

# GENETIKA MIKROBA

Perbedaan genetik tersebut dapat disebabkan oleh pertukaran genetik antar individu yang menghasilkan individu-individu dengan genetik yang berbeda.

Pada patogen tanaman, fungi pada umumnya, dan nematoda variasi genetik terjadi melalui proses seksual.

Variasi genetik dapat juga terjadi melalui proses aseksual, yaitu mutasi.

Mekanisme khusus seperti proses seksual dalam variasi genetik terdapat pada:

- fungi (heteroploidi dan paraseksual),
- bakteri (konjugasi, transformasi dan transduksi), dan
- virus (rekombinasi).

# MUTASI

- Mutasi yaitu perubahan susunan basa DNA yang bersifat permanen dan diturunkan.
- Mutasi terjadi karena pertukaran (substitusi), Penambahan (addisi: amplifikasi, insersi, dan inversi), atau penghilangan (delesi) basa DNA.
- Frekuensi rata-rata mutasi alami adalah 1/1 juta generasi.
- Kebanyakan mutasi bersifat resesif, pada tanaman diploid hanya akan diekspresikan pada kondisi homozygot.
- Mutasi pada patogen dapat menyebabkan perubahan sifat virulensi patogen yang menimbulkan strain-strain patogen “baru” yang lebih ganas.
- Perubahan genetik pada patogen terkait dengan sifat adaptasinya terhadap tiga hal, yaitu : untuk meningkatkan kemampuan toleransinya terhadap senyawa toksik, untuk memanfaatkan senyawa baru bagi pertumbuhannya dan untuk mengubah sifat virulensinya menghadapi tanaman.

- **Heterokariosis** adalah suatu kondisi sel atau hifa atau bagian hifa fungi mengandung dua atau lebih nukleus yang secara genetik berbeda sebagai akibat dari fertilisasi atau anastomosis (penyatuan dua hifa dari koloni/strain yang berbeda tetapi masih satu spesies).
- Kondisi heterokariosis mempengaruhi kemampuan patogen untuk menginfeksi tanaman, namun perannya dalam perkembangan penyakit belum diketahui. Kondisi sebaliknya dimana terjadi kontak hifa tetapi tidak terjadi penyatuan disebut *vegetative incompatibility* (*somatic* atau *heterokaryon incompatibility*).
- *Vegetative incompatibility* merupakan mekanisme pertahanan fungi yang melindunginya dari nukleus berbahaya, mitokondria, plasmid dan virus yang dapat menyebabkan kerusakan hifa apabila terjadi fusi (anastomosis).

# PARASEKSUAL

- **Paraseksual** adalah proses rekombinasi genetik pada hifa heteokarion melalui penyatuan (fusi) dua nukleus membentuk nukleus diploid.
- Heteroploidi adalah keberadaan sel, jaringan atau organisme dengan jumlah kromosom dalam nukleus berbeda dengan kondisi normalnya.
- Heteroploidi dapat berupa haploid, diploid, triploid, tetraploid, atau aneuploid (memiliki satu, dua, tiga atau lebih kromosom ekstra atau kehilangan satu atau lebih kromosom dari kondisi normalnya).
- Heteroploidi mempengaruhi tingkat pertumbuhan, ukuran dan tingkat produksi spora, warna hifa, aktivitas enzim, dan patogenesisitas

# REKOMBINASI

- **REKOMBINASI**, adalah proses keragaman Bakteri yang melibatkan terjadinya transfer gen dari luar sel ke dalam sel bakteri.
- Rekombinasi ini disebut juga lateral (horizontal) gene transfer.
- Gen yang ditransfer kadangkala menggantikan gen dari sel bakteri yang mengambalnya. Mekanisme rekombinasi yaitu transformasi, konjugasi dan transduksi.

