

**PENGARUH KECEPATAN PENETRASI NEMATODA
PURU AKAR (*Meloidogyne* spp.) TERHADAP PEMBENTUKAN
SINSITIA (*Giant Cell*) PADA BEBERAPA SAYURAN
TANAMAN INANG**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan Pendidikan
Strata Satu Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan
Fakultas Pertanian Universitas Jember



Oleh

ERWIN TARTISUYANI

NIM. 961510401034

Isi	Hadiah	Kelas
Penelitian		632.65
Tempa Tel:	11/6/01.	SUY
No. Induk :	10 225 943	P

**PROGRAM STUDI ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS JEMBER
TAHUN 2001**

Diterima Oleh:

Fakultas Pertanian Universitas Jember

Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

Dipertahankan pada:

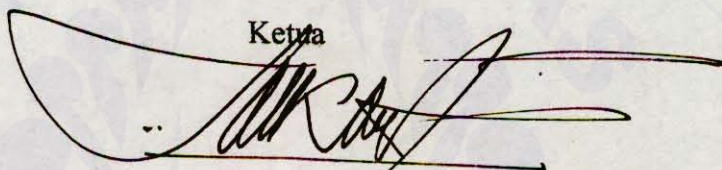
Hari : Senin

Tanggal : 30 April 2001

Tempat : Fakultas Pertanian Universitas
Jember

Tim Penguji

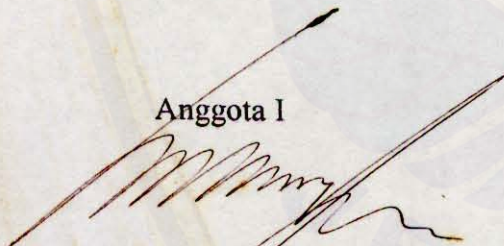
Ketua



(Ir. Soekarto, MS)

NIP. 131 125 972

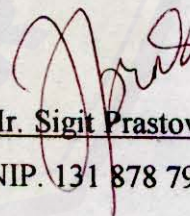
Anggota I



(Ir. Saifuddin Hasjim, MP)

NIP. 131 832 329

Anggota II



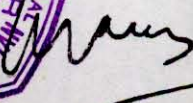
(Ir. Sigit Prastowo, MP)

NIP. 131 878 792



Mengesahkan

Dekan,



(Ir. Arie Mudjiharjati, MS)

NIP. 130 609 808

PEMBIMBING:

Ir. SOEKARTO, MS (DPU)

Ir. SAIFUDDIN HASJIM, MP (DPA)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga hasil penelitian yang berjudul "**Pengaruh Kecepatan Penetrasi Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne spp.*) terhadap Pembentukan Sinsitia (*Giant Cell*) pada Beberapa Sayuran Tanaman Inang**" dapat penulis laporkan dalam bentuk Karya Ilmiah Tertulis.

Karya Ilmiah Tertulis tersebut disusun untuk melengkapi persyaratan dalam menyelesaikan studi program Strata Satu (S1) pada Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Jember.

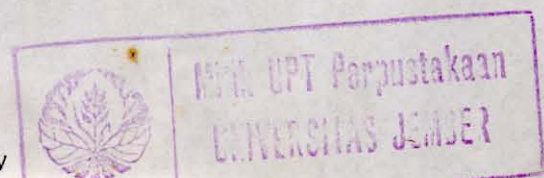
Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada.

1. Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
2. Ketua Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Jember.
3. Ir. Soekarto, MS, Ir. Saifuddin Hasjim, MP, dan Ir. Sigit Prastowo, MP selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, dorongan, dan koreksi sejak awal hingga selesainya penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini.
4. Ayahanda J. Sugijani dan Ibunda Sugiarti, dik Titis, Erma, Imas, Antik, dan saudara-saudaraku atas segala doa, dukungan moral, dan kasih sayangnya.
5. Rekan-rekan seperjuangan HPT '96 dan adik kost IIA yang telah banyak membantu.

Harapan penulis semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat dan menambah khasanah ilmu pengetahuan.

