

**KAJIAN HISTOPATOLOGI SERANGAN NEMATODA *Dratylenchus coffeae* PADA TANAMAN KOPI, *Tylenchulus semipenetrans* PADA TANAMAN JERUK DAN *Meloidogyne spp.* PADA TANAMAN TEMBAKAU**

**KARYA TULIS ILMIAH  
(SKRIPSI)**



Diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk  
Menyelesaikan Pendidikan Program Sarjana  
Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan  
pada Fakultas Pertanian  
Universitas Jember

Oleh :

Gentur Drihatin Sapto Utami

NIM : 96151C401075

**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

MEI, 2001

Atas	Hadiah	Klasifikasi 632. UTA e
Terima Terima	Pembelian	
No. Induk	116101.	651
	10 225 957.	e.1

**Pembimbing:**

**Ir. Soekarto, MS (DPU)**

**Ir. Sigit Prastowo, MP (DPA)**

*Karya Tulis Ilmiah ini kupersembahkan kepada:*

- ☞ Bapak Soebagio dan Ibu Poerwaningsih, yang selalu memberikan dukungan materiil maupun spirituil.*
- ☞ Kakak-kakakku (Mbak Ana, Mas Iyok, Mas Chondro, Mbak Heni, Mbak Nung, Mas Agus) yang selalu memberikan semangat dan do'a.*
- ☞ Almamater tercinta.*

Diterima oleh Fakultas Pertanian  
Universitas Jember sebagai:  
Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

Dipertahankan pada:

Hari : Rabu

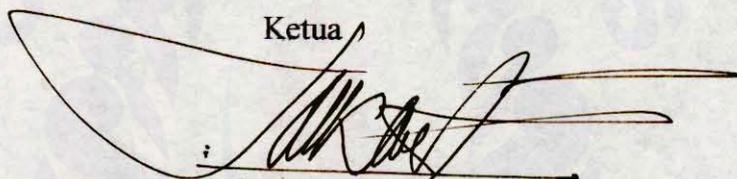
Tanggal : 25 April 2001

Pukul : 09.00 WIB

Tempat : Fakultas Pertanian  
Universitas Jember

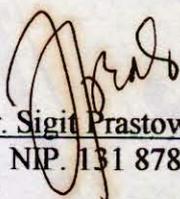
Tim Penguji

Ketua



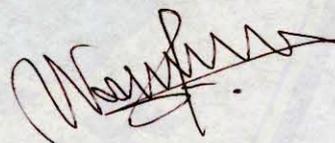
Ir. Soekarto, MS  
NIP. 131 125 972

Anggota I



Ir. Sigit Prastowo, MP  
NIP. 131 878 792

Anggota II



Ir. Wagiyana, MP  
NIP. 131 759 840

Mengesahkan

Dekan



Ir. Arie Madjiharjati, MS  
NIP. 130 609 808

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Karya Ilmiah Tertulis dengan judul "Kajian Histopatologi Serangan Nematoda *Pratylenchus coffeae* pada Tanaman Kopi, *Tylenchulus semipenetrans* pada Tanaman Jeruk dan *Meloidogyne* spp. pada Tanaman Tembakau" dapat diselesaikan. Karya Ilmiah Tertulis ini disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Program Sarjana pada Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Dengan selesainya penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

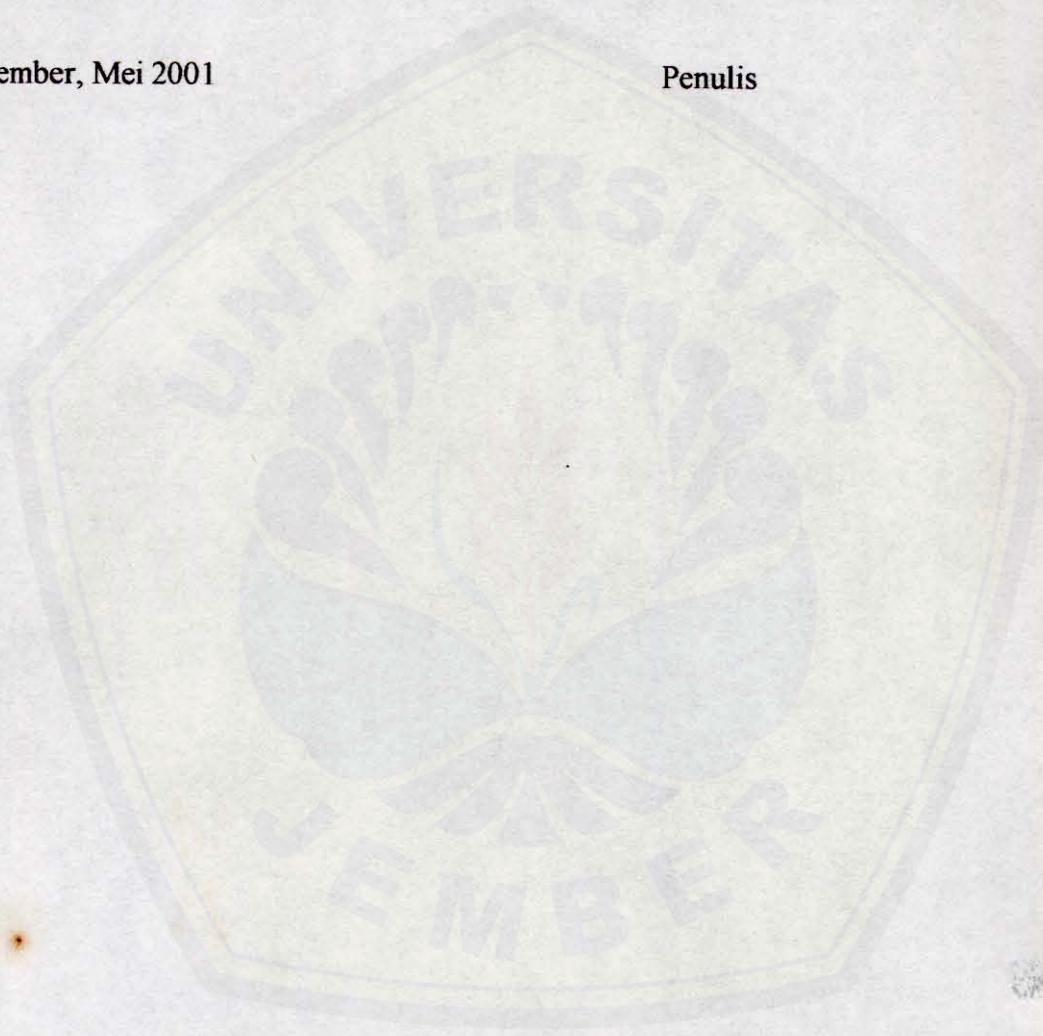
1. Dekan Fakultas Pertanian, yang telah memberikan izin dalam melaksanakan penelitian.
2. Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, yang telah memberikan izin dalam melaksanakan penelitian.
3. Bapak Ir. Soekarto, MS, Bapak Ir. Sigit Prastowo, MP dan Bapak Ir. Wagiyana, MP yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan Karya Ilmiah Tertulis.
4. Temanku "Muhtar Saiin" yang telah banyak membantu dan memberikan semangat serta do'a dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan Karya Ilmiah Tertulis.
5. Teman-teman seperjuangan jurusan H P T'96 yang telah banyak membantu dan memberikan semangat dalam penyusunan Karya Ilmiah Tertulis.
6. Adik-adikku di Citra 53 (Agik, Yuli, Yeni, Udar dan Estri) yang telah memberikan semangat serta do'a dalam penyusunan Karya Ilmiah Tertulis.
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu - persatu yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan Karya Ilmiah Tertulis ini.

Penulis menyadari masih terdapat kekurangan pada tulisan ini. Adanya kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca yang budiman disampaikan banyak terima kasih.

Akhirnya penulis berharap semoga Karya Ilmiah Tertulis ini bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang pertanian.

Jember, Mei 2001

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PEMBIMBING .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
RINGKASAN .....	x
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.3 Manfaat Penelitian .....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Tanaman Kopi .....	5
2.2 Nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i> .....	6
2.2.1 Sistematika dan Morfologi Nematoda .....	6
2.2.2 Siklus Hidup dan Penyebaran Nematoda .....	8
2.2.3 Gejala Kerusakan .....	9
2.3 Tanaman Jeruk .....	10
2.4 Nematoda <i>Tylenchulus semipenetrans</i> .....	11
2.4.1 Sistematika dan Morfologi Nematoda .....	11
2.4.2 Siklus Hidup dan Penyebaran Nematoda .....	13
2.4.3 Gejala Kerusakan .....	13
2.5 Tanaman Tembakau .....	14
2.6 Nematoda <i>Meloidogyne</i> spp. ....	15
2.6.1 Sistematika dan Morfologi Nematoda .....	15

