

**PENGGUNAAN TANAMAN RESISTEN  
: Suatu Strategi Pengendalian Nematoda Parasit Tanaman**

**LISNAWITA**

**Jurusan Hama Dan Penyakit Tumbuhan  
Fakultas Pertanian  
Universitas Sumatera Utara**

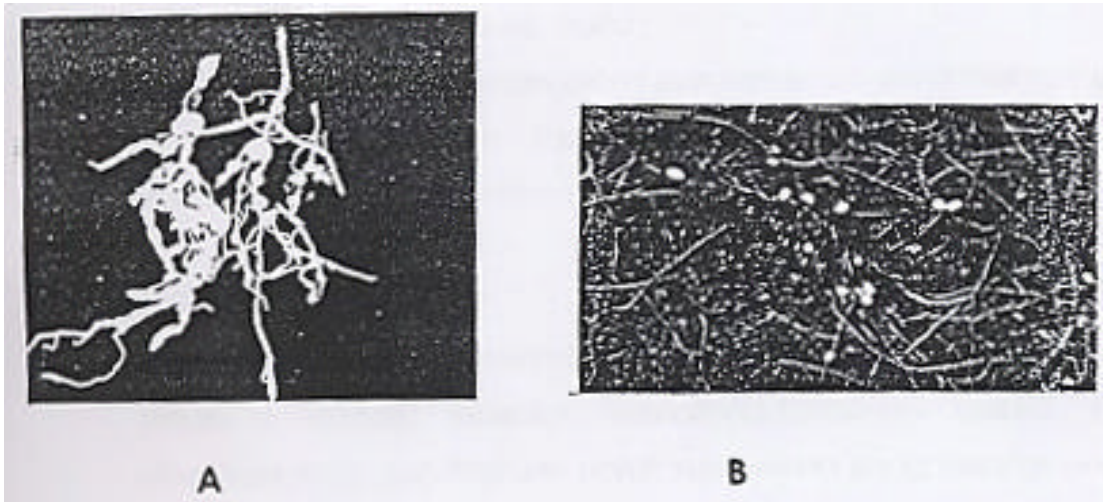
**PENDAHULUAN**

Nematoda termasuk filum hewan, didalamnya termasuk nematoda parasit tanaman dan hewan, serta spesies nematoda yang hidup bebas. Nematoda parasit tanaman merupakan parasit obligat, mengambil nutrisi hanya dari sitoplasma sel tanaman hidup. Memiliki ukuran yang sangat kecil, tetapi menyebabkan kehancuran pada tanaman pangan dan hortikultura di seluruh dunia sehingga menyebabkan kerugian milyaran dollar.

Beberapa nematoda parasit tanaman adalah ektoparasit, hidup di luar inangnya. Spesies jenis ini menyebabkan kerusakan berat pada akar dan dapat menjadi vektor virus yang penting. Spesies lain, ada yang hidup di dalam akar, bersifat endoparasit migratori dan sedentari. Parasit migratori bergerak melalui akar dan menyebabkan nekrosis, sedangkan yang endoparasit sedentari dari famili Heteroderidae menyebabkan kehancuran yang paling banyak di seluruh dunia (Williamson & Richard, 1996).

Heteroderidae dapat dibagi ke dalam 2 grup yaitu : nematoda siste yang terdiri dari genus *Heterodera* dan *Globodera* dan nematoda puru akar (genus *Meloidogyne*). Nematoda siste kedelai (*H. glycines*) adalah patogen kedelai yang penting secara ekonomi di Amerika. Nematoda siste kentang (*G. pallida* dan *G. rostochiensis*) menyebabkan kehancuran tanaman kentang yang tersebar di seluruh dunia. Nematoda puru akar, menginfeksi ribuan spesies tanaman dan menyebabkan kehilangan hasil yang besar pada banyak tanaman di dunia. Gejala tanaman yang terinfeksi nematoda dari grup ini adalah pertumbuhan terhambat, layu, terdapatnya puru pada akar dan rentan terhadap patogen lain (Williamson & Richard, 1996) (Gambar 1).

