



MILIK UPT Perpustakaan
UNIVERSITAS JEMBER

KAJIAN SEBARAN DAN SERANGAN NEMATODA JERUK
Tylenchulus semipenetrans Cobb SERTA ASOSIASINYA
DENGAN BAKTERI *Pasteuria penetrans*
DI KABUPATEN JEMBER

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat untuk
Menyelesaikan Pendidikan Program Strata Satu
Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan
Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan
Fakultas Pertanian Universitas Jember

Oleh

Koko Bruriwibowo
NIM. 001510401210

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS PERTANIAN**

Mei 2005

KARYA ILMIAH TERTULIS BERJUDUL

**KAJIAN SEBARAN DAN SERANGAN NEMATODA JERUK
Tylenchulus semipenetrans Cobb DAN ASOSIASINYA
DENGAN BAKTERI *Pasteuria penetrans*
DI KABUPATEN JEMBER**

Oleh:

Koko Bruriwibowo
NIM: 001510401210

Dipersiapkan dan disusun di bawah bimbingan :

Pembimbing Utama : Ir. H. Sockarto, MS
NIP: 131 125 972

Pembimbing Anggota : Ir. H. Paniman Ashna Mihardja, MP
NIP: 130 812 643

KARYA ILMIAH TERTULIS BERJUDUL

KAJIAN SEBARAN DAN SERANGAN NEMATODA JERUK
Tylenchulus semipenetrans Cobb DAN ASOSIASINYA
DENGAN BAKTERI *Pasteuria penetrans*
DI KABUPATEN JEMBER

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Koko Bruriwibowo
NIM. 001510401210

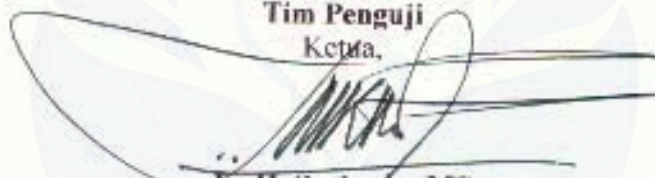
Telah diuji pada tanggal

12 Mei 2005

dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Tim Penguji

Ketua,



Ir. H. Soekarto, MS
NIP. 131 125 972

Anggota I



Ir. H. Paniman Ashng Miharia, MP
NIP. 130 812 634

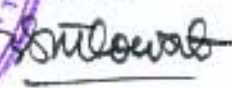
Anggota II



Ir. Sigit Prastowo, MP
NIP. 131 879 792



Mengesahkan
Dekan,



Prof. Dr. Ir. Endang Budi Tri Susilowati, MS
NIP. 130 531 982

Koko Bruriwibowo, 001510401210. Kajian Sebaran dan Serangan Nematoda Jeruk *Tylenchulus semipenetrans* Cobb dan Asosiasinya dengan Bakteri *Pasteuria penetrans* di Kabupaten Jember. (dibimbing oleh Ir. H. Soekarto, MS sebagai DPU dan Ir. H. Paniman Ashna Mihardjo, MP sebagai DPA).

RINGKASAN

Jeruk (*Citrus* sp) adalah tanaman tahunan berasal dari Asia Tenggara, terutama Cina. Sejak ratusan tahun yang lampau, tanaman ini sudah terdapat di Indonesia, baik sebagai tanaman liar maupun sebagai tanaman di pekarangan. Di Indonesia jeruk merupakan komoditas buah-buahan terpenting ke tiga setelah pisang dan mangga bila dilihat dari luas pertanaman dan jumlah produksi per tahun.

Serangan hama pada jeruk merupakan salah satu faktor penting sebagai pembatas produksi buah jeruk. Nematoda sering terabaikan, padahal sebenarnya banyak sekali nematoda yang hidup di dalam tanah dan dapat merusak akar tanaman. Nematoda yang banyak sebagai parasit tanaman jeruk di berbagai daerah adalah nematoda *Tylenchulus semipenetrans*.

Nematoda parasit tanaman dalam hidupnya memiliki banyak musuh alami terutama dari golongan mikroorganisme yang bersifat antagonis antara lain dari golongan nematoda (predator), jamur (jamur perangkap nematoda) dan bakteri. Bakteri *Pasteuria penetrans* telah diketahui dengan baik sebagai agens hayati untuk mengendalikan nematoda parasit tanaman.

Penelitian tentang kajian sebaran dan serangan nematoda jeruk *T. semipenetrans* Cobb, bertujuan untuk mengetahui penyebaran nematoda jeruk serta tingkat serangan atau populasinya pada pertanaman jeruk yang terdapat di Kabupaten Jember. Lebih jauh untuk mengetahui keberadaan bakteri *P. penetrans* yang berasosiasi dengan nematoda jeruk pada daerah pengambilan contoh akar dan tanah di pertanaman jeruk dari beberapa lokasi di Kabupaten Jember.

Pengambilan contoh akar dan tanah pada pertanaman jeruk dilakukan di wilayah kabupaten Jember yang meliputi : wilayah tengah, barat, selatan, timur

dan wilayah utara. Setiap wilayah diambil 3 desa yang kedudukannya kurang lebih diagonal, dan tiap desa diambil satu petak pertanaman jeruk. Pada petak pertanaman jeruk yang telah ditentukan tersebut, sampel akar dan tanah diambil dari 5 tanaman secara diagonal, dan dimasukkan dalam kantong plastik berbeda yang sudah diberi tanda. Setiap kantong plastik berisi contoh akar dan tanah sebanyak kurang lebih 250 gram. Pengamatan dilakukan terhadap akar-akar yang telah dipotong kecil-kecil dan telah diwarnai meliputi jumlah nematoda jeruk untuk setiap gram sampel akar beserta jumlah nematoda yang terinfeksi oleh bakteri *P. penetrans*.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan *T. semipenetrans* ditemukan menyerang tanaman jeruk yang ada dilima wilayah Kabupaten Jember dengan populasi yang berbeda-beda. *T. semipenetrans* banyak ditemukan di desa Tembokrejo dan Sukoreno dengan jumlah rata-rata sebesar 7648,2 serta 2094,2 ekor per gram akar jeruk. Populasi nematoda jeruk *T. semipenetrans* terbesar berada di wilayah selatan dengan rata-rata sebesar 2584,6 ekor per gram akar jeruk atau sebesar 25846 ekor per 10 gram akar. Sedangkan populasi *T. semipenetrans* paling sedikit berada di wilayah tengah dengan populasi sebesar 14,1 ekor per gram akar atau 141 ekor tiap 10 gram akar.

Intensitas serangan *T. semipenetrans* tertinggi mencapai angka 100 persen sedangkan paling rendah sebesar 20 persen. Intensitas serangan nematoda dihitung berdasarkan ada atau tidak nematoda *T. semipenetrans* pada sampel akar yang diamati.

Nematoda *T. semipenetrans* diketahui berasosiasi dengan bakteri *P. penetrans*. Asosiasi terjadi hanya di desa Tembokrejo, wilayah selatan Kabupaten Jember, sebesar 436 ekor atau 1,14 persen dari jumlah nematoda *T. semipenetrans* hasil pengamatan sampel akar jeruk desa tersebut. Secara keseluruhan, di wilayah selatan, nematoda *T. semipenetrans* berasosiasi dengan bakteri *P. penetrans* sebesar 436 ekor atau 1,12 persen.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Karya Ilmiah Tertulis yang berjudul "Kajian Sebaran Dan Serangan Nematoda Jeruk *Tylenchulus semipenetrans* Cobb Serta Asosiasinya Dengan Bakteri *Pasteuria penetrans* Di Kabupaten Jember".