2.6.2 Siklus Hidup dan Penyebaran Nematoda .....	16
2.6.3 Gejala Kerusakan .....	17
III. METODOLOGI PENELITIAN .....	20
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	20
3.2 Bahan dan Alat Penelitian .....	20
3.2.1 Bahan Penelitian .....	20
3.2.2 Alat Penelitian .....	20
3.3 Metode Penelitian .....	20
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	21
3.4.1 Pengambilan Sampel di Lapang .....	21
3.4.2 Pembuatan Irisan Tipis .....	21
3.4.3 Pewarnaan Nematoda Dalam Jaringan Akar .....	23
3.4.4 Pengamatan .....	23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	24
4.1 Perilaku Parasitasi <i>Pratylenchus coffeae</i> .....	24
4.2 Perilaku Parasitasi <i>Tylenchulus semipenetrans</i> .....	26
4.3 Perilaku Parasitasi <i>Meloidogyne</i> spp. ....	30
V. KESIMPULAN .....	33
DAFTAR PUSTAKA .....	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Nematoda <i>Pratylenchus coffeae</i> .....	7
2. Nematoda <i>Tylenchulus</i> spp. ....	11
3. Nematoda <i>T. semipenetrans</i> .....	12
4. Nematoda <i>Meloidogyne</i> spp. ....	16
5. Penampang membujur akar kopi yang terserang nematoda <i>P. coffeae</i> .....	24
6. Penampang melintang akar kopi yang terserang nematoda <i>P. Coffeae</i> .....	25
7. Nematoda <i>P. coffeae</i> di dalam jaringan akar kopi yang diwarnai dengan <i>cotton blue lactophenol</i> .....	26
8. Penampang membujur akar jeruk yang terserang nematoda <i>T. semipenetrans</i> .....	27
9. Penampang melintang akar jeruk yang terserang nematoda <i>T. semipenetrans</i> .....	28
10. Penampang melintang akar jeruk yang terserang nematoda <i>T. semipenetrans</i> .....	28
11. Nematoda <i>T. semipenetrans</i> saat melakukan penetrasi yang diwarnai dengan <i>cotton blue lactophenol</i> .....	29
12. Penampang membujur akar tembakau yang terserang nematoda <i>Meloidogyne</i> spp. ....	30
13. Penampang melintang akar tembakau yang terserang nematoda <i>Meloidogyne</i> spp. ....	31
14. Nematoda <i>Meloidogyne</i> spp. di dalam akar tembakau yang diwarnai dengan <i>cotton blue lactophenol</i> .....	32

## RINGKASAN

Gentur Prihatin Sapto Utami, 961510401075. **Kajian Histopatologi Serangan Nematoda *Pratylenchus coffeae* pada Tanaman Kopi, *Tylenchulus semipenetrans* pada Tanaman Jeruk dan *Meloidogyne* spp. pada Tanaman Tembakau.** Di bawah bimbingan Ir. Soekarto, MS (DPU) dan Ir. Sigit Prastowo, MP (DPA). Tahun 2001

Kopi dan tembakau merupakan tanaman perkebunan yang mempunyai peranan penting dalam perekonomian nasional, begitu pula jeruk pada sektor buah-buahan. Ketiga tanaman tersebut memiliki faktor pembatas yang mempengaruhi produksinya secara kualitas maupun kuantitas, salah satunya disebabkan oleh nematoda parasit akar.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perilaku parasitasi nematoda *Pratylenchus coffeae*, *Tylenchulus semipenetrans* dan *Meloidogyne* spp. Penelitian ini diharapkan dapat menambah khasanah dalam bidang pertanian, khususnya tentang perilaku parasitasi nematoda yang menyerang perakaran tanaman kopi, jeruk dan tembakau.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hama Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Jember, pada bulan Agustus sampai Desember 2000.

Hasil kajian histopatologi menunjukkan bahwa *P. coffeae* merupakan nematoda endoparasit migratori dan hanya merusak sel parenkhim korteks ke arah sumbu longitudinal, menyebabkan luka dan pembengkakan. *T. semipenetrans* merupakan nematoda semiendoparasit dan merusak sel korteks sedangkan *Meloidogyne* spp. merupakan nematoda endoparasit sedenter, merusak stele dan menyebabkan terbentuknya sel raksasa (*giant cells*).

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Permasalahan

Kopi memegang peranan penting dalam perekonomian nasional, walaupun perolehan devisanya naik turun dari tahun ke tahun. Kopi dalam sub sektor perkebunan merupakan komoditas ekspor andalan selain karet dan menempati urutan ke empat sebagai penghasil devisa non migas setelah kayu, tekstil dan karet. Volume ekspor kopi tahun 1993/1994 mencapai 301.844 ton dengan nilai sebesar \$ US 678,68 juta (Anonim,1996).

Eksport kopi Indonesia pada tahun 1981 mencapai \$ US 347,8 dan pada tahun 1988 devisa yang dihasilkan sebesar \$ US 818,4 juta dan menduduki peringkat pertama diantara komoditi ekspor sub sektor perkebunan. Selain sebagai komoditi ekspor, kopi juga merupakan komoditi yang dikonsumsi di dalam negeri, yang diperkirakan setiap tahun diperlukan stok kopi sebanyak 85.000 ton bagi keperluan dalam negeri ( Najiyati dan Danarti,1989).

Dalam program pengembangan usaha perkopian di Indonesia, banyak masalah yang perlu diatasi terutama mengenai produktifitas dan mutu kopi yang masih rendah. Rendahnya produktifitas dan mutu kopi masih mungkin ditingkatkan secara optimal dengan pengelolaan usaha tani yang memadai dan penyuluhan yang intensif di waktu mendatang. Salah satu penyebab rendahnya produktifitas dan mutu buah kopi adalah serangan nematoda parasit akar.

Masalah nematoda parasit di Indonesia semakin serius, khususnya di perkebunan kopi. Beberapa spesies nematoda yang sering ditemukan menyerang tanaman kopi adalah *Pratylenchus coffeae*, *Radopholus similis*, dan *Meloidogyne* spp., tetapi yang paling berbahaya adalah *P. coffeae* dan *R. similis* (Whitehead, 1968). Nematoda parasit pada tanaman kopi sudah ada di Indonesia sejak seratus tahun yang lalu. Karena sifat hidupnya endoparasit dan pemencaran aktifnya sangat lambat, sehingga serangannya tidak eksplosif seperti serangan serangga hama. Apabila populasi nematoda tersebut di perkebunan kopi sudah cukup tinggi dan sudah endemi, penanggulangannya sulit dilakukan karena hampir seluruh daur hidup nematoda tersebut berlangsung di dalam jaringan akar. Kerugian yang

ditimbulkan oleh nematoda parasit tanaman kopi, khususnya *P. coffeae* di Indonesia cukup tinggi yaitu berkisar antara 27,7-78,5% (Wiryadiputra, 1983)

Jeruk sebagai buah, bahan industri obat-obatan dan minuman mempunyai arti ekonomi yang cukup tinggi (Partoatmodjo dan Budiman, 1983). Peranan jeruk di dunia semakin meningkat, hal ini dicerminkan tidak hanya dalam jumlah produksi ekspor yang makin meningkat tapi juga posisinya yang makin penting dalam produksi buah-buahan dunia. Dengan meningkatnya standart kehidupan, masyarakat menjadikan buah jeruk semakin digemari terutama di negar-negara maju (Cohen, 1976).

Di Indonesia dewasa ini jeruk Siem merupakan jenis jeruk keprok yang banyak diusahakan dan paling luas penyebarannya karena tanaman ini dapat diusahakan di daerah dataran rendah sampai dengan daerah berketinggian 700 m dari permukaan laut. Di daerah dataran tinggi jeruk Siem bisa juga ditanam dan menghasilkan buah, tapi rasa buahnya sering menjadi masam, kecuali bila hidup di tempat yang iklimnya kering tapi tanahnya cukup banyak mengandung air (Sarwono, 1991).

Wahyudi (1980) menjelaskan bahwa guna mencukupi konsumsi dalam negeri maupun untuk ekspor maka perlu peningkatan dan pengembangan usaha tani jeruk, meliputi peningkatan produksi, peningkatan ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit serta kualitas tanaman yang baik.

Sebelum perang dunia II perkebunan jeruk di Indonesia mengalami banyak kemajuan, akan tetapi saat sekarang sudah banyak yang hancur. Daerah-daerah yang tadinya merupakan sentra jeruk yang terpenting, sekarang sudah tidak berarti lagi. Kehancuran tanaman jeruk disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain terutama kurangnya pemeliharaan disertai dengan serangan penyakit akar dan batang. Salah satu penyebab rusaknya pertanaman jeruk adalah nematoda *Tylenchulus semipenetrans* (Joesoef, 1989).

Widjaja (1972) menyatakan bahwa kerusakan tanaman karena nematoda sering kali diabaikan, tidak seperti organisme pengganggu tanaman lain. Hal ini disebabkan karena kurangnya informasi tentang patogenesis nematoda.

Berbagai jenis tembakau banyak dibudidayakan di Indonesia. Peranan tembakau sangat besar. Alur pemasukan keuangan negara yang berupa cukai dan pajak-pajak dari pabrik rokok dan sebagai pungutan devisa ekspor serta sebagai sumber pendapatan petani. Akan tetapi tembakau yang dibudidayakan oleh rakyat hasilnya masih rendah, rata-rata hanya 2,4 kw/ha (Sudarmo, 1991).

Produksi tembakau di Indonesia masih tergolong rendah, yakni berkisar enam sampai tujuh kwintal per hektar. Usaha-usaha peningkatan produksi tembakau dipengaruhi oleh adanya faktor-faktor pembatas di lapangan antara lain disebabkan oleh serangan hama dan penyakit. Serangan hama dan penyakit ini tidak saja menurunkan produksi dan kualitas tembakau tetapi juga dapat mematikan tanaman (Hartana, 1970).

