



III. PROSES TERJADINYA PENYAKIT TUMBUHAN

3.1 Penyebaran dan Penularan Penyakit

Pada penyakit tumbuhan yang infeksius (menular) ada beberapa rangkaian kejadian yang berurutan satu dengan yang lainnya. Ada dua rangkaian kejadian penting, yaitu *siklus hidup patogen* dan *siklus penyakit*. Rangkaian kejadian tersebut berperan dalam perkembangan patogen dan perkembangan penyakit. Siklus hidup patogen dimulai dari tumbuh sampai menghasilkan alat reproduksi. Siklus penyakit meliputi perubahan-perubahan patogen di dalam tubuh tanaman dan rangkaian perubahan tanaman inang serta keberadaan patogen (siklus hidup patogen) di dalamnya dalam rentang waktu tertentu selama masa pertumbuhan tanaman. Kejadian penting dalam siklus penyakit meliputi : inokulasi (penularan), penetrasi (masuk tubuh), infeksi (pemanfaatan nutrisi inang), invasi (perluasan serangan ke jaringan lain), penyebaran ke tempat lain dan pertahanan patogen.

1. **Inokulasi atau penularan.** Inokulasi merupakan terjadinya kontak pertama kali antara patogen dengan tanaman.

Bagian dari patogen atau patogen yang terbawa agen tertentu yang mengadakan kontak dengan tanaman disebut *inokulum* atau *penular*. Dengan demikian inokulum merupakan bagian dari patogen atau patogen itu sendiri yang dapat menyebabkan penyakit pada tanaman. Pada jamur atau cendawan, inokulum dapat berupa miselium, spora, atau sklerotium. Pada bakteri, mikoplasma, dan virus, inokulumnya berupa individu bakteri, individu mikoplasma, dan partikel virus itu sendiri. Pada tumbuhan parasitik, inokulum dapat berupa fragmen tumbuhan atau biji dari tumbuhan parasitik tersebut. Pada nematoda, inokulum dapat berupa telur, larva, atau nematoda dewasa.

Langkah-langkah yang terjadi pada proses inokulasi, dimulai dari : inokulum patogen sampai ke permukaan tubuh tanaman inang melalui perantara angin, air, serangga dan sebagainya. Meskipun inokulum yang dihasilkan patogen banyak sekali tetapi yang dapat mencapai tanaman inang yang sesuai hanya sedikit sekali. Beberapa tipe inokulum yang terbawa tanah, seperti zoospora dan nematoda dapat mencapai tanaman inang yang sesuai melalui substansi yang dikeluarkan oleh akar tanaman.



Semua patogen memulai melakukan serangan pada tingkat pertumbuhan vegetatif. Dengan demikian, spora jamur dan biji tumbuhan parasitik harus berkecambah terlebih dahulu. Untuk melakukan perkecambahan diperlukan suhu yang sesuai dan kelembaban dalam bentuk lapisan air pada permukaan tanaman. Keadaan basah atau bentuk lapisan air ini harus berlangsung cukup lama sampai patogen mampu masuk atau melakukan penetrasi ke dalam sel atau jaringan. Jika hanya berlangsung sebentar maka patogen akan kekeringan dan mati, sehingga gagal melakukan serangan.

2. **Penetrasi.** Penetrasi merupakan proses masuknya patogen atau bagian dari patogen ke dalam sel, jaringan atau tubuh tanaman inang.

Patogen melakukan penetrasi dari permukaan tanaman ke dalam sel, jaringan atau tubuh tanaman inang melalui empat macam cara, yaitu secara *langsung* menembus permukaan tubuh tanaman, melalui *lubang-lubang alami*, melalui *luka*, dan melalui perantara (pembawa, vektor). Ada patogen yang dapat melakukan penetrasi melalui beberapa macam cara dan ada pula yang hanya dapat melakukan penetrasi melalui satu macam cara saja. Sering patogen melakukan penetrasi terhadap sel-sel tanaman yang tidak rentan sehingga patogen tidak mampu melakukan proses selanjutnya atau bahkan patogen mati tanpa menyebabkan tanaman menjadi sakit.

Tumbuhan parasitik dan nematoda melakukan penetrasi dengan cara langsung. Kebanyakan jamur parasit melakukan penetrasi pada jaringan tanaman dengan secara langsung. Spora jamur yang berkecambah akan membentuk buluh kecambah yang dapat digunakan untuk melakukan penetrasi, baik langsung menembus permukaan maupun melalui lubang alami dan luka. Bakteri biasanya melakukan penetrasi melalui luka atau dimasukan oleh perantara tertentu dan sedikit sekali yang masuk melalui lubang-lubang alami permukaan tanaman. Virus dan mikoplasma dapat melakukan penetrasi dengan melalui luka atau dimasukan oleh perantara atau vektor. Bakteri, virus, dan mikoplasma tidak pernah melakukan penetrasi secara langsung.

