia. Beberapa karakteristik tanaman sehat yang terlihat secara visual adalah berdaun lebat, tegak, bebas hama dan bebas penyakit, bagian tanaman (utamanya daun dan tunas) tidak layu dan kering, dapat bertambah ukurannya setiap hari (dilihat perpanjangan batangnya), pada tanaman muda menunjukkan perubahan setiap hari dari fase kecambah menuju fase dewasa.

Secara umum penyebab penyakit pada tanaman disebut patogen, sedangkan organisme yang terserang atau tanaman yang ditempatinya dinamakan inang (*host*). Bagaimana caranya membedakan tanaman sehat dan tanaman sakit? Pada umumnya tanaman sakit memperlihatkan tanda-tanda sebagai berikut: a) kebanyakan daun layu/menguning yang mengakibatkan proses fotosintesis menurun (berkurangnya

klorofil/kloroplas rusak); b) terganggunya proses translokasi air (terjadi penyumbatan xylem, penyempitan pembuluh vaskular, kerusakan lapisan daun dan stomata; c) terganggunya translokasi nutrisi (terjadi gangguan pada kinerja enzim pertumbuhan); d) meningkatnya respirasi dilihat pada peningkatan metabolisme melawan mekanisme pertumbuhan abnormal, dan e) peningkatan permeabilitas sel karena adanya enzim bersifat toksin yang dihasilkan oleh patogen.

Secara alami tanaman budi daya dapat diserang oleh berbagai macam patogen dan pertahanan tanaman sangat bervariasi menghadapi serangan tersebut. Secara alami tanaman dikatakan tahan terhadap penyakit adalah kondisi normal penolakan tanaman terhadap adanya organisme asing, sedangkan kerentanan adalah pengecualian di mana tanaman tersebut kondisi tumbuhnya tidak optimal sehingga mudah terserang oleh patogen. Contohnya adalah tanaman yang hidup di daerah yang mengalami kekeringan atau kondisi lingkungan ekstrem lainnya. Tingkat ketahanan atau kerentanan tanaman bergantung pada dua faktor utama, yakni: kebutuhan substrat dari patogen serta cara tanaman bereaksi terhadap kehadiran patogen.

Tipe ketahanan tanaman terbagi tiga, yakni: a) ketahanan bukan inang, b) ketahanan sejati dan c) ketahanan semu (lolos dan toleran).

Ketahanan bukan inang adalah tanaman tertentu hanya merupakan inang bagi sejumlah kecil patogen, sebagai contoh spesies tanaman tertentu hanya diserang oleh patogen tertentu. Tanaman bukan inang (*non host*) mempunyai sifat sangat tahan terhadap patogen tanaman lainnya walaupun kondisi lingkungannya sangat mendukung perkembangan patogen tersebut dan relatif rentan terhadap patogennya sendiri.

Ketahanan sejati adalah ketahanan yang terbentuk secara alami karena adanya gen ketahanan di dalam tanaman. Tanaman inang dan patogen yang menginfeksi tidak sesuai karena sebelumnya tidak terjadi proses pengenalan secara kimiawi antara inang dan patogen yang akan menginfeksi. Selain itu, terdapat mekanisme pertahanan yang diberikan oleh tanaman inang sebelum atau setelah infeksi patogen. Ketahanan sejati terbagi dua, yakni ketahanan horizontal dan ketahanan vertikal. **Ketahanan horizontal** adalah tanaman bekerja melawan semua ras patogen, tingkat ketahanannya rendah, diwariskan secara poligenik, dan merupakan reaksi dari kumpulan gen sehingga sulit diidentifikasi. Ketahanan secara horizontal

umumnya beraktivitas sebelum dan sesudah infeksi patogen serta mampu mengurangi laju perkembangan patogen. **Ketahanan vertikal** adalah ketahanan tanaman diatur oleh satu atau beberapa gen utama yang dapat bersifat resesif atau dominan, reaksinya secara diferensial, hanya tahan terhadap satu ras patogen, diturunkan ke generasi selanjutnya sesuai dengan hukum Mendel, gennya dapat diidentifikasi, ketahanannya dapat berubah sewaktu-waktu, dapat menunda permulaan terjadinya epidemi penyakit, tetapi saat terserang cepat terjadi peningkatannya. Umumnya, ketahanan secara vertikal aktif setelah terjadi infeksi dan bersifat hipersensitif.