Nematoda parasit akar tumbuhan terdapat dimana saja tanaman tembakau dibudidayakan, tetapi beratnya masalah yang timbul tergantung pada iklim dan tipe tanah. Nematoda parasitik yang dominan menyerang tembakau ialah *Meloidogyne* spp. (Shepherd and Barker, 1995). Tanaman tembakau yang terserang menunjukkan gejala pertumbuhan yang terhambat, daun-daunnya menguning serta dapat mengurangi jumlah daun yang dihasilkan tanaman. Bilamana tanaman dicabut, pada akarnya tampak puru akar yang ukurannya bervariasi (Hartana, 1978). Menurut Lamberti (1979) akibat serangan nematoda *Meloidogyne* spp. pada tanaman tembakau yang mendapat pengairan baik dapat menurunkan hasil sebanyak 10 sampai 30 persen.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perilaku parasitasi nematoda:

1. *Pratylenchus coffeae* pada tanaman kopi.
2. *Tylenchulus semipenetrans* pada tanaman jeruk.
3. *Meloidogyne* spp. pada tanaman tembakau.

### 1.3 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah khasanah dalam bidang pertanian, khususnya tentang perilaku parasitasi nematoda yang menyerang perakaran tanaman kopi, jeruk dan tembakau.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Kopi

Kopi adalah suatu jenis tanaman tropis, yang dapat tumbuh dimana saja terkecuali pada tempat-tempat yang terlalu tinggi dengan temperatur yang sangat dingin atau daerah-daerah tandus yang memang tidak cocok untuk kehidupan tanaman. Mutu kopi yang baik sangat tergantung pada jenis bibit yang ditanam, keadaan iklim, tinggi tempat dan lain-lain, dan kesemuanya ini dapat mempengaruhi perkembangan hama dan penyakit. Cuaca juga sangat berpengaruh terhadap produksi (Anonim, 1998).

Kopi merupakan salah satu komoditi perkebunan penting dalam menopang perekonomian nasional. Hal ini dapat ditunjukkan oleh besarnya devisa negara yang diperoleh dari ekspor komoditi kopi serta banyaknya petani yang hidup dari usaha budidaya tanaman kopi. Dalam program pengembangan usaha perkopian di Indonesia, banyak masalah perlu diatasi terutama mengenai produktifitas dan mutu kopi yang masih rendah serta prospek pemasaran kopi internasional yang kurang cerah. Rendahnya produktifitas dan mutu kopi masih mungkin ditingkatkan secara optimal dengan pengelolaan usaha tani yang memadai dan penyuluhan yang intensif di waktu mendatang.

Hama-hama penting yang diketahui menyerang kopi yaitu bubuk buah, penggerek cabang, kutu dompolan, kutu daun dan nematoda akar. Serangan hama tersebut dapat merusak bagian-bagian tanaman (batang, cabang, ranting, buah, daun dan akar), sehingga pertumbuhan tanaman terganggu, menurunkan produktifitas dan mutu buah kopi. Akibat serangan hama sangat merugikan produsen kopi, sehingga perlu dilakukan usaha pencegahan antara lain dengan cara merawat tanaman kopi dengan baik dan melakukan teknologi pengendalian dengan tepat (Anonim, 1984).

## 2.2 Nematoda *Pratylenchus coffeae*

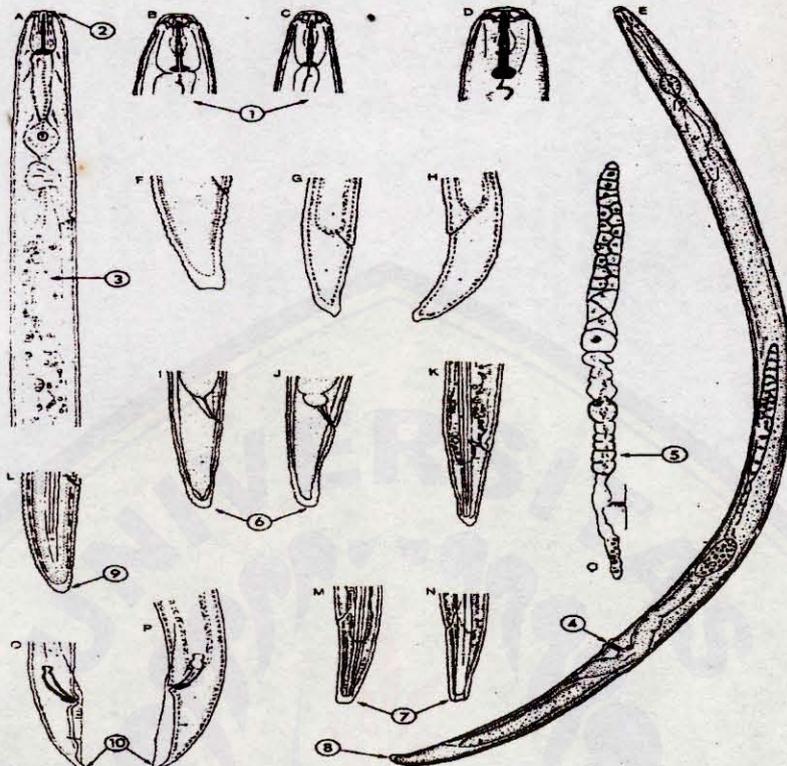
### 2.2.1 Sistematika dan Morfologi Nematoda

Menurut Bajaj dan Bhatti dalam Wiryadiputra (1986a) nematoda *Pratylenchus* dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Klas ..... Nematoda  
Ordo ..... Tylenchida  
Famili.....Pratylenchida  
Genus.....Pratylenchus  
Spesies.....*Pratylenchus coffeae*

Nematoda bertubuh kecil (panjangnya kurang dari 1 mm). Tidak terdapat adanya tanda-tanda seksual dimorfisme pada bagian anterior tubuhnya. Bagian kepalanya rendah dan datar. Bagian bibirnya terbagi atas 2, 3 atau 4 anulus. Panjang stiletnya 20  $\mu\text{m}$ , dengan basal knob berbentuk bulat dan bagian anteriornya konkaf. Esofagus tumbuh baik pada kedua jenis kelamin, median bulbusnya berkembang baik dan lobus kelenjar esofagus dorsal menjorok ke usus pada bagian ventral (Campos, 1995).

Nematoda betina pada waktu masih muda (larva) memiliki tubuh ramping dan kemudian menjadi lebih gemuk pada waktu menjadi dewasa serta mempunyai anulasi jelas. Bidang lateral umumnya dengan empat *incisure*. Daerah bibir agak terpisah (*set off*) dengan dua anulasi yang tampak jelas, kadang-kadang pada satu sisi daerah bibir tampaknya terdapat tiga anulasi. Knob basal pada stilet bentuknya bulat sampai lonjong. Ekor memiliki anulasi 21 - 32, panjangnya pada stadium pradewasa 2,0 - 2,5 kali lebar tubuh bagian anal, sedang pada nematoda betina dewasa hanya 1,5 - 2,0 kalinya, ujung ekor bertakuk kadang-kadang tampak agak membulat, trunkatus atau krenatus (Bajaj dan Bhatti dalam Wiryadiputra, 1986a).



Gambar 1. Nematoda *Pratylenchus* spp. A: esofagus, K: ekor nematoda betina, Q: saluran genital nematoda betina *P. vulnus* B: kepala nematoda betina, C: kepala nematoda jantan *P. brachyurus* D: kepala nematoda betina, F: ekor nematoda betina *P. pratensis* E: seluruh tubuh nematoda betina, L: ekor nematoda betina, G-H: ekor nematoda betina *P. coffeae*, M-N: ekor nematoda betina *P. Penetrans*, I-J: ekor nematoda betina (Luc dkk., 1995).

*Pratylenchus coffeae* jantan dapat ditemukan dalam jumlah yang sangat besar. Ciri-ciri nematoda jantan antara lain spikula ramping, tangkai berbentuk arkuata yang mengarah ke ventral, panjangnya 16 - 20  $\mu\text{m}$ , gubernakulum panjangnya 4 - 7  $\mu\text{m}$ , hipotigma terlihat jelas, tetapi bursa agak berbentuk krenatus (Wiryadiputra, 1986a). Zimmerman dalam Wiryadiputra (1986a) menyebutkan bahwa ukuran nematoda jantan sedikit lebih ramping dan lebih pendek daripada nematoda betina. Hasil pengukuran yang diperoleh bahwa panjang tubuh rata-rata 590  $\mu\text{m}$ , dan lebarnya 3,9 persen dari panjangnya.

### 2.2.2 Siklus Hidup dan Penyebaran Nematoda

*P. coffeae* bertelur di dalam jaringan akar. Pergantian kulit pertama terjadi di dalam telur, dan tiga kali pergantian kulit berikutnya terjadi di luar telur (setelah nematoda menetas). Siklus hidup nematoda *P. coffeae* berkisar antara 45 sampai 48 hari. Waktu tersebut masing-masing diperlukan untuk inkubasi telur selama 15 - 17 hari, perkembangan larva hingga menjadi dewasa 15 - 16 hari dan perkembangan nematoda dewasa hingga meletakkan telur (masa *praoviposisi*) memerlukan waktu 15 hari (Wiryadiputra, 1990).

Sastroswignyo (1992) menyatakan nematoda beristirahat dan bertahan di dalam akar yang terinfeksi atau di dalam tanah sebagai telur, larva atau dewasa, kecuali untuk betina yang sedang bertelur, yang kelihatannya tidak tahan terhadap musim salju. Nematoda dewasa dan larva masuk dan meninggalkan akar tanaman yang rentan. Nematoda betina dengan atau tanpa pembuahan, meletakkan telurnya satu persatu atau di dalam kelompok kecil di dalam akar yang terinfeksi. Telur tetap di dalam akar dan menetas, kalau akar membusuk dan terurai maka telur akan berada di dalam tanah. Larva stadium pertama terjadi di dalam telur. Larva stadium dua yang telah keluar dari dalam telur bergerak di dalam tanah atau masuk akar. Pada dua kejadian tersebut nematoda melanjutkan kehidupannya sampai stadium dewasa.