3. **Infeksi.** Infeksi merupakan suatu proses dimulainya patogen memanfaatkan nutrien ('sari makanan') dari inang. Proses ini terjadi setelah patogen melakukan kontak dengan sel-sel atau jaringan rentan dan mendapatkan nutrien dari sel-sel atau jaringan tersebut. Selama proses infeksi, patogen akan tumbuh dan berkembang di dalam jaringan tanaman.



Infeksi yang terjadi pada tanaman inang, akan menghasilkan gejala penyakit yang tampak dari luar seperti : menguning, berubah bentuk (*malformasi*), atau bercak (*nekrotik*). Beberapa proses infeksi dapat bersifat laten atau tidak menimbulkan gejala yang tampak mata, akan tetapi pada saat keadaan lingkungan lebih sesuai untuk pertumbuhan patogen atau pada tingkat pertumbuhan tanaman selanjutnya, patogen akan melanjutkan pertumbuhannya, sehingga tanaman menampilkan gejala sakit.

4. **Invasi**. Invasi merupakan tahap pertumbuhan dan perkembangan patogen setelah terjadi infeksi. Individu jamur dan tumbuhan parasitik umumnya melakukan invasi pada tanaman dimulai sejak proses infeksi dengan cara tumbuh dalam jaringan tanaman inang, sehingga tanaman inang selain kehilangan nutrien, sel-selnya atau jaringan juga rusak karenanya.

Bakteri, mikoplasma, virus, dan nematoda melakukan invasi dan menginfeksi jaringan baru di dalam tubuh tanaman dengan jalan menghasilkan keturunan (individu-individu patogen) dalam jaringan yang terinfeksi. Keturunan patogen ini kemudian akan berpindah secara pasif ke dalam sel-sel jaringan lain melalui *plasmodesmata* (untuk virus), *floem* (untuk virus, mikoplasma), *xilem* (untuk beberapa jenis bakteri) atau dapat pula berpindah secara aktif dengan jalan berenang dalam lapisan air, seperti nematoda dan beberapa jenis bakteri motil (mempunyai alat gerak).

Patogen tanaman melakukan perkembangbiakan menggunakan beberapa cara. Jamur dengan membentuk spora, baik spora seksual maupun spora aseksual. Tumbuhan parasit melakukan perkembangbiakan menggunakan biji. Bakteri, dan mikoplasma berkembangbiak dengan membelah (fisi) sel. Virus melakukan replikasi pada sel-sel tanaman inang, dan nematoda berkembangbiak dengan bertelur.

5. **Penyebaran**. Penyebaran patogen berarti proses berpindahnya patogen atau inokulum dari sumbernya ke tempat lain. Penyebaran patogen dapat terjadi secara aktif maupun pasif. Penyebaran pasif yang berperan besar dalam menimbulkan penyakit, yaitu dengan perantara angin, air, hewan (terutama serangga), dan manusia. Beberapa patogen dapat melakukan penyebaran secara aktif, misalnya nematoda, zoospora dan bakteri motil. Ketiga macam inokulum ini mampu berpindah dalam jarak yang relatif pendek (mungkin hanya beberapa milimeter atau sentimeter) dengan menggunakan kekuatan sendiri sehingga kurang efektif dari segi perkembangan penyakit.



3.2 Pengaruh Faktor Lingkungan

Meskipun patogen dapat berada pada suatu areal pertanian selama beberapa tahun, akan tetapi proses infeksi pada tanaman inang rentan hanya dapat terjadi jika didukung oleh faktor lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan patogen atau kurang mendukung pertumbuhan tanaman. Secara umum penyakit tanaman dapat timbul dan berkembang dengan baik selama cuaca basah dan hangat atau tanaman terlalu sukulen (ranum) karena terlalu banyak dipupuk N (nitrogen). Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa faktor lingkungan ikut menentukan timbulnya suatu penyakit tanaman. Faktor-faktor lingkungan tersebut antara lain suhu, kelembaban, cahaya, dan unsur hara dalam tanah.