Ketahanan semu adalah pada keadaan sebenarnya tanaman tersebut rentan namun kondisi tidak menguntungkan untuk terjadinya penyakit.

Perlu diketahui bahwa tanaman dapat lolos dari serangan penyakit karena adanya tiga faktor utama yang saling menolak satu sama lain (adanya interaksi antara tanaman inang, patogen, dan lingkungan/*disease triangle*), tanaman cepat tumbuh, umur tanaman yang tidak sesuai untuk diinfeksi oleh patogen, sistem penanaman polikultur/tumpang sari, sebelumnya tidak terjadi infeksi/pelukaan fisik oleh alat pertanian, tidak ada vektor pembawa (serangga), adanya cendawan antagonis dan kondisi lingkungan, serta iklim yang tidak sesuai untuk pertumbuhan patogen. Bagian tanaman yang telah mengalami pelukaan oleh serangga dan alat pertanian mudah sekali terinfeksi oleh patogen. Inilah yang disebut sebagai infeksi sekunder.

Sebaliknya tanaman toleran terhadap penyakit karena a) tanaman terserang/rentan, tetapi tanaman mampu bertahan dengan baik (adanya gejala ringan/tidak tampak); b) terdapat sifat genetik yang dapat diwariskan; dan c) pada keadaan sebenarnya tanaman tersebut rentan, tetapi kondisinya tidak menguntungkan untuk terjadinya penyakit.

Sistem pertahanan tanaman terbagi menjadi dua bagian utama, yakni sebelum terjadinya infeksi patogen dan setelah terjadinya infeksi. **Pertahanan tanaman sebelum terjadinya infeksi** terbagi menjadi dua bagian penting, yakni: a) pertahanan struktural mencakup adanya lapisan lilin dan bulu/duri pada permukaan tanaman, struktur dinding sel epidermis dan ukurannya (semakin rapat semakin sulit ditembus oleh patogen), kerapatan serta bentuk stomata/lenti sel; dan b) pertahanan biokimia meliputi adanya mekanisme penghambatan yang dikeluarkan tanaman ke lingkungan berupa enzim yang dapat dikenali oleh serangga/patogen, penghambatan yang terdapat secara alami di dalam tubuh tanaman, pertahanan yang

terjadi karena adanya faktor esensial (tidak adanya pengenalan antara inang dan patogen, tidak adanya reseptor pada inang dan sensor untuk mengenali toksin dan tidak adanya substansi esensial untuk patogen). **Pertahanan tanaman setelah terjadinya infeksi** adalah: a) pertahanan struktural meliputi: reaksi pertahanan sitoplasmik, struktur pertahanan dinding sel, dan struktur pertahanan histologi (terjadinya pembentukan lapisan gabus, pembentukan lapisan absisi, pembentukan tilosis dan adanya deposit gum/zat perekat), dan b) pertahanan biokimia mencakup pengenalan patogen oleh tanaman inang, respons hipersensitif, adanya fitoaleksin, detoksifikasi toksin yang dikeluarkan oleh patogen, adanya senyawa fenol sederhana dan protein, serta pertahanan melalui inokulasi buatan.

1.2. Penyebab Penyakit Tanaman

Seperti yang telah dijabarkan sebelumnya, tingkat keparahan penyakit sangat ditentukan oleh kondisi lingkungan tempat tumbuh dan pertahanan tanaman inang secara alami (warisan gen ketahanan secara genetik). Terdapat dua macam penyebab utama terjadinya penyakit pada tumbuhan, yakni penyakit abiotik dan biotik.

1.2.1. Abiotik

Penyakit abiotik biasanya disebabkan oleh kondisi lingkungan tempat tumbuh tanaman budi daya, yakni adanya batuan cadas menghambat pertumbuhan akar tanaman, pH tanah terlalu asam/basa, kekurangan air, suhu udara/tanah terlalu tinggi, lahan tergenang/banjir, defisiensi unsur hara, terjadinya keracunan Fe, Al atau logam berat lainnya pada tanaman, terdapat bahan penyebab pencemaran udara berupa gas dan partikel yang menyebar di sekitar pertanaman, keracunan pestisida kimiawi serta suhu udara terlalu rendah.