Keberhasilan Penulis dalam melaksanakan penelitian dan penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Endang Budi Trisusilowati, MS., Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember
2. Ir. Sutjipto, MS., Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember
3. Ir. H. Soekarto, MS., selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Ir. H. Paniman Ashna Mihadjo, MP., selaku Dosen Pembimbing Anggota, serta Ir. Sigit Prastowo, MP yang telah memberikan dukungan dan masukan dalam menyelesaikan karya tulis ini
4. Seluruh staf dan teknisi Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember yang banyak membantu dalam proses penelitian untuk menyelesaikan karya tulis ini
5. Bapak dan Ibu serta kakakku dan adikku yang telah memberikan doa dan motivasi dalam menyelesaikan penulisan ini
6. Rekan-rekan HPT 2000, tim PKM-P (Antok & Yayan), Yasin, Jandik, Risa, Asih, Erwan, "INGA", Deddy '99, Budi, Joko dan Bang Ucok, yang telah memberikan bantuan motivasi, kritik dan saran selama penelitian sampai penulisan karya tulis ini
7. Serta kepada semua pihak yang telah turutserta membantu penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini bermanfaat

Jember, Juni 2005

Penulis



DAFTAR ISI

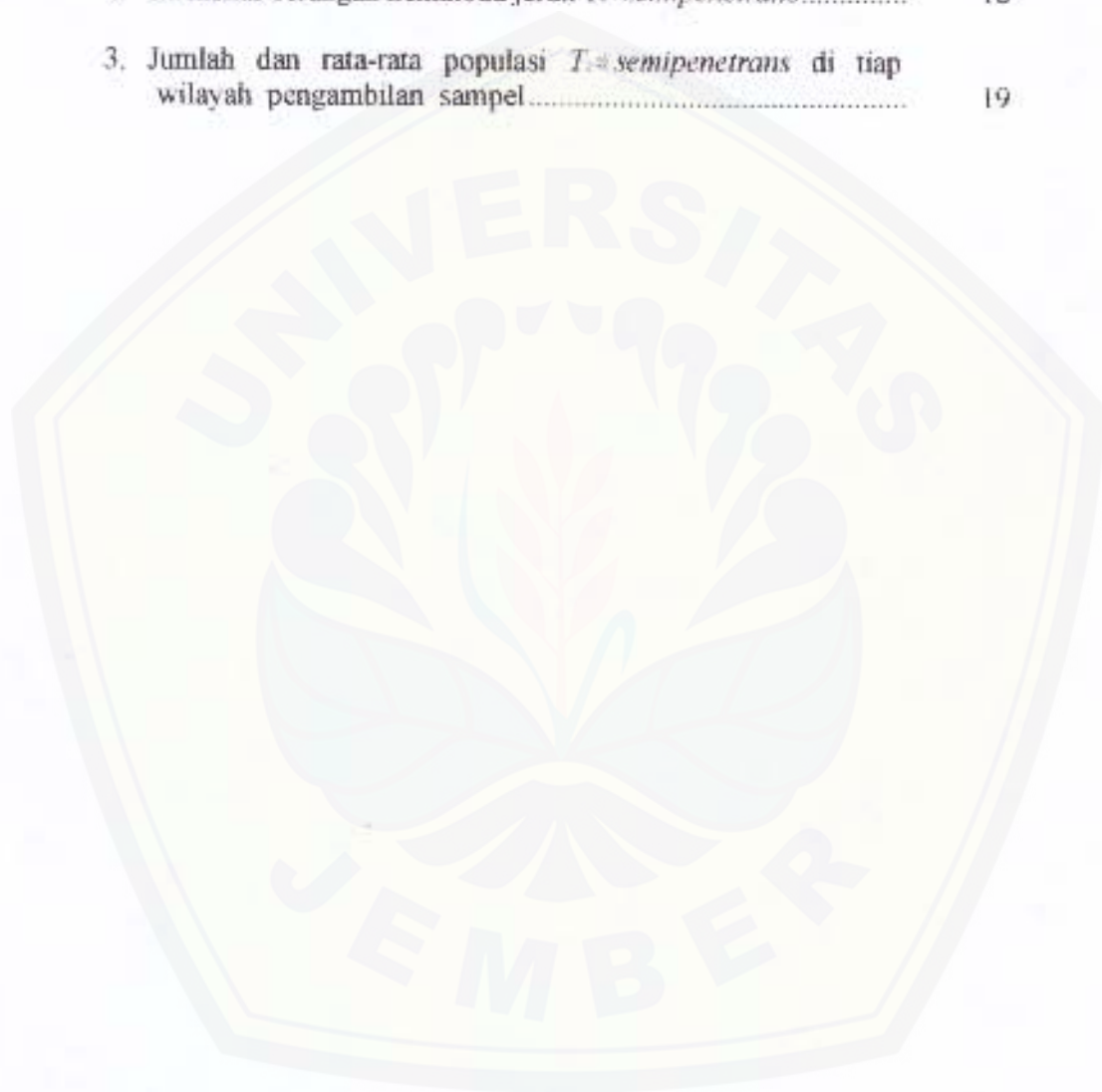
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanaman Jeruk di Indonesia	4
2.2 Nematoda <i>Tylenchulus semipenetrans</i>	5
2.3 Arti Penting <i>Tylenchulus semipenetrans</i>	7
2.4 Bakteri <i>Pasteuria penetrans</i>	9
2.5 Potensi Bakteri <i>Pasteuria penetrans</i>	11
III. BAHAN DAN METODE	
3.1 Waktu dan Tempat penelitian	13
3.2 Bahan dan Alat	13
3.3 Metode Penelitian	13
3.3.1 Pengambilan Sampel.....	13
3.3.2 Isolasi Nematoda	14
3.3.3 Pengamatan.....	15
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil	16
4.2 Pembahasan.....	20

V. SIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Simpulan.....	27
5.2 Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA.....	28
LAMPIRAN.....	32



DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1.	Jumlah dan rata-rata populasi <i>T. semipenetrans</i> di tiap wilayah pengambilan sampel.....	16
2.	Intensitas serangan nematoda jeruk <i>T. semipenetrans</i>	18
3.	Jumlah dan rata-rata populasi <i>T. semipenetrans</i> di tiap wilayah pengambilan sampel.....	19



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
1.	Nematoda jeruk <i>Tylenchulus semipenetrans</i> Cobb	7
2.	Siklus hidup bakteri <i>P. penetrans</i>	10
3.	<i>T. semipenetrans</i> hasil pengamatan sampel akar jeruk dari lapang	17
4.	Nematoda <i>T. semipenetrans</i> terinfeksi bakteri <i>P. penetrans</i>	17
5.	Sampel tanah dan akar jeruk dari berbagai desa/ kelurahan.....	22
6.	Perbandingan akar jeruk sehat dengan akar jeruk yang terserang <i>T. semipenetrans</i>	24

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
1.	Data Hasil Pengamatan Sampel Akar Jeruk.....	32
2.	Data kelembaban tanah rata-rata.....	33
3.	Luas wilayah (Km ²) kecamatan menurut jenis tanah tahun 2002.....	34
4.	Data Sampel Tanaman.....	35



I. PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang Permasalahan

Jeruk (*Citrus* sp) adalah tanaman tahunan berasal dari Asia Tenggara, terutama Cina. Sejak ratusan tahun yang lampau, tanaman ini sudah terdapat di Indonesia, baik sebagai tanaman liar maupun sebagai tanaman di pekarangan.

BPS dan Badan Agribisnis Pertanian menyebutkan, dalam lima tahun terakhir rata-rata impor jeruk mencapai 3.829.361 kg, sedangkan produksi dalam negeri sebanyak 687.066 kg. Dengan membandingkan kedua data tersebut, maka jeruk lokal hanya menguasai 20 persen dari total pasar jeruk. Konsumsi jeruk per kapita per tahun untuk Indonesia saat ini baru 2,2 kg. Sedangkan menurut Organisasi Pangan Dunia (FAO), rata-rata konsumsi jeruk per kapita per tahun untuk negara berkembang sebanyak 6,9 kg, dan 32,9 kg per kapita per tahun untuk negara maju. Apabila konsumsi ideal akan dicapai dengan jumlah penduduk 210 juta jiwa, maka konsumsi jeruk minimal adalah 1,5 juta ton dalam setahun. Kebutuhan sebanyak ini akan terpenuhi jika perkebunan jeruk mencapai luas 115.000 hektar dengan produksi rata-rata 13 ton per hektar per tahun (Kompas, 2002).