Dari konsep segitiga gangguan, jelas bahwa penyakit dapat timbul dan berkembang apabila ada interaksi antara tanaman rentan dengan patogen yang virulen pada lingkungan yang mendukung pertumbuhan patogen atau lingkungan yang kurang sesuai untuk tanaman. Kerentanan tanaman dan virulensi patogen tidak berubah pada tanaman yang sama selama beberapa hari hingga beberapa minggu, akan tetapi keadaan lingkungan dapat berubah secara tiba-tiba dalam tingkatan yang bervariasi. Oleh karena itu, lingkungan dapat menyebabkan terjadinya perubahan perkembangan penyakit menjadi lebih cepat atau lebih lambat. Tentu saja perubahan yang terjadi pada faktor lingkungan tersebut mampu mempengaruhi tanaman inang, patogen atau kedua-duanya. Perubahan faktor lingkungan ini mungkin menguntungkan bagi pertumbuhan patogen dan tidak menguntungkan bagi tanaman inang, sehingga menyebabkan perkembangan penyakit menjadi lebih cepat. Perubahan faktor lingkungan mungkin juga lebih menguntungkan tanaman inang dan tidak menguntungkan patogen, sehingga perkembangan penyakit menjadi lebih lambat.

3.3 Diagnosis Penyakit Tumbuhan

Diagnosis penyakit tumbuhan merupakan suatu kegiatan dalam masalah penyakit yang bertujuan untuk menentukan suatu **penyebab penyakit** dan **jenis patogen** yang menyebabkan penyakit tersebut. Langkah pertama dalam diagnosis penyakit tanaman adalah menentukan penyebab penyakit, apakah disebabkan oleh patogen atau karena faktor lingkungan fisik tanaman. Pada beberapa kasus penyakit tanaman yang menunjukkan gejala yang khas, sangat mudah bagi pengamat yang berpengalaman untuk menentukan bukan hanya membedakan penyebabnya faktor lingkungan atau patogen, tetapi juga dapat segera diketahui jenis patogen atau jenis lingkungan yang menyebabkan penyakit tersebut. Beberapa patogen seringkali dalam menyebabkan penyakit dapat menunjukkan



gejala yang sama, sehingga hanya dengan memperhatikan gejala saja belum dapat ditentukan diagnose penyakit dengan pasti. Oleh karena itu harus diperhatikan pula lingkungan inang dan adanya tanda dari patogen itu sendiri pada gejala yang tampak. Diagnosis yang cepat dan tepat dari penyakit merupakan langkah sangat penting sebelum suatu tindakan pengendalian dilakukan atau suatu anjuran pencegahan diberikan.

Secara umum, langkah-langkah dalam tata kerja diagnosis penyakit tanaman adalah sebagai berikut :

- 1) *Identifikasi tanaman inang*. Mudah sulitnya tanaman yang akan didiagnosis tergantung dari keadaan tanamannya. Jika tanaman memiliki bagian-bagian yang lengkap, seperti : akar, batang, bunga, buah, dan lainnya, akan lebih mempermudah diagnosis dari pada tanaman yang tidak lengkap.
- 2) *Informasi lingkungan tempat tanaman inang tumbuh*. Tanaman inang yang tumbuh di tanah datar, kebun, atau pekarangan akan berbeda sifatnya. Hal ini perlu diketahui karena akan ikut menentukan tindakan pengendalian yang direkomendasikan.
- 3) *Pengamatan gejala-gejala di lapangan*. Adanya catatan mengenai gejala yang ada di lapangan akan membantu mempermudah diagnosis.
- 4) *Kondisi kultur teknis*. Informasi tentang bagaimana tanaman yang bersangkutan dibudidayakan dapat merupakan faktor pendukung terjadinya gangguan tanaman.
- 5) *Pengamatan gejala lanjutan*. Pengamatan dari dekat tanpa bantuan alat pembesar seharusnya sudah dapat menunjukkan tipe penyakit yang ada, untuk lebih meyakinkan keberadaan organisme pada atau dalam tubuh tanaman dapat dibunakan alat pembesar bahkan alat-alat maupun proses lain.

Penyakit tanaman yang disebabkan oleh patogen dapat dicirikan dengan keberadaan patogen tersebut pada permukaan tanaman atau di dalam tubuh tanaman. Keberadaan patogen pada permukaan tanaman atau di dalam tubuh tanaman ini dikenal sebagai *tanda penyakit* dan dapat digunakan sebagai petunjuk bahwa kemungkinan patogen tersebut menimbulkan penyakit. Deteksi dan identifikasi patogen pada beberapa kasus dapat dilakukan dengan mata telanjang atau lensa pembesar (*loup*) pada tanda yang tampak. Contoh tanda yang sering tampak pada permukaan tanaman sakit, yaitu lendir (menandakan patogennya berupa bakteri atau mikroba satu sel), miselium yang membentuk seperti sarang labah-labah (menandakan serangan jamur *Marasmius spp.* atau *Corticium spp.*),



miselium berwarna pada permukaan akar sakit (akar putih *Rigidoporus*, akar merah *Ganoderma*, akar coklat *Fomes*), karat (*Uredinales*), tepung putih (*powdery mildew Oidium*), lapisan putih seperti bulu (*downy mildew Peronosporales*), lapisan jelaga (*sooty mould Capnodium*), hangus (*smut Ustilago*), gumpalan miselium (sklerotium kuning *Ustilaginodea virens*, sklerotium coklat tua sebesar biji sawi *Sclerotium rolfsii*)

Apabila tidak dijumpai tanda penyakit pada permukaan yang bersangkutan, perlu diamati adanya asosiasi patogen yang diperoleh dari isolasi bahan tanaman yang sakit pada bagian gejalanya.