Pemencaran dan penyebaran nematoda *P. coffeae* terutama ditentukan oleh pergerakannya secara pasif, yaitu melalui alat-alat pertanian, aliran air baik yang di permukaan maupun dalam tanah, sepatu petugas, hewan dan lain sebagainya. Pemencaran ini dipercepat terutama pada keadaan tanah lembab. Pada kondisi demikian tanah mudah lengket dan mudah terbawa ke tempat lain. Pada kondisi tanah yang miring penyebaran nematoda ini juga lebih cepat (Wiryadiputra, 1990).

*P. coffeae* dijumpai di Republik Dominica, El Salvador, Guatemala, Puerto Rico, Costa Rica dan di Brasil (Siddiqi, 1972). *P. coffeae* terdapat pada tanaman kopi di India, Asia Tenggara, Barbados, Martinique dan Tanzania. Di Jawa nematoda sangat merusak dan merupakan hama utama pada pertanaman kopi (Campos, 1995).

### 2.2.3 Gejala Kerusakan

Pada bagian tanaman di atas tanah, gejala kerusakan oleh *P. coffeae* tidak spesifik. Bibit yang terserang kelihatan kerdil, kurus, daun berukuran kecil, menguning dan gugur. Daun yang tertinggal biasanya hanya daun pucuk, bahkan pada serangan berat tanaman mati. Namun proses kematiannya berlangsung lambat, sehingga berbeda dengan kerusakan jasad pengganggu yang lain, seperti jamur akar dan serangga hama lain yang menyerang akar (Wiryadiputra, 1995).

Gejala kerusakan pada akar berupa luka (*lesion*) berwarna coklat kehitaman. Stadia larva dan dewasa *P. coffeae* masuk ke dalam akar melalui tempat dekat titik tumbuh pada sistem perakaran, kemudian masuk ke dalam jaringan korteks. Gejala kerusakan permukaan yang tampak pada sistem perakaran adalah berupa bercak luka (*lesion*) yang berwarna kuning. Bercak tersebut berangsur-angsur berubah warnanya menjadi coklat dan kemudian meluas ke sekelilingnya. Luka yang terjadi akan meluas dan membusuk oleh serangan organisme sekunder seperti nematoda saprofag *Cephalobus* sp., cacing dari famili Enchytraeidae, tungau dan jamur (Kalshoven dalam Wiryadiputra, 1986a).

Kerusakan lebih lanjut oleh *P. coffeae* dapat menimbulkan gejala menggabus (*corky*) di daerah pangkal batang dan daerah tersebut menjadi agak membengkak (Lordello dalam Wiryadiputra, 1986a). Pada tanaman kopi di lapangan, rusaknya akar serabut ditandai dengan tanaman yang mudah digoyang dan dicabut. Serangan *P. coffeae* umumnya juga diikuti dengan serangan kutu putih akar (*Planococcus* spp.) yang diselimuti oleh jamur dari spesies *Diacanthodes* spp. yang semula dikenal sebagai *Polyporus coffeae* (Pfaltzer dan Fluter dalam Wiryadiputra, 1995; Wiryadiputra, 1990).

Kerusakan pada pertanaman biasanya dimulai pada areal yang sempit (*small patches*) kemudian meluas dengan arah radier atau mengikuti kemiringan areal. Bally dan Reydon dalam Wiryadiputra (1986a) mengatakan bahwa pada tanaman kopi yang terserang *P. coffeae* akan memacu pembentukan akar serabut pada leher akar sehingga pada tempat tersebut banyak ditemukan akar lateral

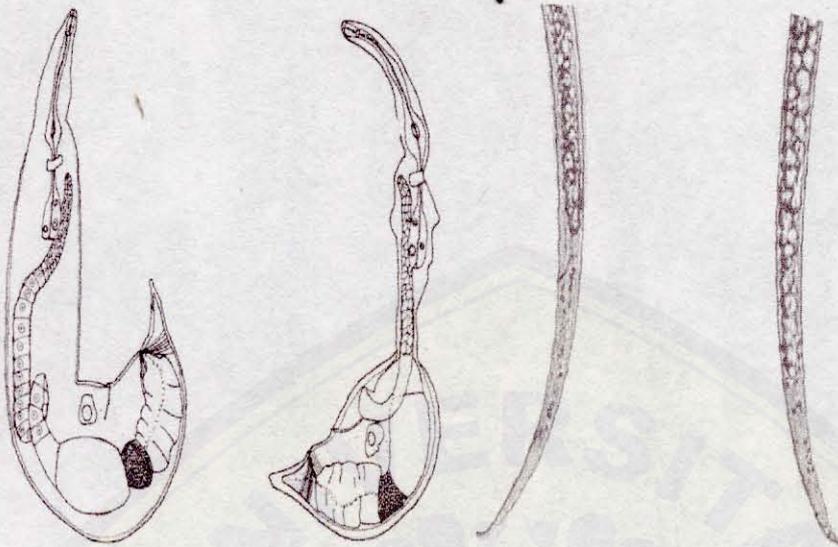
berwarna putih yang menggerombol. Disebabkan bentuknya yang spesifik gejala tersebut dinamakan *wigs*. *Wigs* terjadi karena hambatan unsur hara di daerah leher akar sebagai akibat rusaknya sistem perakaran di bagian bawah oleh serangan *P. coffeae*.

### 2.3 Tanaman Jeruk

Jeruk termasuk familia Rutaceae, genus Citrus. *Citrus* spp. secara alami merupakan tanaman berakar dalam dan pertumbuhan optimum memerlukan tanah yang dalam dan pematuan yang baik, sebab akar-akarnya tidak mau tumbuh ke dalam atau tetap berada di zona tanah yang jenuh air. Tanaman sitrus dapat tumbuh dengan baik pada setiap curah hujan yang dapat menjamin mempertahankan kelengasan tanah (Duncan and Cohn., 1995).

Buah jeruk mempunyai nilai ekonomis dan mengandung gizi cukup tinggi, yang dapat dikonsumsi dalam bentuk segar maupun olahan. Di Indonesia jeruk merupakan tanaman rakyat yang sebagian besar diusahakan di lahan kering, baik di dataran rendah maupun dataran tinggi. Permintaan akan buah jeruk, di samping buah-buahan tropis lainnya semakin meningkat sebagai akibat peningkatan jumlah penduduk, pendapatan dan kesadaran masyarakat akan nilai gizi serta semakin lajunya perkembangan sektor pariwisata. Produktifitas rata-rata tanaman jeruk masih rendah, padahal apabila diusahakan secara intensif, produktifitasnya dapat lebih tinggi. Penurunan luas panen dan rendahnya produktifitas tersebut antara lain disebabkan oleh masih banyaknya penggunaan bibit jeruk yang tidak bermutu, adanya serangan berbagai macam penyakit dan pengelolaan usaha tani yang belum intensif (Shalimar dkk., 1993).

Menurut Joeseof (1989) salah satu penyebab rendahnya produktifitas pertanaman jeruk adalah nematoda jeruk *Tylenchulus* spp., dikenal ada beberapa spesies antara lain *T. graminis*, *T. palustris* (Gambar 2), *T. semipenetrans* (Gambar 3). Merusak akar jeruk, terutama banyak mendatangkan kerusakan pada tanaman semai di persemaian biji/pembibitan. Tanaman yang diserang daunnya menguning dan bila dicabut tampak akar-akarnya putus-putus pada ujungnya, akar serabutnya tidak ada, sehingga pertumbuhan terhenti dan kerdil.



Gambar 2. Nematoda *Tylenchulus* spp. A: *T. graminis*, B: *T. palustris*, C: bagian posterior *T. graminis*, D: bagian posterior *T. palustris*.(Inserra dkk., 1988).

## 2.4 Nematoda *Tylenchulus semipenetrans*

### 2.4.1 Sistematika dan Morfologi Nematoda

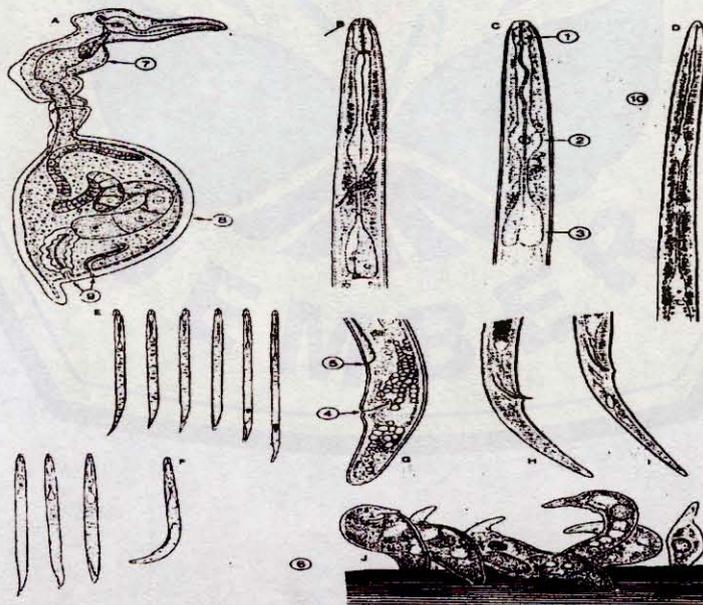
Menurut Triharso (1994) nematoda *Tylenchulus* dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Filum ..... Nematelminthes  
 Klas ..... Nematoda  
 Ordo.....Tylenchida  
 Famili .....Tylenchulidae  
 Genus .....Tylenchulus  
 Spesies .....*Tylenchulus semipenetrans*

*T. semipenetrans* adalah nematoda yang menetap pada inangnya sebagai parasit pada jeruk. Nematoda ini bertubuh kecil, larva dan jantannya berbentuk cacing, tetapi yang betina bagian badannya di belakang leher menggelembung secara teratur. Ukurannya berkisar antara 0,4 mm panjang dan diameter 18 - 80  $\mu\text{m}$  (Sastrahidayat, 1992). Ukuran terbesar hanya terdapat pada betina dewasa panjangnya 375  $\mu\text{m}$ , dengan perbandingan panjang dan lebar 4 banding 5.