Penyebab lain terjadinya penyakit abiotik adalah defisiensi zat hara yang dibutuhkan dalam pertumbuhan tanaman, contohnya hara makro dan mikro. Hara makro dibutuhkan dalam jumlah yang relatif banyak biasanya dinyatakan dalam % per unit bahan kering contohnya adalah nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan belerang (S). Gejala tanaman yang kekurangan hara makro adalah a) nitrogen (N) menunjukkan daunnya menguning dan kering, pertumbuhannya lambat dan tanamannya kerdil; b) fosfor

(P) menyebabkan terhambatnya pertumbuhan sistem perakaran, batang dan daun; warna daun menjadi hijau tua/keabu-abuan, terdapat pigmen merah pada bagian bawah daun; buah yang dihasilkannya kecil dan kisut; c) kekurangan kalium (K) menyebabkan daun tanaman menjadi keriting, batang pendek dan lemah, buah mudah gugur (contohnya pada tanaman kelapa dan jeruk); pada tanaman penghasil umbi (kentang dan ubi jalar) kandungan karbohidratnya menjadi sangat rendah; d) kekurangan kalsium (K) menyebabkan daun muda berkeriput dan mengalami perubahan warna, matinya tunas tanaman serta pertumbuhan tanaman lemah; e) kekurangan magnesium (Mg) menyebabkan daun tua mengalami klorosis, tulang daunnya berwarna hijau serta berkurangnya daya kecambah biji; dan f) kekurangan belerang (S) menyebabkan daun tanaman mengalami klorosis (berubah menjadi kuning), terutama ditemukan pada daun muda; jumlah anakan yang dihasilkan sangat terbatas, tanaman kerdil, khusus pada tanaman tebu menyebabkan rendemen gula yang rendah.

Selain unsur hara makro maka unsur hara mikro juga dibutuhkan dalam pertumbuhan tanaman walaupun jumlahnya relatif sedikit (dinyatakan dalam ppm per unit bahan kering) contohnya adalah besi (Fe), tembaga (Cu), mangan (Mn), seng (Zn), boron (B), molibdenum (Mo), kobalt (Co) dan khlor (Cl). Dampak kekurangan hara mikro adalah a) kekurangan besi (Fe) menyebabkan tulang daun mengalami klorosis lalu mengering; kematian tanaman dimulai dari pucuknya; b) kekurangan tembaga (Cu) menyebabkan ujung daun sering ditemukan layu; ranting berwarna cokelat dan mati; buahnya yang dihasilkan berukuran kecil berwarna cokelat; c) kekurangan mangan (Mn) menyebabkan jaringan daun mengalami klorosis lalu mati dan tidak terjadi pembentukan biji; d) kekurangan seng (Zn) menyebabkan klorosis terjadi di antara tulang daun serta daun gugur sebelum waktunya; e) kekurangan boron (B) menyebabkan daun menjadi keriput; pada jagung tidak menghasilkan biji pada tongkol; f) kekurangan molibdenum (Mo) menyebabkan daun berkerut dan mengering; g) kekurangan kobalt (Co) menyebabkan berkurangnya daya kecambah biji karena terhambatnya proses penyerapan nitrogen; dan h) kekurangan khlor (Cl) menyebabkan daun tanaman berwarna seperti tembaga.