Beberapa cara pengendalian dapat dilakukan untuk mengendalikan nematoda antara lain : penggunaan nematisida kimia, rotasi tanaman dan penggunaan tanaman yang resisten. Penggunaan nematisida kimia dapat menyebabkan kerusakan lingkungan dan kesehatan manusia karena toksisitasnya yang tinggi, sehingga saat ini penggunaan nematisida dibatasi. Pengendalian dengan rotasi tanaman dengan tanaman bukan inang atau tanaman antagonis terhadap nematoda merupakan praktek pengendalian yang tertua, tetapi untuk melakukan rotasi yang efektif bukan hal yang mudah karena dibutuhkan waktu yang lama, keterbatasan lahan serta sulitnya mendapatkan tanaman yang bukan inang yang bernilai ekonomi tinggi karena luasnya tanaman inang nematoda khususnya nematoda puru akar (Widmer & Abawi, 2000).



Gambar 1. Gejala serangan nematoda parasit tanaman

- A. Puru akar (*Meloidogyne incognita*) pada akar tomat
- B. Siste (*Heterodera avenae*) pada akar oat  
(Hussey & Janssen ; Cook & Noel dalam Starr *et al.* 2002)

Berdasarkan hal di atas maka penggunaan tanaman resisten terhadap nematoda merupakan cara pengendalian yang efektif untuk menekan kepadatan populasi nematoda dan membatasi ambang kerusakan, sehingga dapat menekan kehilangan hasil tanaman. Young dalam Barker *et al* (1998) melaporkan penggunaan tanaman kedelai yang resisten terhadap *H. glycines* yang ditumbuhkan pada tanah yang terinfeksi, produksi kedelai akan lebih tinggi 10-50% dibandingkan dengan penggunaan tanaman rentan.

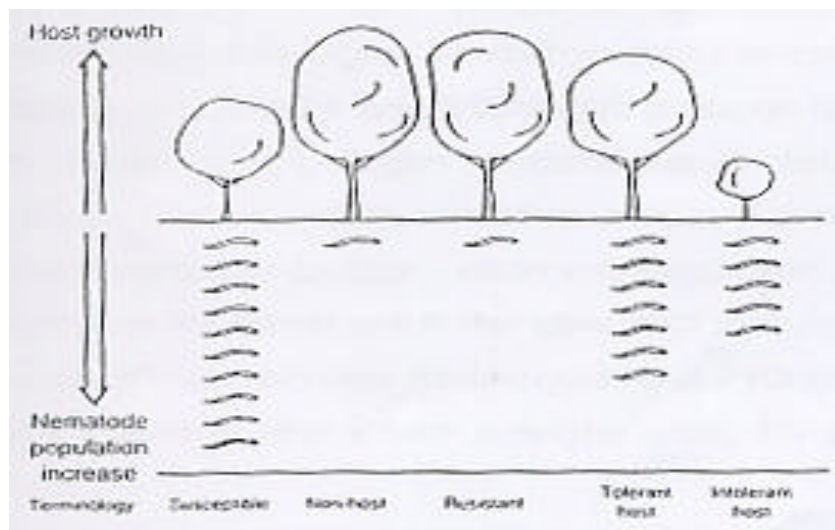
Sampai sekarang, umumnya penggunaan tanaman resisten nematoda ditujukan untuk nematoda yang bersifat endoparasit sedentari serta beberapa nematoda yang bersifat endoparasit migratori seperti *Pratylenchus*. Resistensi terhadap nematoda dapat dilakukan melalui seleksi tanaman atau secara konvensional, resistensi secara buatan seperti dengan induksi ketahanan ataupun yang akhir-akhir ini dikembangkan yaitu metode transgenik dengan memasukkan gen ketahanan ke dalam tanaman target

Pada tanaman transgenik, resistensi tidak akan bertahan lama jika spesies nematoda yang menjadi target mempunyai variabiliti genetik yang tinggi. Menurut Vrain (1999), ada beberapa cara yang dapat dilakukan agar resistensi bertahan lama (durable), yaitu :

1. Mentransfer gen ketahanan alami dari tanaman yang mengandung gen tersebut ke tanaman target, untuk mengaktifkan mekanisme pertahanan pada tanaman yang rentan.
2. Percampuran signal biokimia yang ditukarkan antar nematoda dan tanaman selama interaksi nematoda-tanaman terjadi, khususnya dihasilkan pada *feeding site* untuk nematoda yang bersifat endoparasit sedentari.
3. Ekspresi di sel tanaman dari protein yang bersifat toksik terhadap nematoda.