Daerah penyebaran tanaman jeruk sangat luas, karena tanaman ini dapat tumbuh dengan baik di daerah tropis atau subtropis. Umumnya usaha tani jeruk di Indonesia masih dilakukan secara tradisional pada lahan pekarangan atau kebun disekitar rumah, dan belum dikelola secara intensif. Untuk menjadikan usaha jeruk berorientasi agribisnis perlu dilakukan pengolahan yang intensif, sehingga produksi tinggi dan mutunya baik (Nia dan Shalimar, 1993).

Serangan hama pada jeruk merupakan salah satu faktor penting sebagai pembatas produksi buah jeruk. Oleh karena itu dalam pengelolaan tanaman jeruk, sanitasi kebun dan pengendalian serangga penular penyakit harus diperhatikan (Soelarso, 1996).

Hama jeruk merupakan binatang yang merusak tanaman jeruk dan hasilnya dari pembibitan sampai pasca panen. Nematoda merupakan salah satu hama yang menyerang tanaman jeruk. Berbagai spesies nematoda parasitik hidup

berasosiasi di daerah perakaran tanaman jeruk, tetapi hanya beberapa dari nematoda tersebut memiliki arti penting dalam menimbulkan kerugian secara ekonomi (Duncan & Cohn, 1995).

Nematoda sering terabaikan, padahal sebenarnya banyak sekali nematoda yang hidup di dalam tanah dan dapat merusak akar tanaman. Nematoda yang banyak sebagai parasit tanaman jeruk di berbagai daerah adalah *Tylenchulus semipenetrans* Cobb (Anonim, 2002; Dropkin, 1991; Siddiqi, 1974).

Populasi nematoda ini terdapat di sekitar berbagai tanaman jeruk ditanam. Pada setiap peningkatan pertumbuhan akar, jumlah nematoda selalu meningkat. *T. semipenetrans* dapat dijumpai di dalam tanah dimana saja apabila terdapat akar mangnya (Dropkin, 1991).

Berdasarkan berbagai survei di daerah penghasil jeruk utama di Amerika Serikat, diperkirakan bahwa nematoda tersebut menyerang tanaman jeruk dari 50-60 persen (Kalifornia, Florida) sampai sebesar 90 persen (Texas, Arizona) dari kebun jeruk tersebut. Untuk pertanaman jeruk di wilayah Indonesia diperoleh data bahwa serangan *T. semipenetrans* mencapai 90 persen (Cohn dan Duncan, 1995; Wisnuwardana, 1985).

Gejala serangan nematoda parasit tanaman jeruk ini antara lain adalah nekrotik berwarna merah sampai kecoklatan pada akar, pertumbuhan tanaman terhambat, ukuran daun mengecil, buah kecil dan jumlahnya berkurang, *dieback* pada ranting. Serangan nematoda ini di Indonesia belum banyak dipermasalahkan. Kajian tentang hubungan antara kualitas pohon dan hasil dengan tingkat inestansi nematoda ternyata menghasilkan penemuan yang sama. Tingkat tertinggi *T. semipenetrans* di dalam tanah sering kali terdapat di bawah pohon jeruk dan hanya menimbulkan gejala pada tingkat yang moderat (Luc dkk., 1995). Namun, jika tingkat populasi *T. semipenetrans* tinggi, hama ini akan tetap menjadi ancaman bagi budidaya tanaman jeruk baik secara langsung maupun tidak langsung.

Pengendalian *T. semipenetrans* selama ini masih menggunakan cara kimiawi dengan nematisida, cara-cara mekanik dan secara preventif. Pengendalian nematoda *T. semipenetrans* dengan memanfaatkan agens hayati seperti bakteri

Pasteuria penetrans belum banyak dilakukan. Bakteri *P. penetrans* dilaporkan efektif untuk mengendalikan *Meloidogyne* spp. dan *Rodopholus similis*. Sedangkan pengendalian nematoda jeruk *T. semipenetrans* dengan bakteri *P. penetrans* belum pernah dilaporkan. Karena itulah perlunya dilakukan penelitian mengenai asosiasi *T. semipenetrans* dengan bakteri *P. penetrans* guna mengetahui potensi bakteri *P. penetrans* untuk mengendalikan nematoda jeruk *T. semipenetrans*.

1.2 Perumusan Masalah

Keberadaan nematoda sering terabaikan, padahal sebenarnya banyak sekali nematoda yang hidup dalam tanah dan dapat merusak akar tanaman jeruk. Nematoda *T. semipenetrans* merupakan nematoda parasit tanaman jeruk yang banyak terdapat diberbagai daerah atau dimana saja apabila terdapat akar tanaman inangnya. *T. semipenetrans* menyerang bagian akar tanaman jeruk sehingga menimbulkan kerusakan tanaman secara sistemik. Nematoda ini diperkirakan juga dapat berasosiasi dengan bakteri *P. penetrans* yang dapat digunakan sebagai agens hayati pengendali nematoda tersebut.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebaran nematoda jeruk *T. semipenetrans* serta tingkat serangan atau populasinya pada tanaman jeruk yang terdapat di Kabupaten Jember. Lebih jauh juga untuk mengetahui keberadaan bakteri *P. penetrans* yang berasosiasi dengan nematoda *T. semipenetrans* pada daerah pengambilan contoh akar dan tanah di pertanaman jeruk dari beberapa lokasi di Kabupaten Jember.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Jeruk di Indonesia

Jeruk merupakan komoditas buah-buahan terpenting di Indonesia setelah pisang dan mangga. Di Indonesia, beberapa jenis jeruk yang umum dibudidayakan dapat digolongkan pada beberapa kelompok, seperti jeruk keprok, jeruk besar, jeruk nipis, dan jeruk lemon (Pikiran Rakyat, 2003).

Permintaan buah jeruk disamping buah-buahan tropis lainnya semakin meningkat sebagai akibat peningkatan jumlah penduduk, pendapatan dan kesadaran masyarakat akan nilai gizi serta semakin lajunya perkembangan sektor pariwisata. Dengan demikian tidak mengherankan apabila budidaya jeruk di Indonesia terus mengalami perkembangan bahkan telah bertahun-tahun diusahakan secara besar-besaran, khususnya di pulau Jawa dan Sumatera (Martina, 2000).

Meskipun tanaman jeruk di Indonesia telah lama diusahakan, tidak berarti bahwa semua persoalan yang menyangkut pembudidayaan dapat dikuasai. Produktivitas rata-rata tanaman jeruk masih rendah, padahal apabila diusahakan secara intensif, produktivitasnya dapat lebih tinggi. Penurunan luas panen dan rendahnya produktivitas 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 (Nia dan Shalimar, 1993).

Salah satu penyebab rendahnya produktifitas tanaman jeruk adalah adanya serangan nematoda jeruk *T. semipenetrans*. Nematoda ini merusak akar jeruk, terutama banyak mendatangkan kerusakan pada tanaman semai dipersemaian biji atau pembibitan. Tanaman yang diserang daunnya menguning dan apabila dicabut tampak akar-akarnya putus pada ujung, akar serabut tidak ada, sehingga pertumbuhan terhenti (Joeseof, 1989).

Selama ini masalah penurunan produksi jeruk selalu dihubungkan dengan penyakit CVPD, yang disebabkan oleh Bacterium Like Organism (BLO). Padahal, itu belum tentu benar, karena apabila kita melihat dari gejala yang

diakibatkan oleh CVPD dan nematoda *T. semipenetrans*, kedua organisme tersebut dapat menimbulkan gejala yang mirip (Budi dan Yadi, 1993).

2.2 Nematoda *Tylenchulus semipenetrans*

Nematoda jeruk *T. semipenetrans* adalah pemberian nama yang tepat, karena nematoda tersebut terdapat disemua daerah penghasil jeruk di dunia dan mengurangi produksi buah jeruk di bawah keadaan lingkungan dan edafik yang kisarnya sangat luas (Cohn dan Duncan, 1995).