Pada kedua jenis kelamin, kepalanya tidak berlekuk, panjang stiletnya 13  $\mu\text{m}$ , dengan basal knob berkembang baik dan membulat, kelenjar esofagusnya berada di dalam bulbus berdekatan dengan usus. Ovariumnya tunggal dan melingkar. Lubang ekskresi tidak pada posisi yang biasa, yaitu sedikit di depan vulva. Ususnya tidak mempunyai lumen (Dropkin, 1996).

Nematoda betina dewasa, tubuh bagian anteriornya berada di dalam jaringan akar, tidak teratur, silindris dan berkutikula tipis. Bagian posterior tubuhnya berada di luar jaringan akar, menggelembung, berkutikula tebal dan bagian di belakang vulvanya meruncing, lubang ekskresi dan vulvanya terletak sangat posterior. Sel-sel ekskresinya tumbuh baik dan menghasilkan massa gelatinus. Saluran genitalnya menggulung dan terdapat beberapa telur di dalamnya. Nematoda jantan tubuhnya berbentuk cacing, pendek dan silindris. Kerangka kepalanya bersklerotin, stylet dan esofagusnya mereduksi. Spikulanya sedikit melengkung, ekornya tanpa bursa, berbentuk kerucut dan ujungnya meruncing (Duncan and Cohn, 1995).



Gambar 3. Nematoda *T. semipenetrans*. A: nematoda betina dewasa, B: esofagus larva, C: esofagus nematoda betina muda, D: esofagus nematoda jantan, E: perkembangan nematoda jantan, G: bagian vulva nematoda betina muda, H-I: ekor nematoda jantan, J: nematoda betina dewasa pada akar (Luc dkk, 1995).

#### 2.4.2 Siklus Hidup dan Penyebaran Nematoda

Siklus hidup *T. semipenetrans* dimulai dari telur. Telur diletakkan di dalam tanah dengan jumlah rata-rata 30 - 40 butir yang diletakkan pada bahan seperti agar-agar (*Gelatinous matrix*) (Pracaya, 1998). Siklus hidupnya diselesaikan dalam jangka waktu 6 - 14 minggu pada suhu 24°C. Bila telur menetas, maka keluarlah larva stadia dua. Larva dan dewasa jantan tidak makan dan kelihatannya tidak memegang peranan dalam menimbulkan penyakit dan reproduksi patogen. Stadia infeksiif hanya larva betina stadia dua dan larva tersebut tidak dapat berkembang tanpa makan, tetapi dapat bertahan hidup selama beberapa tahun. Larva betina stadia dua, biasanya menyerang akar penghisap yang berumur 4 - 5 minggu dan memakan sel pada permukaan akar. Di sini nematoda mengalami tiga kali pergantian kulit berikut untuk kemudian menjadi dewasa (Sastroswignyo, 1992).

Penyebaran nematoda lewat tanah sangat lambat yaitu kira-kira 1,5 cm tiap bulan. Hal inipun terjadi, bila akar tanaman sebelumnya memang dalam kontak dengan akar yang sakit. Nematoda ini dapat tersebar sangat luas karena terbawa oleh tanah yang terinfeksi nematoda yang menempel pada alat-alat pertanian, hewan, air irigasi, pada jarak yang lebih jauh lagi karena terbawa oleh bibit dan lain-lain. Nematoda ini akan mencapai populasi tinggi sesudah 3 - 5 tahun menginfeksi tanaman (Sastroswignyo, 1992). *T. semipenetrans* terdapat di semua tempat tanaman jeruk ditanam pada skala tertentu (Duncan and Cohn, 1995).

#### 2.4.3 Gejala Kerusakan

Pohon yang terserang apabila tumbuh pada keadaan optimum, maka hasil buahnya akan berkurang, sedangkan pohon jeruk tersebut tampak tetap sehat. Gejala serangan berhubungan erat dengan perkembangan sistim akar pohon jeruk yang jelek. Daun-daun pohon tersebut ukurannya lebih kecil dan berubah menjadi klorotik. Di dalam keadaan salinitas tinggi, maka kelebihan unsur natrium terakumulasi pada daun. Kelayuan dapat terjadi lebih awal, yaitu selama terjadi kekurangan air dan gugur daun lebih memacu pembentukan cabang-cabang terminal (Dropkin, 1996).

Menurut Pracaya (1998) bahwa gejala serangan *T. semipenetrans* pada tanaman jeruk yaitu pertumbuhan menjadi kerdil, daun menjadi klorose, daun rontok, ranting yang masih kecil mati, buah hanya sedikit dan kecil, bila kekurangan air cepat layu dan daun menggulung. Akar kelihatan ada bercak-bercak yang cukup banyak warnanya kehitaman. Akar menjadi pendek dan tebal permukaannya kasar. Pertumbuhan rambut akar terhambat tidak subur lagi sehingga penghisapan zat makanan (unsur hara) akan berkurang.

Akar yang terserang sangat berat tampak sedikit lebih gemuk daripada akar yang sehat dan tampak lebih kotor yang disebabkan oleh butir tanah yang melekat pada masa telur yang gelatinus pada permukaan akar. Akar pohon jeruk mudah busuk, karena kehilangan integritas pada epidermis dan pada bagian akar tampak nematoda makan di dalam jaringan korteks yang mengakibatkan masuknya organisme sekunder sebagai penyebab penyakit (Duncan and Cohn, 1995).

## 2.5 Tanaman Tembakau

Tembakau merupakan tanaman bernilai tinggi dan merupakan bahan yang dibutuhkan sangat luas di dunia yaitu untuk produksi sigaret, cerutu dan produk lain dari tembakau yang merupakan tanaman komersial bukan pangan yang dibudidayakan paling luas di dunia. Tanaman tembakau tidak memerlukan tanah yang terlalu subur, tetapi tanah tersebut harus mempunyai pematusan yang baik. Banyak tanaman tembakau asapan yang dibudidayakan di tanah pasiran yang nematoda parasitiknya dengan cepat dapat berkembang (Shepherd and Barker, 1995).

Untuk meningkatkan pendapatan petani tembakau dan sekaligus meningkatkan ekspor, pemerintah telah mencanangkan intensifikasi tembakau rakyat. Dalam pelaksanaannya supaya berhasil perlu di atur langkah-langkahnya. Salah satu faktor yang menentukan keberhasilan intensifikasinya adalah masalah proteksi tanaman (Sudarmo, 1991).

## 2.6 Nematoda *Meloidogyne* spp.

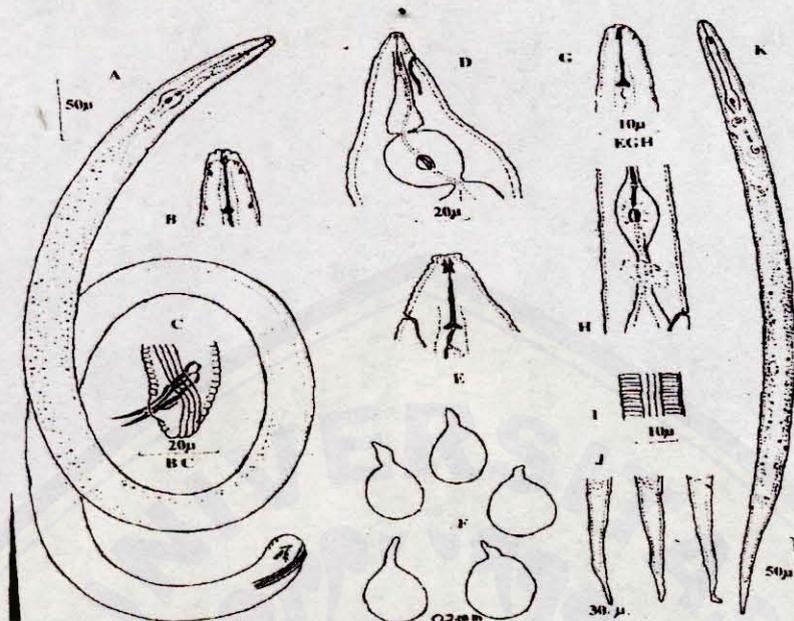
### 2.6.1 Sistematika dan Morfologi Nematoda

Menurut Goodey dalam Sartono (1985) nematoda *Meloidogyne* dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Filum ..... Nematoda  
Klas ..... Phasmida  
Ordo ..... Tylenchida  
Famili ..... Heteroderiday  
Genus ..... *Meloidogyne*  
Spesies ..... *Meloidogyne* spp.