## TERMINOLOGI

Resistensi tanaman terhadap patogen sering didefinisikan sebagai kemampuan tanaman untuk mengurangi, menghambat atau membatasi serangan patogen. Di dalam nematologi tanaman, resistensi tanaman dalam arti luas didefinisikan sebagai kemampuan tanaman untuk menekan perkembangan atau reproduksi nematoda. Tanaman yang resisten atau bukan inang (*non host*) mungkin saja diserang oleh nematoda tetapi ketidaksesuaian sifat fisik dan kimia tanaman akan menekan perkembangan nematoda. Tanaman yang toleran diartikan nematoda dapat berkembang dengan baik tetapi hanya menyebabkan sedikit kerusakan. Tanaman yang rentan akan menyebabkan nematoda berkembang baik dan menyebabkan kerusakan yang berat. Hubungan antara nematoda dan tanaman dapat digambarkan seperti diagram berikut ini (Philip *et al* dalam Barker *et al* (1998)(Gambar 2).



Gambar 2. Diagram yang menjelaskan respon pertumbuhan tanaman terhadap reproduksi nematoda di tanaman (Robert *dalam* Starr *et al.* 2002)

## MEKANISME RESISTENSI

Setiap spesies tanaman diganggu oleh hampir seratus jenis cendawan, bakteri, molikut, virus dan nematoda yang berbeda-beda. Seringkali, satu tanaman diserang oleh ratusan bahkan ribuan patogen. Walaupun tanaman mungkin menderita kerusakan ringan atau berat, tetapi banyak diantaranya yang tetap dapat bertahan hidup dari semua serangan itu, bahkan bukan tidak mungkin dapat membuatnya untuk tumbuh lebih baik dan memberikan hasil yang memuaskan (Agrios, 1997).

Pengetahuan tentang pertahanan tanaman sangat cepat berkembang. Tanaman menggunakan berbagai sistem untuk menghambat, membatasi atau mencegah pertumbuhan parasit. Semua tanaman mempunyai potensi secara genetik untuk mekanisme resistensi terhadap cendawan, bakteri, virus dan nematoda patogen. Mekanisme tersebut pada tanaman yang resisten cepat terjadi setelah patogen muncul, sehingga dapat menghambat atau mencegah perkembangan patogen, sebaliknya pada tanaman yang rentan, mekanisme tersebut lebih lambat terjadi sehingga patogen telah berkembang terlebih dahulu. Keberhasilan patogen

berkembang di dalam inang sangat tergantung dari pengenalan inang terhadap patogen suatu interaksi yang kompatibel antara inang dan patogen akan menyebabkan patogen mampu menekan kemampuan tanaman untuk menghambat inokulasi berikutnya dari patogen yang tidak kompatibel dan sebaliknya interaksi yang tidak kompatibel dapat melindungi tanaman dari infeksi patogen yang kompatibel (Andrew, 1996).

Ada beberapa mekanisme resistensi yang dilakukan tanaman sebagai reaksi dari infeksi nematoda parasit, diantaranya adalah sebagai berikut :

### 1. Menghasilkan zat beracun

Tanaman tertentu yang tumbuh pada tanah yang terinfeksi nematoda mampu menekan populasi nematoda. Seperti *Tagetes patula* (kenikir /marigold). Tanaman ini mengandung derivat theophene dan  $\alpha$ -tetratrienil dari ekstraksi daun dan batangnya yang bersifat nematisidal terhadap *Tylenchus semipenetrans* dan *Anguina tritici*. Eksudat akar dari beberapa tanaman *Cruciferae* mengandung isotiosianat yang dapat menghambat penetasan telur nematoda siste. Asam asparagurik yang diisolasi dari ekstrak akar tanaman *Asparagus officinalis* dapat menekan populasi *M. incognita*, *Pratylenchus penetrans* dan *Paratrichodorus* dengan cara menghambat kholinesterase yang merupakan enzim saraf dan alat indera. Suatu penelitian menemukan sejumlah senyawa fenolik yang tinggi di dalam tanaman tomat dan tembakau yang resisten terhadap *Meloidogyne* daripada tanaman yang rentan (Prakash & Jagadiswari, 1997).