Ada tiga spesies nematoda *Tylenchulus* spp. yaitu 1) *T. graminis* dengan tanda-tanda pada nematoda betina yaitu bagian yang menggelembung berkisar 66,0-85,1 (rata-rata 72,7) persen dari panjang total tubuhnya; 2) *T. palustris* dengan tanda-tanda pada nematoda betina yaitu bagian yang menggelembung berkisar 32,3 – 53,8 (rata-rata 40,0) persen dari panjang total tubuhnya dan 3) *T. semipenetrans* dengan tanda-tanda pada nematoda betina yaitu bagian yang menggelembung berkisar 43,4 – 60,0 (rata-rata 47,4) persen dari panjang total tubuhnya (Esser, Inserra dan O'Bannon, 1988).

Klasifikasi *T. semipenetrans* adalah sebagai berikut:

Kelas	: Secernentea
SubKelas	: Diplogasteria
Ordo	: Tylenchida
SubOrdo	: Tylenchina
SuperFamili	: Criconematoidea
Famili	: Tylenchulidae
SubFamili	: Tylenchulinae
Genus	: <i>Tylenchulus</i>
Spesies	: <i>Tylenchulus semipenetrans</i> , (Anonim, 2004).

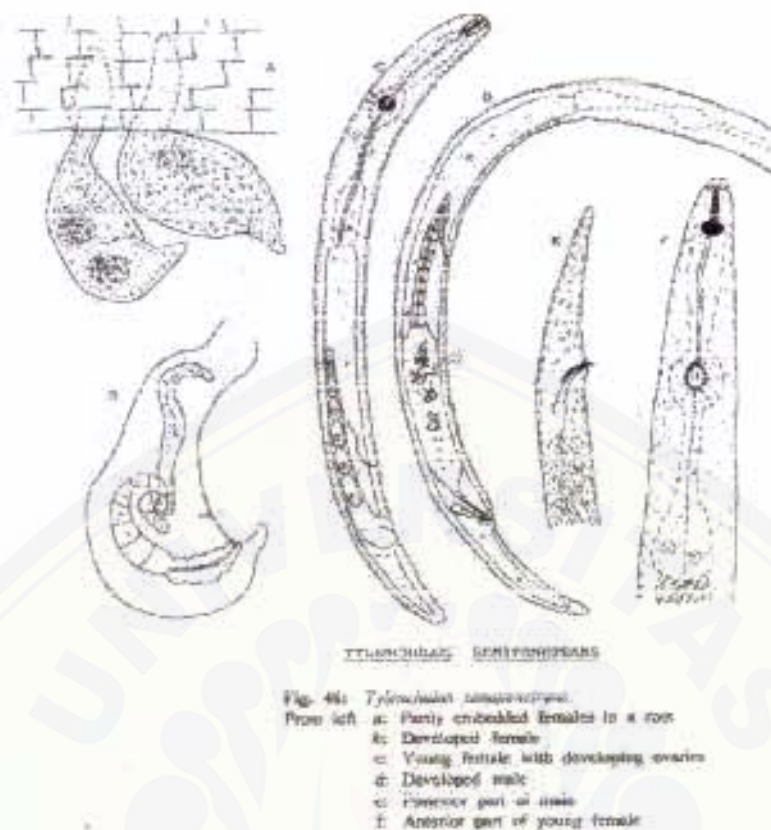
Perkembangan telur terjadi dalam 14 hari. Setelah berganti kulit pertama di dalam telur, nematoda juvenil-2 siap keluar. Betina dan jantan juvenil-2 dapat dibedakan, jantan mempunyai esophagus lebih pendek dan diameter badan lebih besar, memiliki suatu area jelas bersih di ekor tempat spikula akan berkembang.

Jantan mengalami 3 kali ganti kulit dan tidak makan selama hidupnya, serta stylet menjadi semakin berbeda. Jantan menjadi dewasa setelah satu minggu. Betina juvenil-2 lebih langsing dan lebih panjang. Mereka makan selama perkembangan, awalnya pada epidermal dan sel kortikal sebelah luar. Sekitar 21 hari mereka berganti instar ke betina muda dengan bergerak lebih jauh ke dalam akar sehingga kepala dekat *pericycle*. Mereka menetap dengan memakan 8-10 sel berdinding tebal, dengan inti dan cairan sel yang besar. Reproduksi terjadi dengan pembiakan tanpa perkawinan, jantan tidaklah diperlukan, kedua-duanya wanita dan jantan juvenil-2 diproduksi oleh wanita yang tidak dibuahi (Nemaplex, 2004).

Menurut Budi dan Yadi (1995), larva stadium kedua akan bergerak aktif menuju akar. Biasanya larva akan tertarik oleh eksudat akar yang masih segar. Setelah menemukan sumber makanan yang cocok, larva tersebut berkembang dan berganti kulit sampai empat kali. Sedangkan alat reproduksi akan terbentuk pada saat pergantian kulit ketiga dan keempat. Setelah pergantian kulit yang keempat nematoda menjadi dewasa penuh.

Nematoda betina dewasa berukuran panjang 370-400 μm dengan perbandingan panjang tubuh dan lebar tubuh maksimum adalah 4,5 sedangkan panjang nematoda jantan 370 dengan perbandingan panjang dan lebar 40. Bagian ujung posterior nematoda betina menggelembung dengan ovarium tunggal dan melingkar serta vulvanya memiliki bibir sedangkan bagian depan atau anterior sempit, kepala tidak berlekuk baik jantan maupun betina (Siddiqi, 1974; Dropkin, 1991).

Posisi nematoda betina dewasa apabila menyerang tanaman adalah bagian anterior masuk ke dalam jaringan akar sedangkan bagian posterior berada di luar tubuh tanaman atau akar. Lehernya yang menyempit dan menggelembung tidak teratur karena pertumbuhannya dan merupakan sarana untuk menekan korteks akar. Bagian ujung ekor tertutup oleh lapisan gelatin dimana masa telur diletakkan dalam kantong gelatin yang seperti lendir tersebut (Siddiqi, 1974; Dropkin, 1991).



Gambar 1. Nematoda jeruk *Tylenchulus semipenetrans* (Sumber: Singh & Sitaramaiah, 1994).

2.3 Arti Penting *T. semipenetrans*

Nematoda *T. semipenetrans* merupakan nematoda parasit pada tanaman jeruk yang dapat menyebabkan gejala mati lambat (*slow decline*). Gejala serangan *T. semipenetrans* pada bagian tanaman jeruk ada dua yaitu gejala serangan pada akar dan gejala serangan di atas permukaan tanah. Gejala serangan pada akar menunjukkan bahwa nematoda *T. semipenetrans* tidak menyebabkan terbentuknya puru pada akar. Nematoda betina menghasilkan matrik gelatin untuk membungkus dan melindungi telur-telurnya dan biasanya matrik ini mengikat partikel tanah sehingga akar dapat terinfeksi, akibatnya diameter akar semakin besar. Gejala serangan di atas permukaan tanah akibat serangan nematoda jeruk ini, tanaman menunjukkan daun tanaman sedikit, menguning, sering menunjukkan

warna hijau abu-abu suram atau hijau kecoklatan. Daun-daun tumbuh lebih kecil dari yang tumbuh normal, tidak merata, tegak dan seperti mangkuk, buah berkurang dan lebih kecil dari yang normal serta pertumbuhan tunas baru sangat berkurang (Christie, 1959; Dropkin, 1991; Esser dan O'Bannon, 1985).

Serangan nematoda pada tanaman jeruk mengakibatkan pertumbuhan tanaman terhambat, tidak subur, daun berwarna kuning, buah kecil, rantingnya mati (*Dieback*) dan disebut sebagai gejala mati lambat (*Slow decline*). pada keadaan demikian ini biasanya populasi nematoda sangat tinggi yaitu dapat mencapai 100 ekor nematoda untuk setiap cm akar. Nematoda betina masuk ke dalam korteks akar membentuk ruang dan sekitar 6-10 sel di sekitar kepala nematoda membentuk apa yang disebut *nurse cells* (sel perawat/sel asuh) dan digunakan sebagai tempat makan nematoda karena pada sel tersebut nutrisi untuk makanan nematoda sangat berlimpah yang akan menjamin berlangsungnya pertumbuhan dan perkembangbiakan nematoda betina (Siddiqi, 1974; Dropkin, 1991; Esser dan O'Bannon, 1985). Akar jeruk yang terinfeksi oleh nematoda akan lebih mudah terinfeksi *Fusarium oxysporum* dan *F. solani* serta organisme yang lain, yang memiliki arti penting dalam menyebabkan kerusakan akhir akar tanaman (Whitehead, 1997).