- Tiga mekanisme utama keragaman genetik pada bakteri dan mollicute adalah **konjugasi**, **transformasi** dan **transduksi**.
- **Konjugasi** merupakan proses pertukaran materi genetik (bagian kromosom atau plasmid) melalui kontak sel yang diperantarai oleh pili.
- **Transformasi** merupakan proses absorpsi DNA bebas oleh bakteri kompeten.
- **Tranduksi** adalah transfer genetik pada bakteri yang diperantai oleh bakteriofage.

- Ketiga mekanisme keragaman genetik bakteri ini tidak terbatas pada spesies atau genus yang sama, tetapi dapat terjadi antar spesies, antar genus, bahkan antar organisme yang berbeda, sehingga pertukaran genetik ini disebut pertukaran genetik horizontal (*horizontal gene transfer*).
- Rekombinasi genetik pada virus terjadi karena kesalahan pada waktu *assembling* struktur virus apabila suatu sel tanaman diinfeksi oleh dua atau lebih (strain) virus yang berbeda

- Variasi genetik dapat terjadi tidak hanya antar individu pada satu populasi, tetapi dapat juga terjadi antar individu pada populasi yang berbeda.
- Proses perpindahan gen dari suatu populasi ke populasi lainnya pada wilayah geografis yang berbeda disebut aliran gen (*gene flow*).
- Proses ini sangat penting dalam plant pathology karena dapat menyebabkan perubahan virulensi patogen pada populasi yang berbeda.

- Patogen dengan aliran gen tinggi memiliki keragaman genetik yang lebih tinggi dari patogen dengan aliran gen rendah.
- Pada patogen yang variasi genetiknya hanya melalui proses aseksual (tidak terjadi rekombinasi) dapat berpindah dari satu populasi ke populasi lainnya.
- Perpindahan patogen antar populasi ini disebut aliran genotipe (*genotype flow*).

- Patogen yang penyebaran propagulnya terbatas pada daerah yang sempit seperti nematoda dan patogen tular tanah memiliki aliran genetik yang lebih rendah dibandingkan dengan patogen yang menghasilkan propagul yang dapat disebar dalam jarak jauh.
- Patogen yang memiliki aliran genetik (*gene* atau *genotype flow*) tinggi berpeluang mengancam pertanian lebih tinggi dibandingkan patogen dengan aliran genetik rendah.

- Ukuran populasi mempengaruhi frekuensi daya hidup mutan dan keragaman genetik dalam populasi.
- Populasi suatu organisme dalam suatu area geografis tidak cukup besar untuk melestarikan seluruh individu dalam populasi tersebut.
- Oleh karena itu tidak semua sifat-sifat genetik diturunkan pada generasi berikutnya. Hal ini dikenal dengan tetesan genetik (***genetic drift***).

- Populasi yang lebih besar memiliki jumlah mutan yang lebih banyak daripada populasi yang kecil sehingga kemungkinan *genetic drift* menjadi lebih kecil.
- Tekanan seleksi akan menurunkan keragaman organisme dalam suatu populasi tetapi meningkatkan keragaman organisme antar populasi.
- Seleksi terhadap patogen dipengaruhi oleh faktor-faktor yang mempengaruhi siklus hidup patogen tersebut, yaitu reproduksi dan kebugaran patogen itu sendiri, inang, dan lingkungan

# FITNESS

- Kebugaran (*fitness*) adalah kemampuan bakteri untuk hidup dan bereproduksi.
- Kebugaran patogen dapat diukur dengan tingkat reproduksi, tingkat multiplikasi, efisiensi infeksi dan jumlah kejadian penyakit (keagresifan, *aggressiveness*).
- Perubahan sifat (mutasi) dari avirulen menjadi virulen merupakan mekanisme untuk meningkatkan kebugaran patogen.
- Hal ini hanya terjadi dalam kondisi yang benar-benar penting untuk kehidupan patogen, misalnya untuk menghadapi ketahanan inang.
- Banyak gen yang menyandikan kebugaran atau virulensi juga menyandikan sifat avirulen dan fungsi pengenalan inang.