### 2. Reaksi Hipersensitif

Banyak nematoda mendorong kematian sel di sekitar tempat infeksi secara cepat apabila mereka masuk ke dalam inang yang tidak kompatibel. *Feeding site* pada tanaman yang resisten menunjukkan gejala yang sama dengan tanaman yang rentan pada interaksi inang resisten dengan nematoda endoparasit sedentari, tetapi dalam beberapa hari nematoda akan mati dan tidak mampu menyelesaikan siklus hidupnya. Hal ini diduga karena tanaman memberikan respon pertahanan dari infeksi nematoda tersebut, sehingga menghambat perkembangan nematoda. Bentuk pertahanan nekrotik dan hipersensitif merupakan suatu bentuk pertahanan yang umum terjadi pada interaksi inang-nematoda. Kelihatannya jaringan yang mengalami nekrotik akan mengisolasi parasit obligat dari substansi hidup disekitarnya karena patogen sangat tergantung pada bahan makanan dari jaringan tersebut, karena kematian sel menyebabkan nematoda juga mati. Lebih cepat sel-sel inang mati setelah infeksi nematoda, maka tanaman terlihat lebih tahan (Agrios, 1997).

### 3. Fitoaleksin

Fitoaleksin adalah zat toksin yang dihasilkan oleh tanaman dalam jumlah yang cukup hanya setelah dirangsang oleh berbagai mikroorganisme patogenik atau oleh kerusakan mekanis dan kimia. Fitoaleksin dihasilkan oleh sel sehat yang berdekatan dengan sel-sel rusak dan nekrotik sebagai jawaban terhadap zat yang berdifusi dari sel yang rusak. Fitoaleksin terakumulasi mengelilingi jaringan nekrosis yang rentan dan resisten. Ketahanan terjadi apabila satu jenis fitoaleksin atau lebih mencapai konsentrasi yang cukup untuk mencegah patogen berkembang (Agrios, 1997).

Beberapa fitoaleksin dikenal sebagai agensia resistensi terhadap cendawan dan bakteri, tetapi hanya ada beberapa contoh dari aktivitasnya terhadap nematoda.

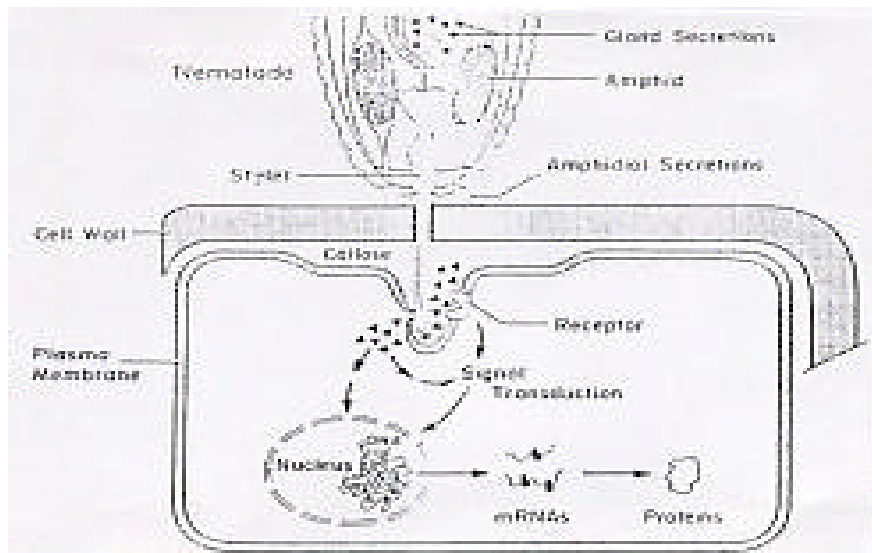
Suatu kajian resistensi pada *P. scribneri* menunjukkan dalam beberapa hari setelah nematoda melakukan penetrasi ke dalam akar kacang lima (*Phaseolus lunatus*), terdapat konsentrasi yang tinggi dari dua senyawa yaitu coumestrol dan psoralidin yang terkumulasi pada bidang nekrosis disekitar nematoda. Pada kacang lima yang tidak terinfeksi juga mempunyai senyawa ini, tetapi konsentrasinya rendah.