Akibat serangan *T. semipenetrans* maka kehilangan hasil berkurang sampai mencapai 15-30 persen pada pertanaman jeruk di California (Brown dan Colbran, 1980). Kerusakan akar penyebab pertumbuhan tanaman merosot terjadi saat umur tanaman jeruk di atas 3-5 tahun, nematoda terjadi di dalam angka-angka yang sangat tinggi. Scotto la Massese di Perancis menaksir setiap 1000 nematoda per gram akar menghasilkan kerugian 5 persen. Produksi tanaman jeruk di Israel, berkurang pada tingkatan lebih besar atau setara 40.000 nematoda tiap 10 g akar (Nemaplex, 2004). Di India, keberadaan nematoda ini pertama kali dilaporkan pada tahun 1961 oleh Aligarh di Uttar Pradesh dari berbagai spesies tanaman jeruk. Nematoda ini menyerang tanaman jeruk di seluruh perkebunan jeruk di bagian utara dan selatan. Suatu fakta kuat bahwa infestasi nematoda di kebanyakan kebun buah-buahan menunjukkan angka signifikan dalam menyebabkan tanaman menderita kematian lambat. Secara normal, pohon tidak

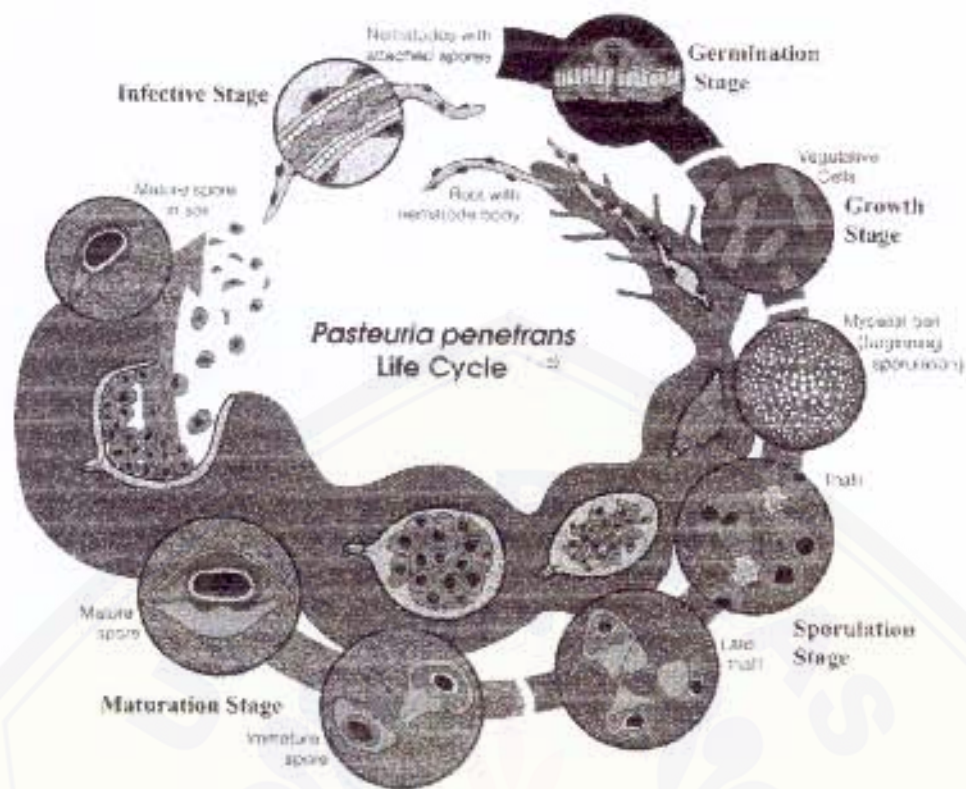
mati tetapi produktivitas mereka tahun demi tahun terus menurun dan akhirnya tidak ekonomis untuk memelihara pohon seperti itu (Singh dan Sitaramaiah, 1994).

2.4 Bakteri *Pasteuria penetrans*

Pasteuria penetrans adalah parasit obligat yang potensial sebagai agens hayati pengendali nematoda buncak akar (*Meloidogyne* spp.) dan beberapa spesies nematoda lainnya. Bakteri tersebut tersebar luas di berbagai daerah, bersifat sangat persisten, spora tahan kekeringan dan tahan terhadap input pertanian (Mustika, 2002).

Bacillus penetrans, yang dalam perkembangannya disebut *P. penetrans* merupakan suatu parasit yang telah dikenal selama bertahun-tahun dalam asosiasi dengan *Meloidogyne* spp. Sporangya kadang-kadang sangat banyak, melekat pada larva yang infeksiif dan menghasilkan buluh kecambah yang masuk menerobos ke dalam tubuh nematoda (Dropkin, 1991).

Menurut Pangesso dkk. (2000), bakteri *P. penetrans* bersifat parasit obligat. Spora masuk ke dalam tubuh nematoda dengan jalan membentuk buluh kecambah yang merupakan alat khusus spora bakteri *P. penetrans* untuk masuk ke dalam kutikula nematoda dan mengambil bahan makanan yang ada di dalam tubuh nematoda. Buluh kecambah mulai terbentuk sepuluh hari setelah inokulasi. Dalam tubuh nematoda dewasa betina, spora bakteri *P. penetrans* membentuk hifa vegetatif bercabang, bersekat, dan membentuk badan buah (sporangium). Sporangium yang telah matang pecah, sehingga spora yang berada dalam badan buah berhamburan keluar memenuhi tubuh nematoda dewasa betina. Kumpulan spora tersebut akan berkembang dalam tubuh nematoda betina dan akhirnya menjadi endospora tunggal. Ketika nematoda pecah, endospora tunggal yang berukuran 6 μm tersebut tersebar di dalam tanah. Spora bakteri *P. penetrans* bentuknya menyerupai mangkok atau bentuk parabola.



Gambar 2. Siklus hidup bakteri *P. penetrans* (Sumber: Pasteuria Bioscience, 2004)

Penelitian pengaruh temperatur terhadap perkembangan *P. penetrans* pada *M. arenaria* menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur (30°C dan 35°C) ternyata semakin pendek atau cepat perkembangan bakteri *P. penetrans* dibandingkan pada temperatur 21°C (Hats dan Dickson, 1992). Siklus kehidupan isolat Australia mengambil 85-100 hari pada temperatur 20°C, tetapi hanya 20-30 hari pada temperatur 30°C (Whitehead, 1997).

Endospora bakteri parasit *P. penetrans* secara luas didistribusikan di lahan pertanian di seluruh dunia. Bakteri ini mempunyai inang yang spesifik, oleh sebab itu dapat dengan sukses dibudidayakan secara *in vivo*, bakteri ini siap digunakan dilahan pertanian sebagai agen pengendali biologi (Brown dan Taylor, 1997).

2.5 Potensi Bakteri *Pasteuria penetrans*

Upaya mengurangi dampak negatif penggunaan nematisida untuk mengendalikan nematoda parasitik tumbuhan, bakteri *P. penetrans* tampaknya mempunyai potensi tinggi untuk dipergunakan sebagai agens pengendali hayati. Spora mampu bertahan di dalam tanah, tidak dapat dibunuh dengan nematisida. Tanah dapat menimbun cukup spora untuk memusnahkan sebagian besar nematoda (Dropkin, 1991; Stirling, 1984).