Jember, April 2001

Penulis



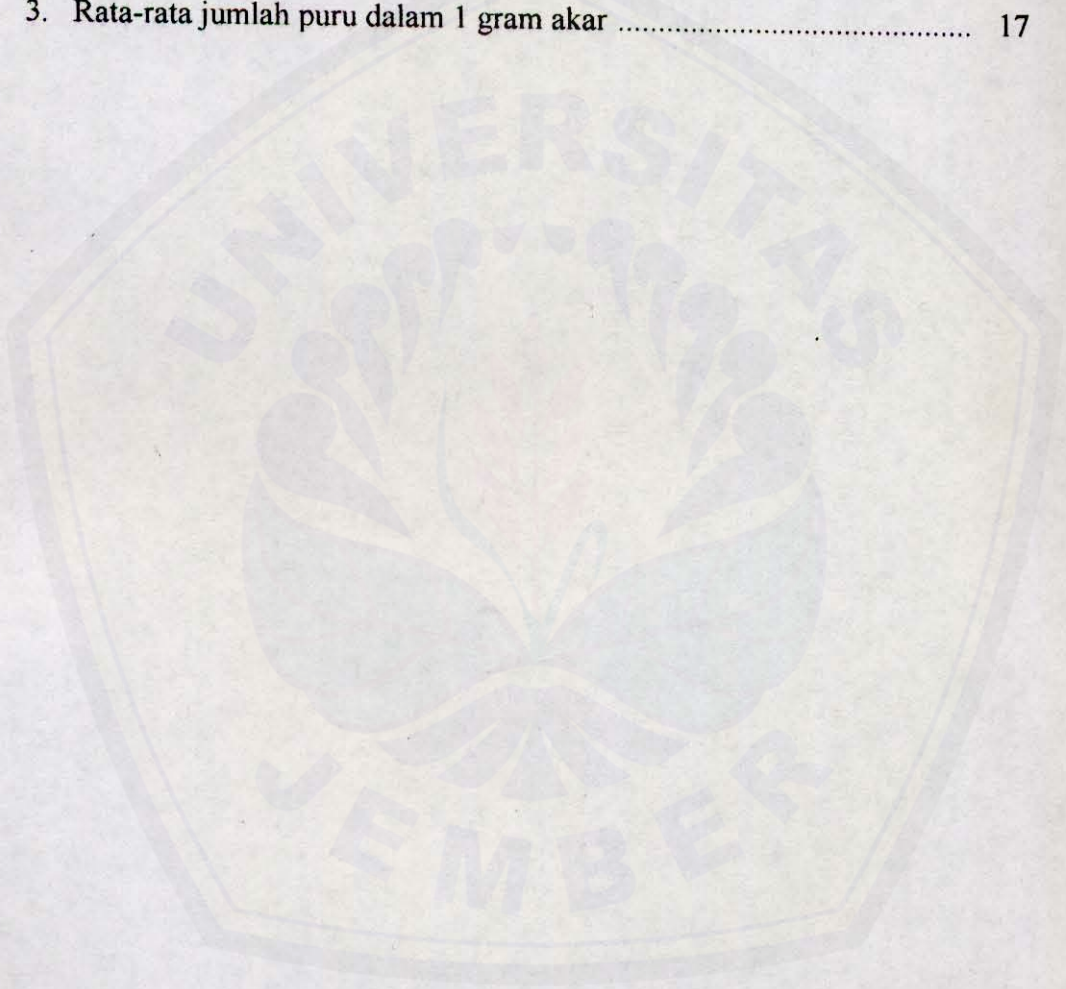
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR GRAFIK	ix
ABSTRAK	x
RINGKASAN	xi
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Hipotesis	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Arti Penting Nematoda Puru Akar (<i>Meloidogyne</i> spp.)	4
2.2 Biologi Nematoda Puru Akar (<i>Meloidogyne</i> spp.)	5
2.3 Gejala Serangan Nematoda Puru Akar (<i>Meloidogyne</i> spp.)	6
2.4 Reaksi Tanaman terhadap Serangan Nematoda Puru Akar	6
III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	9
3.1.1 Waktu Penelitian	9
3.1.2 Tempat Penelitian	9
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	9
3.2.1 Bahan Penelitian	9
3.2.2 Alat Penelitian	10
3.3 Pelaksanaan penelitian	10
3.3.1 Tahap Persiapan	10

3.3.2 Tahap Pelaksanaan	10
3.3.3 Tahap Pengamatan	11
3.3.3.1 Pengamatan Kecepatan Penetrasi	11
3.3.3.2 Pengamatan Histopatologi	11
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pengaruh Kecepatan Penetrasi <i>Meloidogyne</i> spp. terhadap Pembentukan Sinsitia (<i>Giant Cell</i>)	13
4.2 Pengaruh Penetrasi <i>Meloidogyne</i> spp. terhadap Kerusakan Jaringan	21
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	28
5.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Perkembangan stadia nematoda	16
2.	Rata-rata jumlah nematoda dalam 1 gram akar	17
3.	Rata-rata jumlah puru dalam 1 gram akar	17