Suatu kultivar kedelai yang resisten terhadap *M. incognita* terakumulasi senyawa gliseolin di dalam akar pada jaringan stele dengan konsentrasi di atas tingkat yang dapat mengakibatkan nematoda tidak dapat bergerak. Fitoaleksin tersebut tidak akan mencapai tingkat yang tinggi pada kombinasi yang kompatibel antara *Meloidogyne* dan tanaman kedelai yang rentan. Suatu contoh lain, tanaman kapas yang diinokulasi dengan *Meloidogyne* spp., kombinasi antara kapas dan nematoda dari resistensi yang tinggi hingga rendah. Sejumlah antibiotik (gossipal dan senyawa yang terkait) terakumulasi di sekitar nematoda dengan konsentrasi dari tinggi hingga rendah sesuai dengan tingkat resistensinya.

### EKSPRESI KETAHANAN PADA TANAMAN

Ekspresi dari inkompatibelitas atau ketahanan setelah terjadinya infeksi adalah suatu respon ketahanan aktif yang juga ditemukan pada patogen lain. Selanjutnya ekspresi ini akan dijalankan oleh satu atau beberapa gen mayor R yang digambarkan dalam bentuk interaksi gene-for-gene.

Molekul signal nematoda atau elisitor dikeluarkan dari sekresi kelenjar eshopagus nematoda yang diinjeksikan melalui stilet dalam jaringan inang. Sekresi dari kelenjar eshopagus nematoda pada nematoda endoparasit dari genus *Meloidogyne*, *Heterodera* dan *Globodera* berhubungan dengan respon inang yang kompatibel yang kemudian merubah sel inang menjadi *feeding site* yang spesifik seperti *giant cell* dan *sinsitium* sebagai sumber nutrisinya (Vrain, 1999 ; Williamson & Richard, 1996) (Gambar 3).



Gambar 3. Skema interaksi nematoda dengan *feeding sitenya* (Williamson & Richard, 1996)

Lamanya respon yang inkompatibel bervariasi dari segera, 8 – 12 jam setelah infeksi ungu *Meloidogyne* pada tomat yang membawa gen ketahanan *Mi* dan sekitar 48 jam untuk *G. rostochiensis* yang menginfeksi tomat dan membawa gen ketahanan *H1* atau lebih dari 2 minggu untuk nematoda jeruk *Tylenchulus semipenetrans* pada jeruk yang resisten (Milligan *et al* 1998).

Sering pada akar yang resisten, nematoda dapat berkembang dan memperbanyak diri tetapi mereka sering tidak mampu bertahan dan laju fekunditinya menjadi rendah dibandingkan pada tanaman yang rentan, disamping itu *sex-ratio*nya lebih banyak yang jantan dibanding yang betina, seperti pada nematoda siste dan puru akar.

## KEUNTUNGAN PENGGUNAAN TANAMAN RESISTEN

Beberapa keuntungan dapat diperoleh dengan penggunaan tanaman resisten terhadap nematoda parasit untuk peningkatan produksi. Tanaman resisten, pada sistem budidaya tanaman semusim dapat mengurangi atau menekan kepadatan populasi nematoda di dalam tanah ke level yang tidak merusak tanaman sampai pertanaman berikutnya, sehingga memungkinkan rotasi tanaman lebih singkat dan lebih baik.

Penggunaan tanaman resisten juga tidak memerlukan perlakuan khusus lainnya sehingga tidak memerlukan biaya tambahan untuk pemeliharaan. Di negara berkembang dan pada pertanian yang budidaya pertaniannya berbiaya rendah, tanaman resisten adalah merupakan solusi jangka panjang untuk pengendalian nematoda parasit.