Bakteri ini tersebar di seluruh dunia, yang ditemukan memarasit 76 jenis nematoda, hampir semua diantara mereka parasit tumbuhan Sturhan (1985 dalam Whitehead 1997). Hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan oleh tim peneliti laboratorium Nematologi Fakultas Pertanian UGM, antara lain didapatkan isolat-isolat *P. penetrans* yang potensial untuk mengendalikan nematoda parasitik tanaman terpenting yaitu *Meloidogyne* spp. (Mulyadi dkk., 1995; Mulyadi dkk., 1996).

Keefektifan *P. penetrans* sebagai agens hayati tergantung pada kerapatan populasi bakteri tersebut di lapang. Dalam keadaan kerapatan populasi yang rendah *P. penetrans* tidak mampu mengatasi masalah yang ditimbulkan oleh *Meloidogyne* spp. (Marwoto dan Mustika, 1997). Berdasarkan hasil uji signifikansi yang dilakukan Marwoto dan Mustika (1997) diketahui bahwa kombinasi antara kadar air tanah dan jenis pupuk kandang memberi pengaruh yang berbeda nyata terhadap berat serangan *P. penetrans*. Kadar air tanah 60 persen yang dikombinasikan dengan semua jenis pupuk kandang secara nyata meningkatkan berat serangan *P. penetrans*. Kadar tanah yang lebih tinggi maupun lebih rendah dari 60 persen dan dikombinasikan dengan pupuk kandang ternyata memberi pengaruh yang kurang menguntungkan bagi keganasan serangan *P. penetrans*.

Bakteri *P. penetrans* bersifat obligat parasitik, sehingga belum dapat dikembangkan dalam medium buatan. Oleh karena itu penggunaan bakteri tersebut antara lain dengan : 1) akar yang mengandung spora bakteri dikeringkan dan dihancurkan, kemudian bubuk akar tersebut ditaburkan dalam tanah di daerah perakaran, dan 2) tanah yang mengandung spora bakteri dikeringkan, kemudian

digunakan untuk mengendalikan nematoda seperti halnya bubuk akar (Stirling, 1984). Untuk mempermudah aplikasi di lapang, dalam skala kecil bakteri *P. penetrans* telah diformulasikan ke dalam bentuk kapsul, pelet dan kompos. Dari hasil penelitian pada tanaman lada di Bangka, diperoleh bahwa penggunaan *P. penetrans* tersebut lebih efektif apabila dikombinasikan dengan kapur pertanian, atau bahan organik. *P. penetrans* yang dikemas dalam bentuk kapsul, lebih efektif daripada dalam bentuk pelet atau kompos (Mustika, 2002).

Ciancio (1995 dalam Brown dan Taylor 1997) menemukan *P. penetrans* yang tetap bertahan dalam tanah di suatu kebun buah buahan persik di Italy dan merupakan musuh utama dalam menghambat nematoda *Xiphinema diversicaudatum*. Bakteri *P. penetrans* mempunyai kemampuan mengendalikan nematoda secara berkelanjutan, populasi nematoda dapat dikendalikan pada pertanaman berikutnya walaupun tanpa perlakuan lagi.

Bakteri *P. penetrans* mampu menekan populasi *M. incognita* pada tanaman tembakau di Eropa. Pada tanaman kacang tanah mampu menekan populasi *M. arenaria* serta meningkatkan produksi sebesar 64 persen. Hasil penelitian pendahuluan di lapang terhadap tanaman lada menunjukkan bahwa *P. penetrans* mampu menekan populasi *R. similis* dan *M. incognita*, penyebab serangan penyakit kuning lada di daerah Bangka, serta dilaporkan dapat meningkatkan produksi sebesar 50 persen (Mustika, 2002).



III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan mulai akhir bulan Mei 2004 dan berakhir pada awal bulan November 2004. Pengambilan contoh akar dan tanah jeruk dilakukan pada perkebunan jeruk di 15 desa/kecamatan Kabupaten Jember yang dianggap dapat mewakili wilayah tengah, utara, selatan, timur dan wilayah barat.

Pengamatan sampel akar dilakukan di laboratorium Ilmu Hama Tumbuhan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: asam laktat, asam fuksin, *cotton blue*, kristal fenol, air suling, dan gliserol.

Alat yang digunakan antara lain adalah cangkul, skop, cetok, pisau, plastik, termos, lampu bunsen, gelas piala, cawan petri, jarum preparat, mikroskop, *objectglass*, *deglass*, kamera, peta, alat penghitung dan cawan hitung.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Pengambilan Sampel

Metode penelitian yang dilaksanakan adalah melakukan survei lokasi terlebih dahulu pada pertanaman jeruk yang terdapat di Kabupaten Jember. Bagian tanaman yang diambil adalah bagian akar dan sedikit tanah di sekitar perakaran.

Pengambilan contoh akar dan tanah pada pertanaman jeruk dilakukan di wilayah kabupaten Jember yang meliputi: wilayah tengah, barat, selatan, timur dan wilayah utara. Setiap wilayah diambil 3 desa yang kedudukannya kurang lebih diagonal, dan tiap desa diambil satu petak pertanaman jeruk. Pada petak pertanaman jeruk yang telah ditentukan tersebut, sampel akar dan tanah diambil dari 5 tanaman secara diagonal, dan dimasukkan dalam kantong plastik berbeda

yang sudah diberi tanda. Setiap kantong plastik berisi contoh akar dan tanah sebanyak kurang lebih 250 gram.

3.3.2 Isolasi Nematoda

Terdapat beberapa metode isolasi nematoda dimana satu dengan yang lainnya memiliki kelebihan dan kelemahan masing-masing. Metode yang digunakan biasanya disesuaikan dengan bahan-bahan yang ada dan yang paling efektif serta efisien pengerjaannya. Cara isolasi nematoda yang digunakan dalam penelitian ini adalah pemeriksaan secara langsung sampel akar yang telah dipotong kecil-kecil ($\pm 0,5$ cm) dengan menggunakan mikroskop. Pada masing-masing lokasi, setiap kantong sampel diambil 1 gram akar. Akar yang akan diamati dicat terlebih dahulu dengan menggunakan asam fuksin dan selanjutnya disimpan dalam botol film yang telah diberi laktofenol.

Cara pengecatan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Akar yang akan dihitung nematodanya dibersihkan dari kotoran berupa tanah atau bahan lainnya dengan menggunakan air mengalir
2. Akar ditimbang, masing-masing kantong sampel seberat 1 gram, dipotong kecil-kecil, kemudian dibungkus kain saring, diikat dengan benang sampai cukup panjang dan diberi label sesuai nama desa dan nomer sampel
3. Bungkus akar tersebut dimasukkan ke dalam larutan asam fuksin laktofenol 0,01 %, yang sedang mendidih selama 1-2 menit atau lebih (maksimal 4 menit) agar larutan stainy dapat masuk dalam akar
4. Bungkus akar kemudian diangkat dan dimasukkan dalam air bersih untuk beberapa saat
5. Bungkus akar kemudian dibuka dan dipindahkan ke dalam botol-botol film (wadah kecil) yang sudah ditetesi laktofenol murni. Wadah-wadah tersebut kemudian diberi label sesuai desa/kecamatan dan nomor sampel
6. Setelah disimpan kurang lebih 24 jam, barulah akar-akar tersebut dapat dihitung jumlah nematodanya (Sokarto, 2000).

Pengamatan nematoda dilakukan dengan memeriksa jaringan akar yang telah diwarnai di dalam air pada petridish. Jaringan akar dijepit dengan pinset dan digaruk-garuk menggunakan jarum preparat kecil untuk melepaskan kepala dan leher nematoda (Hooper, 1995), serta untuk membuka ikatan lapisan gelatin yang menyelimuti koloni nematoda. Pekerjaan ini harus dilakukan secara hati-hati untuk menghindari kerusakan tubuh nematoda. Pengcetakan akan membantu membedakan nematoda dengan jaringan tumbuhan. Suspensi kemudian diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 25 sampai 400 kali dengan bantuan transmisi cahaya.