Penyakit abiotik dapat juga terjadi karena pengaruh suhu. Suhu tinggi yang berasal dari radiasi panas menyebabkan gangguan pada tanaman, contohnya terjadi paparan sinar matahari secara langsung pada lahan tanpa naungan dan panasnya api karena adanya pembakaran serasah dapat mematikan tanaman budi daya karena mengalami dehidrasi berlebihan. Suhu rendah di bawah 0°C menyebabkan *freezing injury* yang dapat mematikan pertumbuhan jaringan muda. Salah satu contoh nyata pengaruh suhu udara terlalu rendah pada pertumbuhan tanaman adalah kasus embun upas. Embun upas adalah butiran es yang menyelubungi tanaman (contoh kasusnya pada tanaman kentang) seperti yang ditemukan di dataran tinggi Dieng. Suhu lingkungan saat terjadinya embun upas berkisar 5–8°C. Adanya butiran es yang menyelubungi semua bagian tanaman menghalangi terjadinya proses fotosintesis. Terhambatnya proses fotosintesis dalam jangka waktu yang lama akan mengakibatkan tanaman layu, mengering, dan berujung pada gagal panen. Secara umum embun upas menyebabkan keringnya daun dan batang tanaman. Arnani (2018) melaporkan bahwa dampak embun upas pada tanaman kentang yang siap panen menjadikan kualitasnya sangat menurun karena timbul bercak cokelat pada bagian dalam umbi. Terjadinya perubahan fisik umbi kentang menyebabkan kerugian yang sangat besar pada petani. Fenomena ini menyerang tanaman kentang di dataran tinggi Dieng dalam skala yang luas. Selain kentang, terdapat beberapa spesies tanaman yang menjadi kering karena adanya embun upas, yakni bunga pancawarna, bunga terompet, dan carica. Selain tanaman yang peka, ada pula beberapa tanaman lain yang tahan terhadap embun upas, yakni cemara, puspa, dan kayu putih. Tingkat keparahan penyakit sangat ditentukan oleh ketebalan lapisan embun upas dan durasi terjadinya serangan tersebut. Embun upas biasanya terjadi saat kemarau melanda dataran tinggi Dieng pada Juli–Agustus setiap tahunnya dengan durasi harian sampai mingguan.

Salah satu alternatif sederhana mengatasi serangan embun upas adalah petani menggunakan paranet yang menutupi tanaman budi daya untuk menghalangi penetrasi embun upas. Namun, paranet terlihat kurang efektif digunakan jika embun upas terlalu tebal. Cara lainnya adalah petani dianjurkan menghangatkan tanamannya dengan melakukan pemanasan sampai suhu sekitar 40° C. Alat berupa

pemanas buatan tersebut diletakkan di tengah pertanaman karena akan memancarkan cahaya serupa dengan matahari. Namun, teknologi ini masih baru dan tergolong sangat mahal untuk diaplikasikan oleh petani di Indonesia, khususnya di daerah yang sering terkena embun upas.

Selain kematian tanaman karena adanya embun upas, proses kehilangan air dari jaringan tumbuhan dapat menyebabkan layu sementara (*temporary wilt*) dan layu permanen (*permanent wilt*). Kerusakan permukaan jaringan tanaman menyebabkan keriput dan retak/pecah. Polutan berupa bahan pencemar udara yang berasal dari gas dan partikel secara langsung menyebabkan kerusakan pada jaringan/sel contohnya saat terjadi hujan asam (SO_2). Dampak tidak langsung adalah terjadi efek rumah kaca dan adanya lubang ozon yang berpengaruh negatif pada tanaman (terjadi pemanasan global).

1.2.2. Biotik

Faktor biotik yang menjadi penghambat pertumbuhan tanaman sebagian besar berasal dari golongan mikroorganisme yang bersifat sebagai patogen, yakni cendawan, bakteri, nematoda, virus, protozoa, dan fitoplasma. Semua spesies patogen yang telah disebutkan tersebut mempunyai potensi menyerang tanaman budi daya mulai dari pesemaian, panen sampai ke tempat penyimpanan. Gejala yang umum tampak pada tanaman yang terserang cendawan adalah timbulnya bercak pada daun/buah, adanya tepung yang menutupi tanaman (*powdery*), layu (*wilt*), dan karat (*rust*). Secara kimiawi, aktivitas patogen juga menyebabkan material menjadi lunak dan berbau busuk.

Sebelum melangkah lebih jauh, untuk menyamakan persepsi penggunaan nama antara penulis dengan pembaca, di buku ini dituliskan “**semua jenis organisme yang menyerang/hidup pada tumbuhan dan lingkungan**” disebut dengan nama *cendawan*, sedangkan “**produk/bahan pencampur yang dapat dimakan oleh manusia (edible)**” disebut sebagai *jamur*.

