

## IV. POLA PERKEMBANGBIAKAN PATOGEN DAN EPIDEMI

### Pola Perkembangan Patogen

Waktu yang diperlukan oleh patogen untuk tumbuh dan berkembangbiak serta memencarkan keturunannya ke jaringan/tanaman inang yang dilanjutkan dengan proses menginfeksi akan mempengaruhi dinamika penyakit di lapang. Berdasarkan kemampuan berkembangbiak menghasilkan keturunannya, memencarkan, dan menginfeksi tanaman/jaringan tanaman, serta menimbulkan jaringan/tanaman sakit baru dalam satu siklus tanaman, patogen dibedakan menjadi **patogen monosiklik** dan **patogen polisiklik** (Abadi 2000).

**Patogen monosiklik** adalah patogen yang hanya mampu menyelesaikan sebagian atau seluruh patogenesisnya (mulai dari proses infeksi, pertumbuhan dalam jaringan tanaman inang, reproduksi menghasilkan propagul berupa spora hingga proses pemencaran spora) dalam satu musim tanam, sehingga maksimum hanya mempunyai satu generasi per musim tanam. Beberapa patogen bersifat monosiklik karena faktor lingkungan atau faktor fisik membatasinya untuk dapat menghasilkan lebih dari satu patogenesis.

**Patogen polisiklik** adalah patogen yang mempunyai kemampuan menghasilkan lebih dari satu generasi pada setiap musim tanam, bahkan beberapa patogen mampu memproduksi banyak generasi atau menghasilkan propagul secara terus menerus, sepanjang faktor lingkungan memungkinkan. Dalam banyak kasus, generasi anakan menghasilkan propagul sementara induknya juga masih menghasilkan propagul, sehingga terjadi tumpang tindih generasi. Pada kondisi generasi yang tumpang tindih tersebut, proses perkembangbiakan/ reproduksi berjalan terus menerus, populasi patogen terus meningkat secara eksponensial (Abadi 2000). Sebagian besar patogen (jamur, bakteri, virus) penyebab penyakit pada tanaman ubi kayu termasuk patogen polisiklik.

Waktu yang diperlukan untuk suatu generasi (satu siklus patogenesis) beragam, tergantung jenis patogennya. Jamur *C. henningsii*, penyebab penyakit bercak daun coklat memerlukan waktu untuk satu patogenesis adalah 14 hari (Babu *et al.* 2009). Bakteri *X. campestris* pv. *manihotis* mempunyai waktu generasi

yang lebih singkat yaitu 11 hari. Virus ACMV dan CBSV yang berkembang biak dengan cara replikasi mempunyai waktu generasi yang lebih singkat lagi.

Selain jenis patogen, waktu generasi juga dipengaruhi oleh populasi inang dan lingkungan. Pada populasi tanaman inang yang rentan dan kondisi cuaca mendukung, waktu generasi sangat cepat mendekati laju maksimumnya, namun pada populasi tanaman yang lebih tahan dan kondisi cuaca tidak menguntungkan, perkembangan patogen menjadi sangat lambat. Oleh karena itu jumlah generasi patogen polisiklik bervariasi tergantung musim dan tanaman inangnya. Pada kondisi yang sangat tidak menguntungkan untuk perkembangannya, patogen polisiklik mungkin hanya menghasilkan satu generasi per musimnya. Penyebaran patogen polisiklik umumnya dibantu oleh udara dan percikan air hujan. Penyebaran patogen tular tanah dan patogen yang ditularkan oleh nematoda pada umumnya sangat lambat dan sangat jarang yang bersifat polisiklik.

Patogen monosiklik maupun polisiklik keduanya dapat menyebabkan penyakit yang penting dan merusak. Perkembangan penyakit busuk ubi (*root rot*), yang berasosiasi dengan beberapa jamur tanah seperti *Fusarium* sp., *Botryodiplodia* sp., *Phytophthora* sp., *Sclerotium* sp., di lapang seringkali kurang diperhatikan dan relatif lambat, namun dapat mengakibatkan tanaman mati dan ubi busuk dan kerugian yang besar. Demikian juga dengan jamur *C. gloeosporioides* penyebab penyakit antraknose yang perkembangannya termasuk polisiklik, juga dapat menyebabkan kerusakan dan kerugian hasil ubi kayu yang besar.