3.3.3 Pengamatan

Pengamatan dilakukan terhadap akar-akar yang telah dipotong kecil-kecil dan telah diwarnai meliputi jumlah nematoda *T. semipenetrans* untuk setiap gram sampel akar beserta jumlah nematoda *T. semipenetrans* yang terinfeksi oleh bakteri *P. penetrans* sehingga akan diperoleh populasi nematoda setiap gram yang menunjukkan intensitas serangan nematoda pada pertanaman jeruk dari masing-masing lokasi serta asosiasinya dengan bakteri *P. penetrans*.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2002. *Peluang Usaha dan Pembudidayaan Jeruk Siam*. Penebar Swadaya. Jakarta. 34p
- Anonim. 2002. Kabupaten Jember dalam angka Tahun 2002. *Katalog BPS*. BPS & BAPPEDA Kabupaten Jember. Jember. 376p.
- Anonim. 2004. *Tylenchulus semipenetrans*. Available at <http://www.google.com/ucdncma.ucdavis.edu/imagemap/nemmap/Ent156.htm/nemas/Tylenchulus>. (diakses 22 Maret 2005)
- Budi, D. dan J. Yadi. 1993. Nematoda Jeruk Harus Diwaspadai Penyebarannya. *Kumpulan Kliping Jeruk I*. Pusat Informasi Pertanian Trubus. Jakarta. 211 (5): Kol.4.
- Brown, D.J.F. dan C.E. Taylor. 1997. *Nematode Vektor of Plant Viruses*. CAB International. UK. 278p.
- Brown, J.F. dan R.C. Colbran, 1980. *Examples of Disease Caused by Nematodes* Dalam J.F. Brown (Eds.). *A Course Manual in Plant Protection*. Australian In Vice Chancellor's Committee. Melbourne: p. 57-70.
- Chistie, J.E. 1959. *Plant Nematodes. Their Bionomics and Control*. Agriculture Experiment Stations. University of Florida. Gainesville, Florida. 256p.
- Cohn, E. dan L.W. Duncan. 1995. *Nematoda Parasitik Pada Sitrus*. Hal. 425-450 dalam Luc, Sikora Dan Brige. *Nematoda Parasitik Tumbuhan Di Pertanian Subtropik dan Tropik*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Dropkin, V.H. 1991. *Pengantar Nematologi Tumbuhan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 366p.
- Esser, R.P., R.N Inserra dan J.H. O'Bannon. 1988. Identification of *Tylenchulus* Species from Florida. *Nematology Circular no. 153*. Fla. Dept. Agric. & Conesummer Serv. Division of Plant Industry. Gainesville Florida. 4p.
- Esser, R.P. dan J.H. O'Bannon. 1985. Citrus Decline Caused by Nematodes in Florida. *Nematology Circular no. 114*. Fla. Dept. Agric. & Conesummer Serv. Division of Plant Industry. Gainesville Florida. 4p.

- Foth, H.D. 1998. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 782p
- Hats, B. dan D.W. Dickson. 1992. Effect of temperature on Attachment, Development and Interaction of *Pasteuria penetrans* on *Meloidogyne arenaria*. *Jour. of Nematology* 24: 512-521.
- Hooper, D.J. 1995. *Ekstraksi dan Pemrosesan Nematoda dari Tumbuhan dan Tanah*. Hal. 49-79 dalam Luc, Sikora dan Brige. *Nematoda Parasitik Tumbuhan Di Pertanian Subtropik dan Tropik*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Joesoef, M. 1989. *Pemuntun Berkebun Jeruk*. Bharatara. Jakarta. 78p
- Kompas, 2002. *Jeruk Impor Kuasai 80 persen Pasar Dalam Negeri*. Available at www.Citrus-indonesia.com. (diakses 18 Mei 2005)
- Luc, M., R.A. Sikora dan J. Bridge. 1995. *Nematoda parasitik Tumbuhan Di Pertanian Subtropik dan Tropik*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. 838p
- Marlina, 2000. Penularan Penyakit CVPD melalui *Diaphorina citri* KUW Stadia Imago dan Nymfa pada Jeruk Rough Lemon dan Siem. *Agrista vol (4) No. 2*: Hal. 204-207
- Marwoto, B. dan I. Mustika. 1997. Pengaruh Salinitas dan Kemasaman Tanah Terhadap Keganasan Serangan *Pasteuria penetrans* dan Perkembangan Populasi *Meloidogyne* spp. *Pros. Kongr. Nas. XIV dan semr. Ilm. PFI*, Palembang. Hal: 120-126.
- Marwoto, B. dan I. Mustika. 1997. Pengaruh Pupuk Kandang dan Kelembaban Tanah terhadap Patogenesis *Pasteuria penetrans* terhadap Inang Nematoda Bengkak Akar (*Meloidogyne* spp). *Pros. Kongr. Nas. XIV dan semr. Ilm. PFI*, Palembang. Hal: 190-196
- Mulyadi, B. Triman dan Bambang, R.T.P. 1995. Pengendalian Nematoda Parasitik Tanaman Secara Hayati Dengan Bakteri *Pasteuria penetrans*: Inventarisasi, Pembiakan Massal Dan Uji Patogenesis Isolat Bakteri. *Jur. Perlindungan Tanaman Indo Vol. 1 No. 1*. Jurusan HPT Fakultas Pertanian UGM, Hal: 3-7
- Mulyadi, B. Triman dan Bambang, R.T.P. 1996. Kajian Bioekologi *Pasteuria penetrans*. *Jur. Perlindungan Tanaman Indo. Vol. 2 No.1*. Jurusan HPT Fakultas Pertanian UGM Hal: 27-31.

- Mulyadi, B. Triman dan Bambang, R.T.P. 1996. Uji Patogenesitas Bakteri *Pasteuria penetrans* Terhadap Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.). *Jur. Perlindungan Tanaman Indo.* Vol.2 No.2. Jurusan HPT Fakultas Pertanian UGM. Hal: 33 – 37.
- Mustika, I. 2002. Pengendalian Hayati Penyakit Kuning pada Tanaman Lada dengan Menggunakan Bakteri *Pasteuria penetrans*. *Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri*. Vol. 8. No. 1: 2p.
- Nia, T dan A. Shalimar. 1993. *Budidaya Jeruk*. Pusat perpustakaan Pertanian Dan Komunikasi Penelitian. Bogor. 19p
- Nemaplex. 2004. *Tylenchulus semipenetrans*. Available at. <http://plpnewweb.ucdavis.edu/Nemaplex/Taxadata/G13951.HTM>. (diakses 22 Maret 2005)
- Panggeso, J., Mulyadi dan S. Subandiyah. 2000 Perkembangan Bakteri *Pasteuria penetrans* pada nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.). *Agrosains: 13* (3). Hal: 305-312
- Pikiran Rakyat, 2003. Bebaskan Jeruk dari CVPD. Available at. [www.yahoo.com/Jeruk di Indonesia](http://www.yahoo.com/Jeruk%20di%20Indonesia). (diakses 18 Mei 2005)
- Pracaya. 1998. *Jeruk Manis: Varietas, Budidaya, dan Pasca Panen*. Penebar Swadaya. Jakarta. 158p.
- Prasetyono, H. Dan Warnoto. 1997. *Teknik Ekstraksi dan Penghitungan Populasi Nematoda Parasit pada Contoh Tanah dan Akar*. Balai Proteksi Tanaman Perkebunan Jawa Timur. 12p.
- Singh, R.S. dan Sitaramaiah, K. 1994. *Plant Pathogens The Nematodes*. Science Publishers, Inc., United States of America. 319p
- Siddiqi, M.R. 1974. *Tylenchulus semipenetrans*. C.I.H. Description of Plant-parasitic Nematodes. Set 3 No. 5. Common. Inst. Of Helminthol. St Albans Herts England.
- Soekarto. 2000. *Petunjuk Praktikum Nematologi Tumbuhan*. Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember. Jember. 73p
- Soelarso, B. 1996. *Budidaya Jeruk Bebas Penyakit*. Kanisius. Yogyakarta. 97p
- Stirling, G.R. 1984. Biological Control of *Meloidogyne javanica* with *Bacillus penetrans*. *Phytopathology* 74: p55-60.