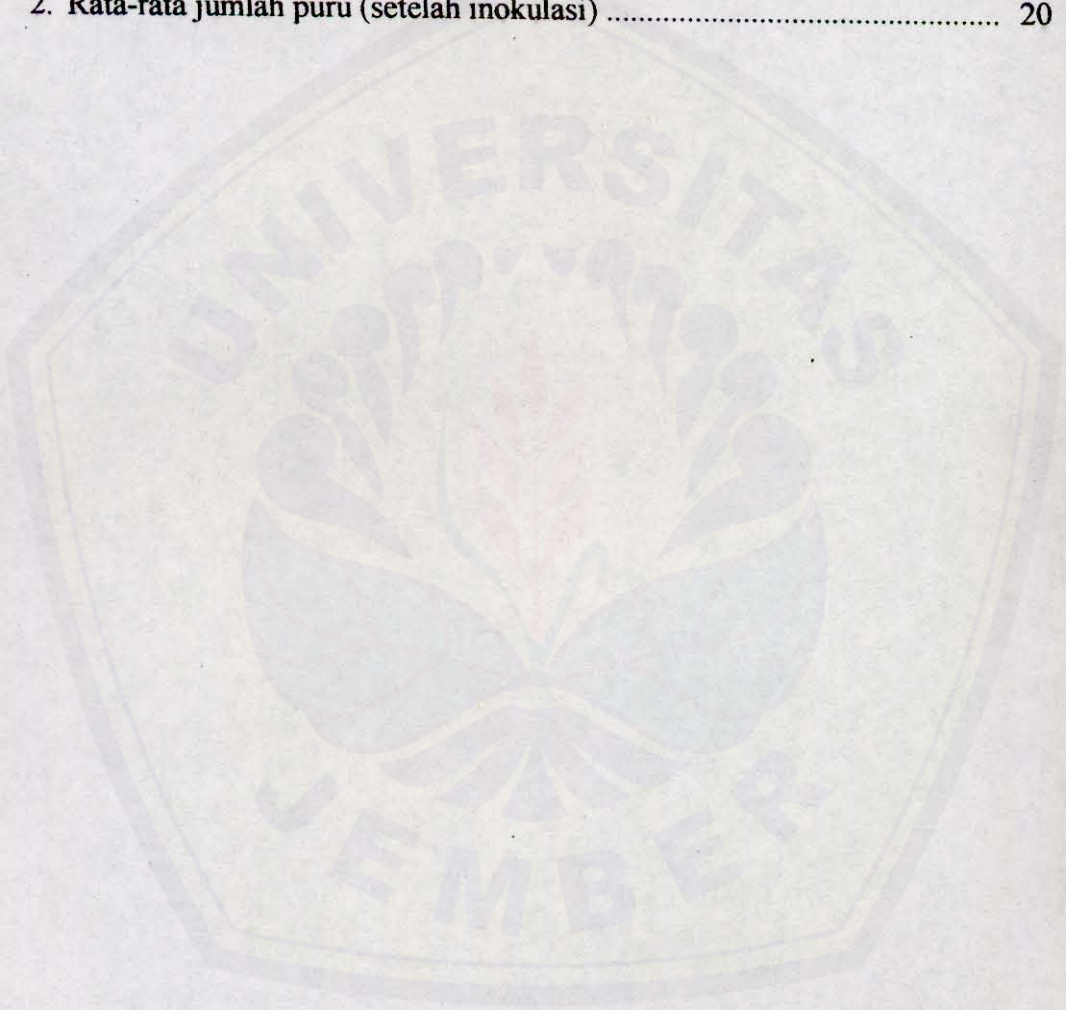


DAFTAR GAMBAR

Gambar	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Telur nematoda <i>Meloidogyne</i> spp. sebagai bahan inokulum	9
2.	Penetrasi <i>Meloidogyne</i> spp. stadia kedua pada tanaman kubis bunga 48 jam setelah inokulasi	15
3.	Penetrasi <i>Meloidogyne</i> spp. stadia kedua pada tanaman kacang panjang 96 jam setelah inokulasi	15
4.	Penetrasi <i>Meloidogyne</i> spp. stadia kedua pada tanaman cabai besar 144 jam setelah inokulasi	18
5.	Stadia nematoda	18
6.	Puru pada tanaman kubis bunga 10 hsi	21
7.	Irisan melintang tanaman kacang panjang (sehat) 16 hsi	22
8.	Irisan membujur tanaman kacang panjang (sehat) 16 hsi	23
9.	Irisan melintang tanaman kubis bunga (sakit) 20 hsi	23
10.	Irisan membujur tanaman kubis bunga (sakit) 20 hsi	24
11.	Irisan melintang tanaman kacang panjang (sakit) 24 hsi	25
12.	Irisan membujur tanaman kacang panjang (sakit) 24 hsi	25
13.	Irisan melintang tanaman cabai besar (sakit) 32 hsi	26
14.	Irisan membujur tanaman cabai besar (sakit) 32 hsi	27

DAFTAR GRAFIK

Grafik	<u>Teks</u>	Halaman
1. Rata-rata jumlah nematoda tiap 1 gram akar (setelah inokulasi)		14
2. Rata-rata jumlah puru (setelah inokulasi)		20