Nematoda puru akar dapat dibedakan antara jenis jantan dan betina berdasarkan morfologinya. Nematoda betina dewasa berbentuk seperti buah peer, bersifat endoparasit yang tidak berpindah (*sedentary*) mempunyai leher pendek dan tanpa ekor. Panjangnya lebih dari 0,5 mm dan lebarnya antara 0,3 - 0,4 mm. Daerah bibirnya kecil dan mempunyai tiga anulus. Stiletnya lemah dengan panjang antara 12 - 15  $\mu\text{m}$  dan melengkung ke arah dorsal (Dropkin, 1996). Nematoda bersifat seksual dimorfik dan nematoda betina menempatkan diri pada jaringan tanaman inang. Vulvanya terletak subterminal dekat anus, kutikula berwarna keputihan, tipis dan beranulasi serta kerangka kepalanya lembek. Lubang ekskresi terletak agak anterior sampai pada lempeng kelep median bulbus. Telur diletakkan di luar tubuh di dalam masa gelatinus (Williams, 1972).

Menurut Sastrahidayat (1992) nematoda jantan dewasa hidup bebas di dalam tanah dan sering kali didapatkan dalam jumlah yang besar dan sering pula didapatkan mengelilingi kelompok telur pada ujung posterior nematoda betina untuk keperluan kopulasi. Nematoda jantan dewasa berbentuk silindris dengan panjang 1,2 - 1,5 mm, diameternya 0,03 mm dan panjang stiletnya 18 - 20  $\mu\text{m}$ .



Gambar 4. Nematoda *Meloidogyne* spp. A: jantan dewasa, B: kepala jantan dorsaventral, C: ekor jantan, D: kepala dan leher betina, E: bagian anterior leher betina, secara lateral, F: betina dewasa, G: ujung kepala larva, dorsaventral, H: daerah gelembung medium larva, I: permukaan lateral larva, J: ekor larva, K: larva infeksi fase kedua (Sastrahidayat, 1992)

### 2.6.2 Siklus Hidup dan Penyebaran Nematoda

Siklus hidup nematoda *Meloidogyne* spp. dimulai dari telur yang sering disebut stadia satu sel, empat stadia larva dan dewasa. Telur dihasilkan oleh nematoda betina dewasa dan disimpan dalam matrik gelatin atau massa telur. Siklus hidup nematoda berkisar antara 25 hari pada suhu 27°C, siklus hidup dapat lebih pendek atau lama tergantung pada tanaman inangnya. Di bawah kondisi optimum nematoda dapat menyelesaikan siklus hidupnya selama 3 - 4 minggu (Guiran and Ritter, 1979).

Larva stadia pertama berkembang dalam telur, tetapi belum aktif. Larva stadia pertama ini kemudian mengalami pergantian kulit pertama dan keluar dari telur menjadi larva stadia kedua. Larva pada stadia ini merupakan larva yang infeksi. Jika inang yang peka terdapat di sekelilingnya larva akan masuk ke dalam akar dan menetap. Nematoda pada stadia ini mulai memakan sel di sekitar kepalanya dengan cara menyisipkan stiletnya dan mengeluarkan sekresi dalam sel

tersebut (Franklin, 1982) sehingga akan merangsang sistem pertumbuhan dan terjadi sel-sel raksasa. Sel-sel korteks juga dirangsang untuk membelah sehingga terbentuk puru yang karakteristik. Setelah mengalami pergantian kulit yang kedua menjadi larva stadia ketiga (Shepherd and Barker, 1995).

Larva stadia ketiga masih mengalami pergantian kulit lagi dan berubah menjadi larva stadia keempat. Pada stadia keempat ini nematoda mulai dapat dibedakan antara jantan dan betina. Larva stadia keempat jantan mengalami pergantian kulit terakhir (keempat) menjadi nematoda jantan dewasa yang ke luar dari akar dan hidup bebas dalam tanah. Sedangkan larva stadia keempat betina melanjutkan pertumbuhannya dalam akar dan mengalami pergantian kulit terakhir menjadi nematoda betina dewasa, menghasilkan telur dan tetap tinggal dalam jaringan akar tanaman (Agrios, 1978).

Nematoda *Meloidogyne* spp. merupakan jenis nematoda yang sangat terkenal dan terdapat hampir di seluruh dunia, akan tetapi umumnya banyak di daerah yang hangat sampai daerah beriklim panas dan sedikit dingin. Nematoda ini umumnya menyukai atau lebih banyak terdapat pada tanah-tanah berpasir (bertekstur ringan) apabila dibandingkan dengan tanah yang berlempung. Nematoda *Meloidogyne* spp. merupakan nematoda yang polifag dan memiliki tanaman inang lebih dari 2000 spesies (Brown dan Colbran dalam Soekarto 1987).

Distribusi tersebar luas di daerah tropik dan sub tropik. Daerah penyebarannya meliputi Afrika, Australia, Brazil, Ceylon, Kolombia, Siprus, Israel, Malaysia, Pakistan, Spanyol, Trinidad, Amerika dan dalam rumah kaca di Eropa (Williams, 1972).

### 2.6.3 Gejala Kerusakan

Peran merusak dari *Meloidogyne* spp. tidak banyak diketahui dan bahkan tidak disadari karena beberapa faktor, antara lain karena gejala serangan nematoda puru akar pada bagian tanaman di atas tanah secara visual tidak spesifik dan tidak drastis. Gejala tersebut selain berbaur dengan gejala kemunduran

kesuburan tanah, teknologi bercocok tanam yang rendah, juga sering tertutup oleh gejala serangan hama dan penyakit lain yang lebih menonjol (Widjaja, 1984).

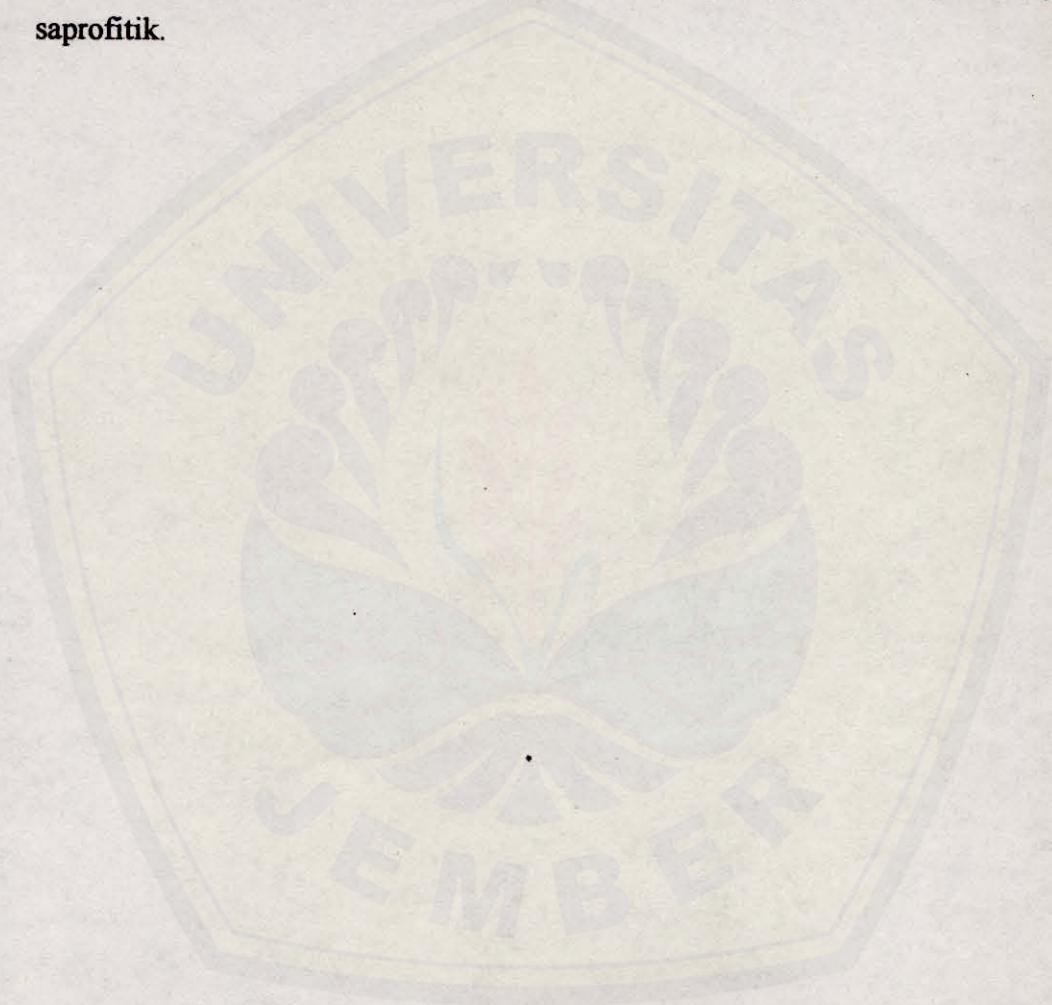
Menurut Hartana (1978) tanaman tembakau yang terserang nematoda puru akar menunjukkan gejala pertumbuhan yang terhambat sehingga kondisi tanaman menjadi kerdil, daun berukuran lebih kecil dan mengalami klorotik. Bilamana tanaman dicabut, pada akarnya tampak bintil-bintil yang ukurannya sangat bervariasi. Tipe gejala demikian sering mudah dikacaukan dengan gejala akibat defisiensi unsur hara, kerusakan oleh serangga dan mikroorganisme yang menyerang akar serta gangguan tanaman oleh virus dan penyebab penyakit lain.