Penggunaan tanaman resisten juga memberikan keuntungan lain seperti dapat mengurangi penggunaan bahan kimia yang memiliki resiko tinggi terhadap kesehatan dan keselamatan manusia dan lingkungan. Selain itu juga dengan penggunaan tanaman resisten dapat membatasi kompleks penyakit yang berhubungan dengan nematoda seperti cendawan *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia* dan cendawan lainnya.

Sampai sekarang penggunaan tanaman resisten banyak ditujukan untuk nematoda endoparasit sedentari seperti *Globodera*, *Heterodera*, *Meloidogyne*, *Rotylenchulus*, dan *Tylenchulus*. Walaupun demikian beberapa tanaman resisten terhadap nematoda dari golongan endoparasit migratori juga dikembangkan seperti *Aphelenchoides* dan *Pratylenchus* dan juga untuk nematoda ektoparasit seperti *Xiphinema* (Williamson & Richard, 1996 ; Robert *dalam* Starr *et al.* 2002).

## PENUTUP

Sistem budidaya tanaman telah mulai berubah dari penggunaan bahan kimia sebagai cara pengendalian ke strategi yang lebih ramah lingkungan seperti penggunaan tanaman resisten untuk pengendalian nematoda. Keberhasilan perubahan ini akan menjadi dasar untuk meningkatkan pemahaman akan interaksi inang-patogen. Baik pendekatan secara konvensional maupun molekuler memerlukan pemahaman tentang mekanisme resistensi dan interaksi inang-patogen. Penggunaan tanaman resisten diharapkan dapat memanipulasi populasi nematoda untuk jangka panjang serta memaksimalkan perlindungan tanaman sehingga dapat meningkatkan produksi pertanian dan mengurangi kerugian secara ekonomi karena nematoda parasit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andrew. F.B. 1996. Plant disease resistance genes : function meets structure. *The Plant Cell*. 8 : 1757-1771.
- Agrios. G.N. 1997. *Plant Pathology*. 4<sup>th</sup> ed. Academic Press, Toronto.
- Cook. R & G.R. Noel. Cyst Nematodes : *Globodera* and *Heterodera* species. *In*. Starr. J.L ; R. Cook & J. Bridge (eds.). 2002. *Plant Resistance to Parasitic Nematodes*. CABI Publishing.
- Hussey. R.S & G.J.W. Janssen. Root-knot Nematodes *Meloidogyne* species. *In*. Starr. J.L ; R. Cook & J. Bridge (eds.). 2002. *Plant Resistance to Parasitic Nematodes*. CABI Publishing.
- Milligan. S.B ; J. Bodeau ; J. Yaghoobi ; I. Kaloshian ; P. Zabel & V.M. Williamson. 1998. The root-knot resistance gen *Mi* from tomato is a member of the leucine zipper, nucleotide binding, leucine-rich repeat family of plant genes. *The Plant Cell*. 10 : 1307-1321.
- Philip. A.R ; William. C.M & John. C.V. Genetic Mechanism of Host -Plant Resistance to nematodes. *In* Barker. K.R ; Gary. A.P & Gary. L.W (eds.). 1998. *Plant and Nematode Interactions*. Madison, Wisconsin, USA.
- Prakash. A & Jagadiswari Rao. 1997. *Botanical Pesticides in Agriculture*. Lewis Publisher, Tokyo.
- Roberts. P.A. Concepts and Consequences of Resistance. *In*. Starr. J.L ; R. Cook & J. Bridge (eds.). 2002. *Plant Resistance to Parasitic Nematodes*. CABI Publishing.
- Vrain. T.C. 1999. Engineering natural and synthetic resistance for nematode management. *Journal of Nematology*. 31 (4) : 424-436.
- Williamson. V.M & Richard. S.H. 1996. Nematode pathogenesis and resistance in plant. *The Plant Cell*. 8 : 1735-1745.
- Widmer. T.L & G.S. Abawi. 2000. Mechanism of suppression of *Meloidogyne hapla* and its damage by a green manure of sudangrass. *Plant Dis*. 84 : 562-568.
- Young. L.D. Breeding for Nematode Resistance and Tolerance. *In* Barker. K.R ; Gary. A.P & Gary. L.W (eds.). 1998. *Plant and Nematode Interactions*. Madison, Wisconsin, USA.