## **Pola Perkembangan Epidemi**

Di lapangan, suatu epidemi adalah proses yang dinamik. Awalnya dimulai dari beberapa tanaman yang sakit terinfeksi patogen, kemudian tergantung lama waktu pengaruh faktor lingkungan terhadap interaksi patogen-tanaman, penyakit dapat berkembang meluas ke tanaman-tanaman di sekitarnya. Suatu epidemi akan berakhir apabila semua tanaman telah mati terinfeksi, menjadi tahan dengan meningkatnya umur tanaman, atau dipanen. Epidemi penyakit juga dapat meningkat atau melambat akibat perubahan lingkungan, misalnya cuaca menjadi kering atau suhu menjadi dingin. Kejadian epidemi bervariasi tergantung pada tingkat ketahanan/kerentanan tanaman inang, ras patogen dan jumlah inokulum pada awal terjadinya epidemi. Waktu yang dibutuhkan

patogen untuk berkembangbiak memperbanyak diri dan cara pemencarannya secara langsung akan berpengaruh terhadap epidemi penyakit.

**Patogen mono siklik.** Selaras dengan pola perkembangbiakan patogen, maka penyakit tanaman yang disebabkan oleh patogen monosiklik, perkembangan penyakit meluas dengan lambat karena tanaman sakit yang dihasilkan dari infeksi patogen monosiklik tidak dapat segera berfungsi sebagai sumber inokulum untuk penyebaran selanjutnya. Jadi selama satu musim tanam, jumlah inokulum tidak bertambah. Oleh karena itu, laju peningkatan penyakit hanya dipengaruhi oleh sifat/kemampuan yang dimiliki patogen untuk menimbulkan penyakit dan oleh kemampuan faktor lingkungan, ketahanan tanaman inang, dan cara bercocok tanam yang mempengaruhi virulensi patogen. Karena hanya mampu menyelesaikan sebagian atau seluruh siklus patogenitasnya dalam satu musim, maka hanya terdapat satu puncak maksimum selama satu musim tanam (Gambar 6 A). Pola perkembangan penyakit ini mirip dengan sistem bunga dalam pinjaman uang dengan bunga sederhana (*simple interest*), dan penyakit dengan pola perkembangan demikian dikenal dengan penyakit berbunga sederhana (*simple interest disease*).

Pada penyakit berbunga sederhana, jumlah tanaman sakit pada saat  $t$  ( $X_t$ ) adalah sama dengan jumlah tanaman sakit mula-mula ( $X_0$ ) ditambah dengan laju infeksi  $r$  kali  $X_0$ , dikalikan  $t$ .

$$X_t = X_0 + X_0 rt$$
$$X_t = X_0 (1 + rt)$$

**Patogen polisiklik.** Penyakit yang disebabkan oleh patogen dengan pola perkembangbiakan polisiklik, akan berkembang dengan cepat karena tanaman baru terinfeksi maupun tanaman induk yang menginfeksi, semuanya dapat berfungsi sebagai sumber inokulum bagi penyebaran penyakit lebih lanjut. Secara teoritis kurva penyakit berbunga majemuk mengikuti rumus eksponensial, sehingga epidemi akan berkembang tanpa batas, populasi patogen bertambah secara tak terbatas sehingga perkembangan penyakit mengikuti kurva J. Menurut Semangun (1996), di alam hal tersebut tidak terjadi karena patogen akan kehabisan tanaman inang atau sudah di luar musim sehingga kondisinya tidak mendukung perkembangan penyakit. Pada saat demikian, laju infeksi ( $r$ ) akan mendekati nol dan kurva perkembangan penyakit mengikuti sigmoid atau huruf S (Gambar

6B). Jamur *C. gloeosporioides*, penyebab penyakit antraknose termasuk patogen polisiklik karena mampu menyelesaikan beberapa patogenisitas dalam satu musim tanam ubi kayu. Namun dalam perkembangannya, epidemi penyakit tidak dapat terus berkembang karena dengan bertambahnya umur tanaman, daun-daun yang telah tua bersifat tahan terhadap infeksi jamur.

Dalam sistem pinjaman uang di bank, pola perkembangan penyakit ini mirip dengan sistem bunga berbunga atau bunga majemuk (*compound interest*), dan penyakit dengan pola penyebaran demikian disebut dengan penyakit berbunga majemuk (*compound interest disease*). Untuk penyakit berbunga majemuk (bila t cukup besar) adalah:

$$X_t = X_0 e^{rt}$$

$X_t$  = banyaknya tanaman sakit setelah waktu t

$X_0$  = banyaknya tanaman sakit mula-mula (t=0)

e = bilangan alam (2,7182)

r = laju infeksi, tambahan tanaman sakit per satuan waktu

t = jangka waktu berlangsungnya epidemi.