ABSTRAK

Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) merupakan jenis nematoda yang bersifat polifah, kosmopolitis, dan mempunyai kisaran inang yang sangat luas. Beberapa tanaman sayuran merupakan inang dari *Meloidogyne* spp. Kerusakan tanaman yang disebabkan oleh nematoda dimulai dengan masuknya nematoda ke dalam jaringan tanaman inang sehingga menyebabkan perubahan pada struktur jaringan tanaman. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui waktu terbentuknya puru dan sinsitia, serta perubahan jaringan tanaman akibat penetrasi nematoda. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium dan Rumah Kaca Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Universitas Jember mulai bulan Agustus 2000 sampai dengan Februari 2001. Penelitian diawali dengan pembibitan tanaman kubis bunga, kacang panjang, dan cabai besar pada media pasir, tanah, dan kompos steril dengan perbandingan 1:1:1 dan setelah berumur empat minggu dipindahkan dalam media pasir putih steril. Umur satu minggu setelah pemindahan kemudian diinokulasi dengan 125 telur nematoda/ml. Setiap ml ditambah dengan 9 ml air suling dan inokulasi dilakukan dengan menggunakan spuit. Pengamatan dilakukan dengan mengamati waktu penetrasi nematoda sampai terbentuknya puru dan pengamatan jaringan yang mengalami perubahan akibat penetrasi *Meloidogyne* spp. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembentukan puru terjadi pada 240 jam setelah inokulasi pada tanaman kubis bunga dan kacang panjang, sedangkan pada cabai besar belum terbentuk puru sampai akhir pengamatan. Sinsitia dapat terlihat dengan jelas pada tanaman kubis bunga 20 hsi, kacang panjang 24 hsi, dan cabai besar 32 hsi yang dibuktikan dengan adanya perubahan jaringan akar tanaman.

Kata kunci : Sayuran, *Meloidogyne* spp., Histopatologi.

RINGKASAN

Erwin Tarti Suyani, 961510401034, Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember, **(Pengaruh Kecepatan Penetrasi Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) terhadap Pembentukan Sinsitia (*Giant Cell*) pada Beberapa Sayuran Tanaman Inang)**. Dosen Pembimbing Utama (DPU) Ir. Soekarto, MS, Dosen Pembimbing Anggota (DPA I) Ir. Saifuddin Hasjim, MP, dan Dosen Pembimbing Anggota (DPA II) Ir Sigit Prastowo, MP.

Nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) merupakan jenis nematoda yang bersifat polifah, kosmopolitis, dan mempunyai kisaran inang yang sangat luas. Beberapa tanaman sayuran merupakan inang dari *Meloidogyne* spp.. Kerusakan tanaman akibat serangan *Meloidogyne* spp. dimulai dengan masuknya nematoda ke dalam jaringan akar tanaman, sehingga menyebabkan perubahan pada struktur jaringan akar tanaman. Perubahan tersebut dapat mengurangi kemampuan akar dalam mengeksplorasi tanah untuk menyerap unsur hara dan air, sehingga tanaman menjadi layu dan kerdil bahkan sampai menurunkan hasil produksinya.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium dan Rumah Kaca Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan mulai bulan Agustus 2000 sampai dengan Februari 2001. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui waktu terbentuknya puru dan sinsitia, serta perubahan jaringan tanaman akibat penetrasi nematoda.

Penelitian dilaksanakan dengan dua metode. Metode pertama menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan dan empat ulangan. Pengamatan dilakukan dengan waktu 0,25; 0,5; 0,75; 1; 2; 8; 16; 24; 48; 96; 144; 192; 240; 288; 336; dan 432 jam setelah inokulasi. Metode kedua menggunakan pengamatan mikroskopik untuk melihat perubahan jaringan akar akibat serangan nematoda. Pengamatan dilakukan setiap empat hari sekali sampai tanaman berumur 32 hari setelah inokulasi.

Penelitian diawali dengan pembibitan tanaman kubis bunga, kacang panjang, dan cabai besar pada media pasir, kompos, dan tanah steril dengan perbandingan 1:1:1 dan setelah berumur empat minggu dipindahkan dalam media

pasir putih steril. Umur satu minggu setelah pemindahan kemudian diinokulasi dengan 125 butir telur nematoda/ml. Setiap ml ditambah dengan 9 ml air suling.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembentukan puru terjadi 240 jam setelah inokulasi pada tanaman kubis bunga dan kacang panjang, sedangkan tanaman cabai besar belum terbentuk puru sampai akhir pengamatan. Perubahan jaringan akar tanaman terlihat 20 hsi pada tanaman kubis bunga, 24 hsi pada tanaman kacang panjang, dan 32 hsi pada tanaman cabai besar.

**Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian
Universitas Jember.**

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dewasa ini dunia pertanian berkembang dengan pesat termasuk pengetahuan tanaman sayuran juga mengalami kemajuan (AAK, 1999). Sayuran sebagai komponen yang sangat penting dari makanan sehari-hari dan merupakan tanaman budidaya yang mempunyai nilai tinggi untuk para petani kecil dan besar (Netscher dan Sikora, 1995). Menurut Ashari (1995) tanaman sayuran mengandung nilai gizi tinggi yang dibutuhkan oleh tubuh manusia dan gizi tersebut dapat meningkatkan daya cerna metabolisme serta menimbulkan daya tahan terhadap gangguan penyakit atau kelemahan jasmani lain.

Tanaman sayuran banyak mengandung vitamin dan mineral yang berfungsi sebagai pengatur dan pelindung jaringan tubuh serta sebagai sumber protein nabati (Sunaryono dan Rismunandar, 1990) selain itu juga bermanfaat bagi manusia antara lain sebagai pendapatan keluarga, pendapatan negara sedangkan bagi lingkungan ialah rasa estetika, konservasi genetik, dan penyangga kelestarian alam.