1.3. Latihan Soal

1. Tuliskan gejala penyakit abiotik dan biotik yang menyerang tanaman.
2. Tuliskan faktor penyebab tanaman lolos dari serangan patogen.
3. Tuliskan mekanisme serangan embun upas sampai dapat menggagalkan panen tanaman di dataran tinggi Dieng.



BAB II

PERANAN CENDAWAN DI ALAM

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa diharapkan mampu mengenal tipe cendawan (patogen, saprofit, dan simbiosis), mengetahui sistematika dan pengelompokan cendawan.

2.1. Mengetahui Tipe Cendawan

Di alam terdapat berbagai spesies cendawan dengan peranannya masing-masing. Perlu diketahui bahwa terdapat kelompok cendawan tertentu yang bersifat merusak tanaman dan hasil panennya. Cendawan seperti inilah yang perlu diantisipasi keberadaannya karena sangat memengaruhi kualitas dan kuantitas produk pertanian yang dihasilkan. Namun, sebaliknya terdapat jenis cendawan yang membantu di dalam proses perombakan bahan organik (dikenal dengan istilah cendawan pelapuk) dan cendawan yang bersimbiosis dengan tanaman. Pengelompokan cendawan berdasarkan perannya adalah sebagai berikut.

2.1.1. Cendawan Parasit

Cendawan parasit adalah cendawan patogen yang menyerap makanan yang berasal dari organisme yang ditumpanginya (inang/host). Berdasarkan sifatnya cendawan parasit dapat dibedakan menjadi

dua macam, yakni **parasit obligat** dan **parasit fakultatif**. Cendawan parasit obligat adalah cendawan yang tidak dapat hidup terpisah dari inangnya karena hal tersebut akan berdampak pada kematian, contohnya *Ustilago maydis* (penyakit gosong pada tanaman jagung) dan *Exobasidium vexans* (cacar pada daun teh *Camellia sinensis*). Cendawan obligat tidak dapat dibiakkan di dalam media buatan. Salah satu contoh media biakannya yang umum digunakan adalah media PDA (*potato dextrose agar*). Cendawan parasit fakultatif adalah cendawan yang dapat hidup sebagai parasit maupun saprofit. Cendawan tersebut akan bersifat saprofit saat tidak terdapat tanaman inang di lapangan. Salah satu contohnya adalah cendawan *Fusarium oxysporum* yang menjadi salah satu cendawan patogen tular tanah (*soil borne pathogen*) yang sangat penting untuk diketahui pola penyebarannya dalam budi daya tanaman pertanian. Cendawan *F. oxysporum* dapat bertahan secara alami hidup di dalam tanah dan akar tanaman sakit selama sekitar 30 tahun sebelum melanjutkan virulensi dan menginfeksi tanaman. Secara harfiah *F. oxysporum* merupakan cendawan parasit lemah yang hanya dapat menyerang tanaman yang berada dalam kondisi lemah karena mengalami kekeringan, kekurangan unsur hara, terlalu banyak terpapar sinar matahari, dan tanaman terlalu banyak dipupuk menggunakan nitrogen (Semangun, 2000).

2.1.2. Cendawan Saprofit

Suatu mekanisme yang unik karena cendawan hidup pada sisa-sisa makhluk hidup yang telah mati. Definisi lain menyebutkan bahwa cendawan saprofit adalah cendawan yang makanannya berupa senyawa organik yang telah diuraikan. Cendawan tersebut memiliki enzim tertentu yang dapat merombak senyawa organik pada komponen organisme yang telah lama mati, contohnya pada serasah atau batang kayu. Contoh cendawan saprofit yang bermanfaat bagi manusia adalah *Auricularia polytricha* (jamur kuping) yang hidup sebagai saprofit pada kayu lapuk, *Auricularia auricula* (jamur merang), *Clavaria zippelli* (jamur/supa mayang) yang hidup sebagai saprofit pada tanah di hutan, *Saprolegnia* sp. yang hidup saprofit pada bangkai ikan serta *Aspergillus* sp. yang berperan penting dalam proses fermentasi makanan.