Perbedaan yang mudah dideteksi dalam menentukan gejala serangan nematoda terhadap gejala penyakit lain misalnya yang disebabkan oleh jamur adalah bahwa proses kematian tanaman berlangsung lebih lama. Sebelum mati, tanaman yang terserang nematoda umumnya memperlihatkan gejala pertumbuhan terhambat, daun menguning secara bertahap, rontok dan akhirnya mati. Tidak demikian halnya pada tanaman yang terserang penyakit oleh jamur akar atau pangkal batang, proses kematiannya lebih cepat dan gugurnya daun sering tidak melalui proses penguningan (Wiryadiputra, 1989).

Gejala serangan nematoda pada bagian akar terlihat lebih spesifik, terutama apabila gejala tersebut belum mencapai stadia lanjut. Wiryadiputra (1989) mengelompokkan gejala serangan nematoda secara umum pada bagian akar sebagai berikut:

1. Gejala puru akar (*root-knots*); akar yang terserang nematoda membengkak membentuk puru berukuran 2 mm sampai lebih dari 2 cm.
2. Gejala luka akar (*root lesion*); terdapat bercak luka pada akar berwarna coklat kehitaman sebagai akibat rusaknya jaringan kulit akar karena serangan nematoda.
3. Gejala terbentuknya akar serabut yang melimpah (*excessive root branching*); gejala ini sebagai akibat terbungunya unsur hara di bagian atas akar akibat akar bagian bawah terserang nematoda.

4. Gejala rusaknya ujung akar (*injured root tips*); yaitu apabila nematoda merusak pada atau dekat ujung akar dan menyebabkan terhentinya pertumbuhan akar serta terjadi pembesaran pada bagian tersebut.
5. Gejala busuk akar (*root rots*); gejala yang terjadi apabila infeksi nematoda disertai oleh serangan bakteri dan jamur baik yang patogenik maupun yang saprofitik.



## III. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hama Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Jember, pada bulan Agustus sampai Desember 2000. Pengambilan sampel akar dilakukan di tiga lokasi yaitu Kecamatan Tanggul (akar jeruk), Kecamatan Sumpalsari (akar tembakau) dan Kebun Percobaan Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia Kaliwining Jember (akar kopi).

### 3.2 Bahan dan Alat Penelitian

#### 3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi, akar tanaman jeruk, akar tanaman tembakau, akar tanaman kopi, larutan fiksatif (formalin asetic acid/FAA), aquades, safranin, *malachite green*, alkohol 30%, 50%, 70%, 95%, 100%, alkohol xylol, xylol murni, perekat entellan, gliserin, albumin, formalin 4%, parafin, *lactophenol*, *cotton blue*.

#### 3.2.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian meliputi, cangkul kacil, pisau tajam, kantong plastik, kertas label, gelas ukur, botol pewarna, cawan parafin, pipet tetes, pipet ukur, kaca benda, gelas penutup, penjepit, lampu bunsen, silet, mikrotom, cetakan parafin, cawan petri, timbangan, mikroskop cahaya dan binokuler, pemanas dan *photomicrograph*.

### 3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan metode diskriptif, yaitu dilakukan pengamatan pada kenampakan luar akar yang dirserang nematoda, kenampakan posisi nematoda dalam menyerang akar dan kenampakan irisan tipis sel akar yang nantinya disajikan dalam bentuk gambar (foto).

### **3.4 Pelaksanaan Penelitian**

#### **3.4.1 Pengambilan Sampel di Lapang**

Pada pertanaman yang diduga terserang oleh nematoda. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan cangkul sabit atau pisau. Sampel akar yang diperoleh dimasukkan ke dalam kantong plastik hitam, kemudian dibawa ke laboratorium dalam keadaan lembab untuk segera dipreparasi, diskripsi dan dokumentasi (Wiryadiputra, 1986b).

#### **3.4.2 Pembuatan Irisan Tipis**

Untuk mendapatkan preparat irisan melintang dan membujur dengan metode parafin ada 4 tahap, yaitu penanaman sampel akar dalam balok parafin, pengirisan balok parafin, peletakan pita parafin pada kaca benda dan pewarnaan. Adapun langkah-langkahnya mengikuti cara-cara Sass (1958) dan Budiono (1992) dengan beberapa modifikasi.

##### **a. Penanaman Sampel Akar Dalam Balok Parafin.**

1. Akar dipotong-potong dengan panjang 0,5-1 cm kemudian difiksasi dengan larutan FAA selama minimal 24 jam.
2. Dicuci dengan alkohol 50%.
3. Didehidrasi dengan alkohol 70%, 95% dan 100% masing-masing selama 1-2 jam.
4. Dipindahkan ke dalam larutan alkohol-xylol dengan perbandingan 0,25 xylol dan 0,75 alkohol absolut selama 1 jam.
5. Dipindahkan ke dalam larutan alkohol-xylol dengan perbandingan 0,50 xylol dan 0,50 alkohol absolut selama 1 jam.
6. Dipindahkan ke dalam larutan alkohol-xylol dengan perbandingan 0,75 xylol dan 0,25 alkohol absolut selama 1 jam.
7. Dimasukkan ke dalam xylol murni sebanyak dua kali masing-masing selama 1 jam.
8. Xylol dijenuhkan dengan parafin, kemudian dimasukkan tempat yang berisi potongan akar tadi ke dalam oven sehingga parafin mencair.

9. Separuh parafin dituangkan ke empat potongan akar, kemudian diganti parafin murni sebanyak parafin yang dituangkan.
10. Parafin murni diganti dua kali ulangan masing-masing selama 1 jam.
11. Balok-balok parafin dibuat dengan menggunakan cetakan karton.

**b. Pengirisan Balok Parafin**

Balok parafin yang mengandung spesimen diiris dengan menggunakan mikrotom sehingga diperoleh pita parafin tipis yang berisi spesimen dengan ketebalan 0,6  $\mu\text{m}$ .

**c. Peletakan Pita Parafin Pada Kaca Benda**

1. Kaca benda yang sudah disediakan diolesi dengan perekat albumin gliserin dan ditunggu sampai kering.
2. Formalin 4% diteteskan di atas kaca benda, kemudian pita parafin diletakkan di atas tetesan formalin, kemudian dipanaskan di atas lampu bunsen sehingga pita parafin terentang.
3. Kelebihan formalin dikeringkan dengan cara memiringkan kaca benda dan dibiarkan selama 12 jam.
4. Parafin dihilangkan dengan cara mencelupkan preparat ke dalam xylol murni sehingga parafin larut.

**d. Tahap Pewarnaan**

1. Dehidratasi dilakukan dengan alkohol berturut-turut dengan konsentrasi 100%, 95%, 70%, 50% dan 30% masing-masing selama 1-2 menit.
2. Diwarnai dengan safranin selama 12 - 24 jam.
3. Dehidrasi dilakukan dengan alkohol berturut-turut dengan konsentrasi 30%, 50%, 70% dan 95% masing-masing selama 1 - 2 menit.
4. Diwarnai dengan *malachite green* selama 30 detik.
5. Dimasukkan ke dalam alkohol 95% kemudian 100% masing-masing selama 1 - 2 menit.
6. Dimasukkan ke dalam xylol selama 1 - 2 menit.

7. Dimasukkan ke dalam xylol murni selama 1 - 2 menit.
8. Direkatkan dengan entellan, kemudian ditutup dengan kaca penutup.
9. Diamati dengan menggunakan mikroskop dan kemudian difoto dengan menggunakan *photomicrograph*.

### 3.4.3 Pewarnaan Nematoda Dalam Jaringan Akar

Pewarnaan nematoda dalam jaringan akar menggunakan metode *Cotton Blue Lactophenol* dengan tahapan sebagai berikut:

1. Akar tanaman yang diduga mengandung nematoda dicuci hingga bersih dari tanah dan kotoran lain, kemudian dipotong-potong dengan panjang 1 - 2 cm.
2. Potongan akar dibungkus dengan menggunakan kain tipis, sehingga pewarnaan dapat dilakukan sekaligus.
3. *Lactophenol* dengan 0,1% *cotton blue* dalam *beker glass* dipanaskan sampai mendidih.
4. Akar yang sudah dibungkus dicelupkan ke dalam larutan pada *beker glass* selama 3 menit.
5. Diangkat dan kelebihan warna dicuci dengan air, dan bungkusan dibuka.
6. Dichelupkan ke dalam larutan *lactophenol* biasa.
7. Dibiarkan selama beberapa jam dalam larutan tersebut. Kemudian dilakukan pengamatan dalam *lactophenol* dengan mikroskop cahaya. Dalam jaringan tanaman, nematoda akan tampak berwarna biru dan jaringan tanaman hampir tidak berwarna (Hutagalung, 1988).