Jenis tanaman sayuran yang mempunyai nilai ekonomis tinggi sampai sekarang masih mendapat tempat di hati petani maju karena dengan melaksanakan usaha tani tersebut petani berharap memperoleh pendapatan yang lebih baik. Teknik bercocok tanam sayuran mulai dari persiapan tanam, pengolahan lahan, penanaman serta pemeliharaan dilakukan untuk menunjang terwujudnya produksi yang lebih baik dari segi kualitas dan kuantitasnya (AAK, 1999).

FAO (1985, dalam Netscher dan Sikora, 1995) melaporkan bahwa perkembangan produksi sayuran yang cepat di daerah tropik dengan kenaikan sebesar 18 persen antara tahun 1981 sampai dengan 1985. Kebutuhan sayuran bagi orang Indonesia per kapita per hari berdasarkan Workshop on Food tahun 1968 ialah 150 g/hari dan konsumsi rata-rata penduduk Asia termasuk Indonesia baru mencapai 100 g/hari, dengan demikian kebutuhan sayuran keluarga masih baru mencapai 66 persen (Ashari, 1995). Salah satu kendala dalam upaya

peningkatan produksi sayuran ialah adanya serangan hama, penyakit, dan gulma. Menurut Soekarto (1987) masalah hama menjadi semakin meningkat dengan semakin intensifnya pengolahan lahan-lahan pertanian.

Nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) merupakan salah satu penghambat keberhasilan produksi sayuran (Jain, dkk, 1986). Hadisoeganda (1984, dalam Sukanaya dan Sritamin, 1996) melaporkan bahwa di daerah beriklim sedang, *Meloidogyne* spp. menyebabkan kerugian sebesar 30 persen pada tanaman kacang-kacangan, 16 persen pada tanaman cabai, dan 26 persen pada tanaman kubis.

Kerusakan tanaman akibat serangan nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) dimulai dengan masuknya nematoda ke dalam jaringan akar tanaman. *Meloidogyne* spp. tertarik untuk menyerang akar tanaman atau merangsang dalam penetasan telurnya karena ada beberapa stimuli antara lain eksudat yang dikeluarkan oleh tanaman. Eksudat atau ekskresi tersebut berupa asam gibberalik, tyrosin, dan asam glutamin (Green, 1971 dalam Soekarto, 1989).

Perubahan dalam jaringan akar tanaman akan terjadi setelah nematoda stadia kedua melakukan penetrasi. Nematoda menembus dinding sel dengan menggunakan stiletnya, kemudian mengeluarkan kelenjar ludah dari ujung stiletnya (Linford, 1937 dalam Fassuliotis, 1979). Sekresi air ludah yang dihasilkan tersebut menyebabkan terjadinya hipertropi dan hiperplasia jaringan akar (Fassuliotis, 1979). Terbentuknya sel raksasa (*giant cell*) akibat terus larutnya dinding sel dan bersatunya seluruh isi sel (Bird, 1979) sehingga terjadilah proliferasi dan hipertropi sel-sel korteks yang menyebabkan pembengkakan atau puru (Sastrosuwignyo, 1992).

1.2 Tujuan Penelitian

- Untuk mengetahui waktu terbentuknya puru dan sinsitia pada tanaman inang.
- Untuk mengetahui perubahan jaringan akibat serangan nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) pada tanaman inang.

peningkatan produksi sayuran ialah adanya serangan hama, penyakit, dan gulma. Menurut Soekarto (1987) masalah hama menjadi semakin meningkat dengan semakin intensifnya pengolahan lahan-lahan pertanian.

Nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) merupakan salah satu penghambat keberhasilan produksi sayuran (Jain, dkk, 1986). Hadisoeganda (1984, dalam Sukanaya dan Sritamin, 1996) melaporkan bahwa di daerah beriklim sedang, *Meloidogyne* spp. menyebabkan kerugian sebesar 30 persen pada tanaman kacang-kacangan, 16 persen pada tanaman cabai, dan 26 persen pada tanaman kubis.

Kerusakan tanaman akibat serangan nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) dimulai dengan masuknya nematoda ke dalam jaringan akar tanaman. *Meloidogyne* spp. tertarik untuk menyerang akar tanaman atau merangsang dalam penetasan telurnya karena ada beberapa stimuli antara lain eksudat yang dikeluarkan oleh tanaman. Eksudat atau ekskresi tersebut berupa asam gibberalik, tyrosin, dan asam glutamin (Green, 1971 dalam Soekarto, 1989).

Perubahan dalam jaringan akar tanaman akan terjadi setelah nematoda stadia kedua melakukan penetrasi. Nematoda menembus dinding sel dengan menggunakan stiletnya, kemudian mengeluarkan kelenjar ludah dari ujung stiletnya (Linford, 1937 dalam Fassuliotis, 1979). Sekresi air ludah yang dihasilkan tersebut menyebabkan terjadinya hipertropi dan hiperplasia jaringan akar (Fassuliotis, 1979). Terbentuknya sel raksasa (*giant cell*) akibat terus larutnya dinding sel dan bersatunya seluruh isi sel (Bird, 1979) sehingga terjadilah proliferasi dan hipertropi sel-sel korteks yang menyebabkan pembengkakan atau puru (Sastrosuwignyo, 1992).