Pada saat patogen ditemukan dalam tubuh tanaman sakit, patogen tersebut dapat diidentifikasi dengan menggunakan buku pedoman khusus sebagai referensinya. Apabila patogen tersebut telah dikenal dalam menyebabkan penyakit tanaman dan kemudian diagnosis dapat diputuskan secara lengkap menggunakan referensi tersebut. Jika organisme yang ditemukan hanya kemungkinan dapat menyebabkan penyakit dan belum didukung laporan sebelumnya atau tidak ditemukan dalam buku pedoman atau referensi, maka langkah berikutnya dalam diagnosis penyakit adalah melakukan uji hipotesis terhadap isolat yang dicurigai menyebabkan penyakit dengan menggunakan postulat Koch. Ada empat langkah dalam postulat Koch, untuk membuktikan bahwa suatu organisme merupakan patogen (penyebab penyakit), yaitu :

- 1) Organisme yang dicurigai harus berasosiasi atau ditemukan pada tanaman yang menunjukkan gejala penyakit.
- 2) Organisme yang berasosiasi tersebut harus dapat dipisahkan untuk ditumbuhkan pada medium kultur atau inang rentan.
- 3) Organisme yang telah dipisahkan tersebut jika ditularkan kepada tanaman rentan yang masih sehat harus dapat menimbulkan gejala penyakit yang sama dengan tempat asosiasi pertama ditemukan.
- 4) Organisme yang sama harus dapat dipisahkan lagi dari tanaman yang ditulari.

3.4. Gejala Penyakit

Abnormalitas atau ketidaknormalan yang ditunjukkan suatu penyakit disebut *gejala*. Gejala yang timbul hanya setempat atau hanya terbatas pada daerah tertentu saja di bagian tubuh tanaman disebut *gejala lesional* atau *gejala lokal*, sedangkan gejala yang timbul pada seluruh tubuh tanaman disebut *gejala sistemik*.



Gejala yang tampak sebenarnya disebabkan oleh adanya perubahan di dalam sel-sel bagian tanaman yang bersangkutan. Oleh karena itu gejala yang ditunjukkan oleh tanaman yang terganggu juga dapat dibedakan berdasarkan perubahan-perubahan yang terjadi dalam sel atau pada sekumpulan sel yang bersangkutan, yaitu sebagai berikut :

1. **Tipe nekrotik**, yaitu tipe gejala yang disebabkan karena adanya kerusakan pada sel atau kerusakan bagian sel atau matinya sel. Contoh gejala yang termasuk tipe nekrotik yaitu : bercak (*necrose*), hawar (*blight*), busuk (*rot*), mati ujung (*die back*), layu, busuk, kanker (kulit kayu mati mengering dan berbatas jelas), pendarahan (eksudasi), klorosis (menguning) karena rusaknya klorofil.
2. **Tipe hipoplastik**, yaitu tipe gejala yang disebabkan karena adanya hambatan atau terhentinya pertumbuhan (*underdevelopment*) sel atau bagian sel. Contoh gejala yang termasuk tipe hipoplastik yaitu : kerdil (atrofi, mengecil sebagian = *stunt*), katai (atrofi, mengecil proporsional = *dwarf*), pusaran (roset), (perubahan simetri), etiolasi (memanjang, sempit dan pucat), klorosis karena terhambatnya pembentukan klorofil,
3. **Tipe hiperplastik**, yaitu tipe gejala yang disebabkan karena adanya pertumbuhan sel atau bagian sel yang melebihi (*overdevelopment*) dari pada pertumbuhan yang biasa. Contoh gejala yang termasuk tipe hiperplastik yaitu : sapu (*withes broom*), tunas air (*prolepsis*), nyali (*gall, cecidia*), erinose (trikoma banyak), busung (*intumesensia, oedema*), keriting (*curling, roll, menggulung*), fasiasi (pipih dan membelok), antholysis (membentuk organ yang banyak sekali, daun pada daun), kudis (bercak menonjol, *scab*), rontok (terbentuk absisat yang banyak), klorosis karena pigmen maupun klorofil yang berlebihan.
4. **Tipe injury**, yaitu tipe kerusakan yang disebabkan karena hilangnya sel atau jaringan akibat adanya aktivitas hama tertentu.



Gejala Kanker pada kulit buah jeruk