### 3.4.4 Pengamatan

Dalam penelitian ini pengamatan dilakukan pada:

1. Perilaku parasitasi *Pratylenchus coffeae*.
2. Perilaku parasitasi *Tylenchulus semipenetrans*.
3. Perilaku parasitasi *Meloidogyne* spp.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian histopatologi akar kopi yang terserang nematoda *P. coffeae*, akar jeruk yang terserang nematoda *T. semipenetrans* dan akar tembakau yang terserang nematoda *Meloidogyne* spp. maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. *P. coffeae* merupakan nematoda endoparasit migratori yang merusak jaringan parenkim korteks akar, mengakibatkan rusaknya sel akar kopi, sehingga terjadi perubahan warna (nekrosis). Nematoda merusak dari satu sel ke sel yang lain dan bergerak ke arah atas sepanjang sumbu longitudinal akar.
2. *T. semipenetrans* merupakan nematoda semiendoparasit, bagian posterior berada dalam tanah dan bagian anterior di dalam akar, masuk ke dalam korteks, merusak sel sehingga warna menjadi lebih gelap dan terbentuk sel asuh (*nurse cell*).
3. *Meloidogyne* spp. merupakan nematoda endoparasit sedenter, masuk melalui endodermis untuk mencapai stele, memakan sel-sel di sekitar kepalanya, menyerang dibagian akar yang mengalami pertumbuhan, menyebabkan terjadinya sel raksasa (*giant cells*).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1984, *Kopi*, Jakarta, Badan Pengembangan Latihan dan Penyuluhan Pertanian.
- \_\_\_\_\_, 1996, *Realisasi Eksport Kopi Indonesia, tahun kopi 1980/81-1994/95*, Warta Asosiasi Eksportir Kopi Indonesia no. 47,13.
- \_\_\_\_\_, 1998, *Budidaya Tanaman Kopi*, Yogyakarta, Aksi Agraris Kanisius.
- \_\_\_\_\_, 2000, *Citrus Nematodes*, Statewide IPM Project, University of California, <http://www.ipm.ucdavis.edu/pmb/r107200111.html>.
- Agrios, G.N., 1978, *Plant Pathologi*, New York, San Fransisco, London, Academic Press.
- Budiono, D., 1992, *Pembuatan Preparat Mikroskopis (Teori dan Praktek)*, Surabaya, IKIP Surabaya.
- Campos, V.P., 1995, *Parasitic Nematodes in Coffea, Cacao and Tea*, dalam Luc, M., R.A. Sikora and J. Bridge (Edt), *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*, Oxon, CAB International, Wallingford, Hal. 519-538.
- Cohen, A., 1976, *Fertolizing For Heigh Yield Citrus*, Worblaufenbern, Switzerland, International Potash Institute, Bull, No:4.
- Dropkin, V.H., 1996, *Pengantar Nematologi Tumbuhan*, Yogyakarta, Gadjah Mada University Press.
- Duncan, L.W. and E. Cohn, 1995, *Parasitic Nematodes in Citrus*, dalam Luc, M., R.A. Sikora and J. Bridge (Edt), *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*, Oxon, CAB International, Wallingford, Hal. 425-449.
- Franklin, M.T., 1982, *Meloidogyne*, dalam J.F. Southey (Edt), *Plant Nematology*, London, Ministry of Agriculture Fisheries and Food, Hal. 98 - 139.
- Guiran and M. Ritter, 1979, *Life Cycle of Meloidogyne species and Faktors Influencing their Development*, dalam Lamberti, F. and C.E. Taylor (Edt), *Root-Knot Nematodes (Meloidogyne spp.) Systematic, Biology and Control*, London, New-York, San Fransisco, Academic Press, Hal. 173 - 192.
- Hartana, I., 1970, *Budidaya Tembakau Cerutu I Masa Pra Panen*, Jember, Balai Penelitian Perkebunan, 22p.

- \_\_\_\_\_, 1978, *Budidaya Tembakau Cerutu Masa Pra Panen*, Jember, Balai Penelitian Perkebunan, 107p.
- Hutagalung, L., 1988, *Tekhnik Ekstraksi dan Membuat Preparat Nematoda Parasit Tumbuhan*, Jakarta, Rajawali Press.
- Inserra, RN; R.P. Esser and J.H. O'Bannon, 1988, Identification of *Tylenchulus* species from Florida, Florida, *Nematology Circular* No. 153
- Joesoef, M., 1989, *Penuntun Berkebun Jeruk*, Jakarta, Bharatara.
- Lamberti, F., 1979, *Economic Importance of Meloidogyne spp. In Subtropical and Mediteranean Climates*, dalam Lamberti, F. and C.E. Taylor (Edt), *Root-Knot Nematodes (Meloidogyne spp.) Systematic, Biology and Control*, London, New-York, San Fransisco, Academic Press, Hal. 341 - 358.
- Luc, M.; D.J. Hunt and J.E. Machon, 1995, *Morfology, Anatomy and Biology Plant Parasitic Nematodes*, dalam Luc, M., R.A. Sikora and J. Bridge (Edt), *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*, Oxon, CAB International, Wallingford, Hal. 1 - 48.
- Najiyati, S., dan Danarti, 1989, *Kopi Budidaya dan Penanganan Lepas Panen*, Jakarta, Penebar Swadaya.
- Partoatmodjo, S. dan C.P. Budiman, 1983, *Rehabilitasi Jeruk di Indonesia*, Bogor, Risalah Lokakarya.
- Pracaya, 1998, *Jeruk Manis Varietas, Budidaya dan Pasca Panen*, Jakarta, Penebar Swadaya.
- Sartono, 1985, *Pengaruh Pupuk Urea Terhadap Populasi Nematoda Puru Akar (Meloidogyne spp.) Pada Tanaman Kobis (Brassica oleracea L.)*, Yogyakarta, Fakultas Biologi UGM.
- Sarwono, B., 1991, *Jeruk dan Kerabatnya*, Jakarta, Penebar Swadaya.
- Sass, J.E., 1958, *Botanical Microtechnique*, Ames, Iowa, The Iowa State University Press.
- Sastrahidayat, I.R., 1992, *Ilmu Penyakit Tumbuhan*, Surabaya, Usaha Nasional.
- Sastrosuwignyo, S., 1992, *Nematologi Tumbuhan*, Bogor, Institut Pertanian Bogor.
- Shalimar; Andayana dan Nia T., 1993, *Budidaya Jeruk*, Bogor, Pusat Perpustakaan Pertanian dan Komunikasi Penelitian.

- Shepherd, J.A. and K.R. Barker, 1995, *Parasitic Nematodes in Tobacco*, dalam Luc, M., R.A. Sikora and J. Bridge (Edt), *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*, Oxon, CAB International, Wallingford, Hal. 665-697.
- Siddiqi, M.R., 1972, *Pratylenchus coffeae*, C.I.H. Descriptions of Plant Parasitic Nematodes, Set1. No. 6, England, Commonwealth Institute of Helminthology St. Albans Herts.
- Soekarto, 1987, *Ketahanan Beberapa Varietas Kapas Terhadap Nematoda Puru Akar Meloidogyne incognita (Kofoid and White) Chitwood*, Yogyakarta, Tesis Magister Sains Pada Fakultas Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada, Tidak Dipublikasikan.
- Sudarmadji dan Endang T.P., 1998, Inventarisasi Nematoda Parasit Pada Tanaman Tembakau di Kabupaten Jombang, *Majalah Ilmiah Pembangunan*, UPN Veteran Jawa Timur, VIII (18) : 12 - 17.
- Sudarmo, S., 1991, *Tembakau Pengendalian Hama dan Penyakit*, Yogyakarta, Kanisius.
- Triharso, 1994, *Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman*, Yogyakarta, UGM Press.
- Wahyudi, T., 1980, *Analisa Usaha Tani Jeruk di Sentra Produksi Kabupaten Malang*, Jakarta, Lembaga Penelitian Hortikultura.
- Whitehead, A.G., 1968, *Nematodea*, dalam R.H. Le Pelley, *Pest of Coffee*, London and Harlow, Long Mans Green Co. Ltd., Hal. 407 - 422.
- Widjaja, A.W., 1972, *Observation On The Root Knot nematode As To Same Horticultural In Indonesia*, dalam Anonim (Edt), *Plant Diseases*.
- \_\_\_\_\_, 1984, Pengaruh Nematoda Bengkak Akar Terhadap Produksi Sayuran di Indonesia, *Risalah Seminar Hama dan Penyakit Sayuran*, Balai Penelitian Hortikultura Lembang, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- William, K.J.O., 1972, *Meloidogyne javanica*, C.I.H. Descriptions of Plant Parasitic Nematodes, Set.1. No. 3, England, Commonwealth Institute of Helminthology St. Albans Herts.
- Wiryadiputra, S., 1983, Populasi Nematoda Parasit Pada Berbagai Tingkat Kerusakan Kopi Robusta, *Menara Perkebunan*, 51 (3) : 70 - 74.

- \_\_\_\_\_, 1986a, *Kajian Hubungan Antara Kepadatan Populasi Nematoda *Pratylenchus coffeae* (Zimmerman, 1898) Goodey, 1951 Dan Kerusakan Yang Diakibatkan Pada Bibit Kopi Arabika dan Robusta*, Yogyakarta Tesis Magister Sains Pada Fakultas Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada, Tidak Dipublikasikan.
- \_\_\_\_\_, 1986b, *Petunjuk Pengambilan Contoh Tanah dan Akar Tanaman Serta Penyimpanannya Untuk Analisis Kandungan Nematoda*, Jember, *Balai Penelitian Perkebunan*, No. 5 : 27 - 35.
- \_\_\_\_\_, 1989, *Pengendalian Nematoda Parasit Tanaman, Identifikasi Kerusakan dan Cara Penanggulangannya*, Lampung, Proyek Pengembangan Perlindungan Tanaman Perkebunan.
- \_\_\_\_\_, 1990, *Masalah Nematoda Parasit Pada Tanaman Kopi, Aspek Biologi dan Pengelolaannya*, *Prosiding Simposium Kopi 1990-Surabaya*, 20-21 November 1990, 147-168.
- \_\_\_\_\_, 1995, *Nematoda Parasit Kopi Di Indonesia dan Alternatif Pengendaliannya*, *Warta Puslit Kopi dan Kakao*, No. 11 (3) : 120 - 128.