1.2 Tujuan Penelitian

- Untuk mengetahui waktu terbentuknya puru dan sinsitia pada tanaman inang.
- Untuk mengetahui perubahan jaringan akibat serangan nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) pada tanaman inang.

1.3 Manfaat penelitian

Hasil penelitian diharapkan bermanfaat sebagai bahan informasi mengenai pengaruh kecepatan penetrasi nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) terhadap pembentukan sinsitia pada beberapa sayuran tanaman inang, sehingga dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk mengembangkan dan menyempurnakan konsep Pengendalian Hama Terpadu.

1.4 Hipotesis

- Waktu terbentuknya puru dan sinsitia berbeda-beda pada tanaman inang.
- Terjadi perubahan jaringan akar tanaman akibat penetrasi *Meloidogyne* spp.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Arti Penting Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.)

Nematoda puru akar merupakan jenis nematoda yang sangat terkenal dan terdapat hampir di seluruh dunia, tetapi lebih banyak terdapat di daerah yang hangat sampai beriklim panas dan sedikit dingin. Nematoda lebih umum terdapat dalam tanah berpasir daripada tanah lempung berat dan mempunyai tanaman inang sebanyak 2000 spesies (Brown dan Colbran, 1980).

Di daerah beriklim subtropis dan mediteran, beberapa spesies *Meloidogyne* spp. mempunyai arti penting dan selalu berasosiasi dengan tanaman pertanian yaitu : *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. naasi*, *M. graminicola*, dan *M. artiella* (Lamberti, 1979). Menurut Sasser (1979) di daerah tropika *Meloidogyne* spp. mempunyai arti penting yaitu *M. incognita*, *M. javanica*, *M. hapla*, *M. arenaria*, dan *M. exiqua*.

Menurut Singh dan Sitaramaiah (1994) terdapat tiga spesies yang mempunyai arti penting yaitu *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*. Hadisoeganda (1984 dalam Sukanaya dan Sritamin, 1996) melaporkan bahwa taksiran kerugian yang disebabkan oleh nematoda *Meloidogyne* spp. di daerah beriklim sedang rata-rata 30 persen pada tanaman kacang-kacangan, 16 persen pada tanaman cabai, dan 26 persen pada tanaman kubis. Kerugian akibat serangan nematoda bervariasi tergantung dari jenis tanaman yang diserang, spesies nematoda, dan kondisi lingkungan. Bila tanaman rentan yang masih muda terserang akan mengakibatkan tanaman mati, tetapi bila tanaman dewasa terserang maka pengaruhnya sangat kecil terhadap hasil.

Meloidogyne spp. memiliki banyak spesies, bersifat polifah, kosmopolitis, daya adaptasi yang tinggi, dan mempunyai kisaran inang yang luas. Beberapa jenis tanaman yang merupakan inang antara lain golongan leguminosae, graminae, dan solanaceae (Supratoyo, 1976 dalam Ismayani, 1993).

2.2 Biologi Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.)

Nematoda mengalami empat fase pergantian kulit. Pergantian kulit pertama terjadi di dalam telur, dan pergantian kulit yang lainnya terjadi di dalam jaringan tumbuhan. Nematoda betina dewasa terjadi antara 15-16 hari setelah inokulasi ke dalam akar tanaman inang tetapi massa telur yang pertama timbul antara 17-21 hari setelah inokulasi (Supratoyo, 1982 dalam Ismayani, 1993).

Lamanya siklus hidup dari telur sampai dewasa berlangsung tiga minggu sampai beberapa bulan, tergantung dari keadaan lingkungan dan tumbuhan inangnya (Sastrahidayat, 1990). Nematoda betina selalu berada dalam puru dan menyimpan telur-telurnya dalam puru atau di luar akar (Fassuliotis, 1979). Sastrahidayat (1990) menyatakan bahwa kebanyakan *Meloidogyne* spp. berkembangbiak secara partenogenetik sehingga reproduksi tanpa adanya nematoda jantan dapat berjalan dengan baik dan normal.

Meloidogyne spp. betina dewasa berbentuk seperti botol dan yang jantan dewasa berbentuk silindris dan panjang (Dropkin, 1992; Brown dan Colbran, 1980). Nematoda betina bersifat endoparasit menetap yang mempunyai leher pendek dan tanpa ekor, panjang 0,5 mm dan lebar 0,3-0,4 mm dengan daerah bibir kecil yang mempunyai tiga anulus. Stilet lemah dengan panjang 12-15 μ m melengkung kearah dorsal serta mempunyai pangkal knop yang jelas dan esopagus dengan metakorpus bulat. Nematoda jantan bergerak lambat di dalam tanah dengan panjang yang bervariasi maksimum 2 mm, kepala berlekuk, panjang stilet hampir dua kali panjang stilet nematoda betina dan ekornya pendek membulat (Dropkin, 1992).