- Sutedjo, M.M., A.G. Kartasapetra, dan R.D.S. Sastroatmodjo. 1991. *Mikrobiologi Tanah*. Rineka Cipta. Jakarta. 447p
- Utami, G.P.S.. 2001. Kajian Histopatologi Serangan Nematoda *Pratylenchus coffeae* pada Tanaman Kopi, *Tylenchulus semipenetrans* pada Tanaman Jeruk dan *Meloidogyne* spp. pada Tanaman Tembakau. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Jember. 37 Hal.
- Whitehead, A.G. 1997. *Plant Nematode Control*. CAB International. UK. 384p.
- Wisnuwardana, W. 1995. *Pengendalian Nematoda Bengkak Akar dengan Pola Tanam*. BP. Hortikultura malang. 45p



Lampiran 1. Data Hasil Pengamatan Sampel Akar Jeruk

Wilayah	Desa/Kelurahan	Jumlah Nematoda Sampel ...					Total
		A	B	C	D	E	
Selatan	Bagoredjo	8	14	2	35	73	122
	Tembokrejo	2859	146	27334	6783	683	38241
	Mayangan	82	110	29	143	42	406
Utara	Sukogidri	1064	5	647	267	293	2276
	Sukoreno	851	1110	8242	12	256	10471
	Biting	18	2	32	137	32	221
Barat	Tanjungsari	4	5	0	16	3	28
	Tegalwangi	2	0	0	15	201	218
	Sumberagung	43	3	4	47	598	695
Tengah	Baratan	0	4	26	48	11	89
	Jumerto	0	28	36	0	57	121
	Gebang	1	0	0	0	0	1
Timur	Karangharjo	2	0	0	1	3	6
	Sempolan	11	1	606	14	937	1569
	Harjomulyo	5	0	0	0	0	5

Lampiran 2. Data kelembaban tanah rata-rata

WILAYAH	DESA/KELURAHAN	KELEMBABAN TANAH RATA-RATA (%)
SELATAN	BAGOREDJO	58,66
	TEMBOKREJO	58,07
	MAYANGAN	44
		53,57
UTARA	SUKOGIDRI	43,33
	SUKORENO	34,76
	BITING	18,57
		32,22
BARAT	TANJUNGSARI	28,46
	TEGALWANGI	39,52
	SUMBERAGUNG	60,71
		42,89
TENGAH	BARATAN	18,21
	JUMERTO	34,33
	GEBANG	38,85
		30,46
TIMUR	KARANGHARJO	18,66
	SEMPOLAN	23
	HARJOMULYO	34,02
		25,23

Keterangan: Perlakuan 1 gram sampel tanah pada suhu 105°C di dalam oven selama 4 jam.

Lampiran 3. Luas Wilayah (Km²) Kecamatan Menurut Jenis Tanah Tahun 2002

No	Kecamatan	Jenis Tanah					Jumlah	
		Alluvial	Gley	Regosol	Andosol	Mediteran		Latosol
1.	Kencong	25,7	37,6	6,87	-	-	-	70,17
2.	Gumuk Mas	36,55	25,67	19,47	-	-	1,27	87,96
3.	Puger	22,28	38,36	3,38	-	84,98	0	149
4.	Wuluhah	-	77,01	0,53	-	46,58	13,07	137,19
5.	Ambulu	-	49,83	1,43	-	-	53,3	104,56
6.	Tempurejo	59,64	1,81	1,93	-	-	461,08	524,46
7.	Silo	-	-	91,66	-	-	218,33	309,99
8.	Mayang	-	-	47,51	-	-	16,28	63,79
9.	Mumbulsari	-	-	-	-	-	95,13	95,13
10.	Jenggawah	-	-	-	-	-	51,02	51,02
11.	Ajung	-	-	-	-	-	56,61	56,61
12.	Rambipuji	1,81	-	-	-	-	50,99	52,8
13.	Balung	-	21,38	-	-	-	25,74	47,12
14.	Umbulsari	5,17	64,82	-	-	-	0,53	70,52
15.	Semboro	5,54	4,72	-	9,27	-	21,42	40,95
16.	Jombang	18,33	26,82	4,9	-	-	-	50,05
17.	Sumberbaru	11,03	23,92	2,25	-	-	129,17	166,37
18.	Tanggul	27,66	23,56	-	46,29	-	106,96	204,48
19.	Bangsalsari	40,62	6,34	-	45,61	-	82,72	175,29
20.	Panti	-	-	-	76,5	-	84,21	160,71
21.	Sukorambi	-	-	-	11,25	-	49,38	60,63
22.	Arjasa	-	-	4,12	1,24	-	38,39	43,75
23.	Pakusari	-	-	23,56	-	-	5,55	29,11
24.	Kalisat	-	-	53,49	-	-	-	53,49
25.	Ledokombo	-	-	146,92	-	-	-	146,92
26.	Sumberjambe	-	-	138,25	-	-	-	138,25
27.	Sukowono	-	-	44,04	-	-	-	44,04
28.	Jelbuk	-	-	5,11	15,06	-	44,89	65,06
29.	Kaliwates	-	-	-	-	-	24,94	24,94
30.	Sumbersari	-	-	0,75	-	-	36,3	37,05
31.	Patrang	-	-	-	-	-	37	37

Sumber Data : Kantor Pertanahan Kabupaten Jember (BPS, 2002)

Lampiran 4. Data Sampel Tanaman

Wilayah	Desa/Kelurahan	Topografi	Luas kebun (Ha)	Jumlah Tan. jeruk	Varietas	Umur (tahun)	Kecayaan Tanaman	Gejala	Kecayaan Tunah	Tanaman sekitar
Selatan	Bagorejo	Datar	$\pm 0,5$	± 200	Jeruk Siem	4	Berbuah	Ranting kering	Berumpul	Kedelai, kacang, jeruk
	Tembokrejo	Datar	$\pm 0,01$	10	Jeruk Siem	3,5	Berbuah	Daun sedikit, menguning	Bersib	Mungga, Rambutan
	Muyangan	Datar	$\pm 0,5$	± 450	Jeruk Siem	2	Berbuah	Tan normal	Bersib	Kedelai
Utara	Sukogadri	Berbukit	$\pm 0,4$	20	Jeruk Siem	3	Tak berbuah	Kerdil, ranting kering	Berumpul	Kacang koro, mindi, bambu
	Sukoreno	Berbukit	$\pm 0,5$	± 77	Jeruk Pecel	4	Berbuah	Ranting kering, menguning, layu	Berumpul	Pisang, rambutan, mungga
	Biting	Datar	$\pm 0,005$	7	Jeruk Pecel	± 1	Tak berbuah	Daun kecil, kerdil	Bersib	Cabe
Barat	Tunjungsari	Datar	$\pm 0,175$	± 100	Jeruk Siem	2,5	Berbuah	Normal	Bersib	Kedelai
	Tegalwangi	Datar	$\pm 0,087$	± 50	Jeruk Manis	3	Berbuah	Ranting kering, menguning	Berumpul	Jeruk, pepaya
	Sumbereagung	Datar	$\pm 0,25$	± 80	Jeruk Siem	2	Berbuah lebat	Normal	Berumpul	Padi
Tengah	Baratan	Berbukit	$\pm 0,4$	10	Jeruk Siem	4	Tak berbuah	Daun kecil, menguning, kerdil, ranting kering	Berumpul	Mangga, rambutan
	Jumeto Gebang	Terasring Datar	± 1 $\pm 0,01$	± 400 24	Jeruk Semboro Jeruk Siem	1 2	Tak berbuah Berbuah	Normal Normal	Bersib Bersib	Padi, pisang Padi
Timur	Karangharjo	Bergelombang	± 1	10	Jeruk Pecel	2	Tak berbuah	Ranting kering	Tanaman liar	Kebun kepala
	Sempolan	Bergelombang	$\pm 0,25$	± 50	Jeruk Siem	3	Tak berbuah	Ranting kering, menguning, layu, daun kecil	Berumpul, Bersib	Pisang, ketela pohon
	Harjonojyo	Datar	$\pm 0,075$	7	Jeruk Pecel	4	Tak berbuah	Daun kecil	Bersib	Rambutan