Nematoda betina terus menghasilkan telur selama hidupnya dan mencapai jumlah 1000 telur atau lebih. (Dropkin, 1992; Singh dan Sitaramaiah, 1994). Telur diletakkan dalam masa telur atau kantung telur dalam matrik gelatinus (Singh dan Sitaramaiah, 1994) yang digunakan untuk melindungi telur dari kekeringan dan jasad renik (Dropkin, 1992).

2.3 Gejala Serangan Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.)

Serangan nematoda pada sistem perakaran adalah sabotase terhadap air dan zat-zat makanan yang harus dikirim ke pusat-pusat pengolahannya. Akibatnya pembentukan zat-zat organik seperti karbohidrat, protein, dan lain-lainnya sangat berkurang dan berkurang pula pengiriman ke tempat-tempat yang membutuhkan. Secara keseluruhan tanaman menjadi lemah, pucat, dan produksi menurun (Suhardi, 1980, dalam Soekarto, 1987).

Menurut Netscher dan Sikora (1995) timbulnya puru pada sistem akar merupakan gejala awal yang berasosiasi dengan infeksi *Meloidogyne* spp. Pada puru terdapat pembengkakan pada silinder pusatnya dan terjadi perubahan bentuk pada unsur jaringan pengangkutan. Infeksi berat menyebabkan sistem akar yang normal berkurang sehingga jaringan pengangkutan mengalami disorganisasi total, yang menyebabkan fungsi akar terhambat dalam menyerap dan menyalurkan air maupun unsur hara yang akhirnya tanaman menjadi layu dan kerdil.

Gejala lain yang ditimbulkan oleh serangan nematoda puru akar yaitu tanaman kelihatan kerdil, daun berwarna kekuningan, tanaman mengalami kelayuan terutama pada siang hari, dan terbentuklah puru pada sistem perakaran sehingga akar tanaman tidak berfungsi secara normal serta dapat memperlemah tanaman (Sukanaya dan Sritamin, 1996), selain itu juga terjadi penurunan pembentukan bunga dan buah (Singh dan Sitaramaiah, 1994).

Hadisoeganda (1995) melaporkan bahwa pertumbuhan pucuk akar yang terganggu oleh infeksi nematoda puru akar menyebabkan kerusakan yang lebih berat. Sistem perakaran lebih pendek, cabang, ranting, dan rambut akarnya lebih sedikit. Pertumbuhan akar yang tidak normal tersebut mengakibatkan menciutnya permukaan akar, dan mengurangi kemampuan akar dalam mengeksplorasi tanah untuk menyerap hara dan air.

2.4 Reaksi Tanaman terhadap Serangan Nematoda Puru Akar

Telur nematoda *Meloidogyne* spp. yang menetas akan menjadi larva stadia kedua yang infeksi. Larva ini kemudian bergerak menuju ke akar dan berkumpul di ujung akar, sehingga dapat menimbulkan luka-luka ringan pada daerah tersebut

yang pada akhirnya nematoda-nematoda tersebut masuk ke dalam akar (Williams, 1972 dalam Soekarto, 1987).

Supratoyo (1976 dalam Ismayani, 1993) menyatakan bahwa biasanya larva tahap dua masuk ke dalam akar tanaman inangnya dekat pada ujung akar karena (1) daerah tersebut terdapat eksudat akar yang terbanyak sehingga dapat menyebabkan larva tertarik untuk bergerak ke bagian tersebut, (2) dekat ujung akar masih tipis dan lunak serta intisel jaringan bagian akar tersebut sangat baik untuk makanannya sebelum mencari sel jaringan pembuluh inang yang letaknya lebih dalam.

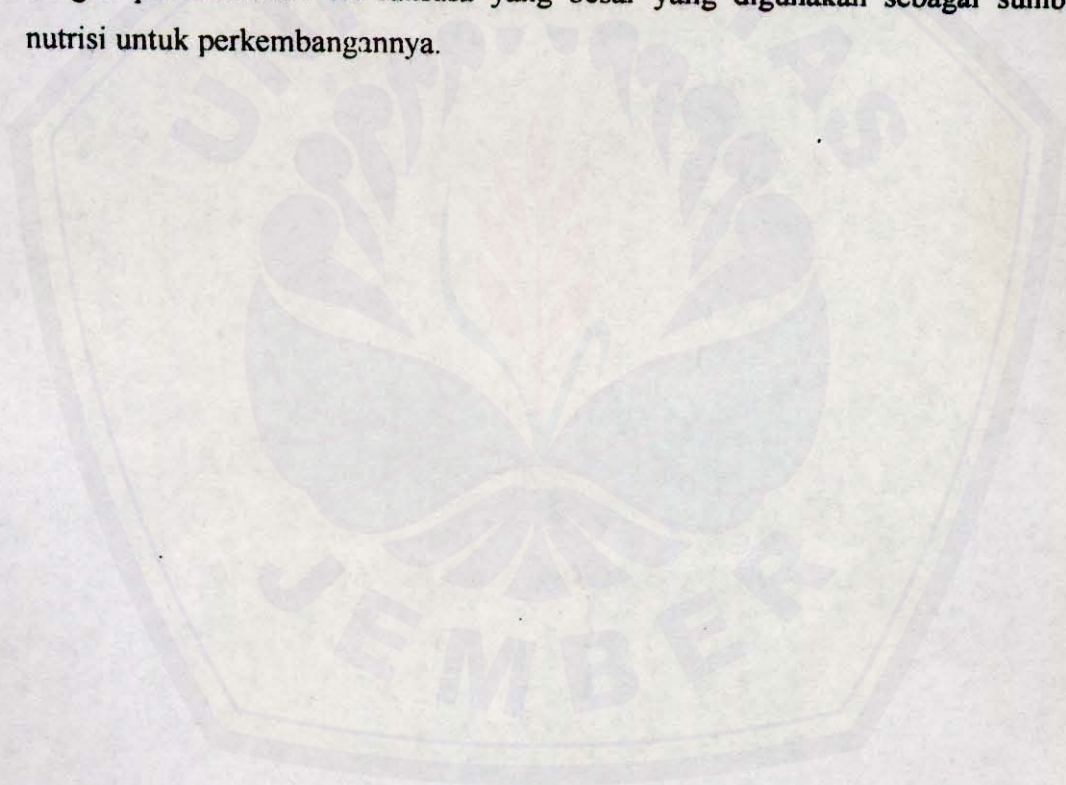
Menurut Sastrahidayat (1990) nematoda yang masuk ke dalam jaringan akar tanaman akan mengeluarkan enzim yang dapat menguraikan dinding sel tumbuhan terutama terdiri dari protein; polisakarida seperti pektin, selulosa, dan hemiselulosa; serta pati; sukrose; dan glikosida menjadi bahan-bahan yang lain. *Meloidogyne* spp. mengeluarkan enzim selulase yang dapat menghidrolisa selulose, enzim endopektin methyl trans-eliminase yang dapat menguraikan pektin. Dengan terurainya bahan-bahan penyusun dinding sel ini maka dinding sel akan rusak dan terjadilah luka. Pergerakan nematoda diantara sel-sel atau menembus sel-sel menuju jaringan sel yang terdapat cukup cairan makanan, kemudian menetap dan berkembangbiak. Nematoda tersebut masih mengeluarkan enzim proteolitik dengan melepaskan IAA (*Indole Acetic Acid*) yang merupakan heteroauksin triptopan yang diduga membantu terbentuknya puru.

Nematoda stadia kedua masuk kedalam akar (Singh dan Sitaramaiah, 1994) dan dengan stiletnya nematoda menembus dinding sel kemudian mengeluarkan kelenjar ludah dari ujung stiletnya (Linford, 1937 dalam Fassuliotis, 1979). Sekresi air ludah yang dihasilkan tersebut menyebabkan terjadinya hipertropi dan hiperplasia dari jaringan akar (Fassuliotis, 1979).

Sel raksasa (*giant cell*) terbentuk akibat terus larutnya dinding sel dan bersatunya seluruh isi sel. Nematoda yang makan jaringan tanaman akhirnya menyebabkan sel berinti banyak, dinding sel diantara sel-sel yang membesar dan sel yang berbatasan hancur, protoplas bercampur sehingga terbentuklah sel

raksasa (Bird, 1979). Adanya proliferasi dan hipertropi sel-sel korteks menyebabkan terjadinya pembengkakan atau puru (Sastrosuwignyo, 1992).

Besar kecilnya puru yang terbentuk bervariasi tergantung pada spesies tanaman, spesies nematoda, jumlah nematoda yang masuk, bergabung tidaknya puru yang satu dengan yang lainnya, dan keadaan lingkungan (Watkins, 1981 dalam Soekarto, 1987). Dropkin (1976 dalam Soekarto, 1989) mengatakan bahwa besar kecilnya sel raksasa mempengaruhi besar kecilnya nematoda jantan dan nematoda betina. Perkembangan jantan berhubungan dengan pembentukan sel raksasa yang kecil, sedangkan perkembangan nematoda betina berhubungan dengan pembentukan sel raksasa yang besar yang digunakan sebagai sumber nutrisi untuk perkembangannya.



III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama tujuh bulan berlangsung mulai bulan Agustus 2000 sampai dengan Februari 2001.

3.1.2 Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium dan Rumah Kaca Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Jember.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

Telur nematoda *Meloidogyne* spp. sebagai inokulum yang diambil dari tanaman kubis (Gambar 1); tanaman uji yaitu kubis bunga, kacang panjang, dan cabai besar; *laktofenol*; *cotton blue*; air suling; bayclean; larutan fiksatif (FAA); *safranin*; *fast green*; alkohol 30%, 50%, 70%, 95%, dan 100%; xilol; formalin 4%; perekat entelan; perekat meyer; dan parafin.



Gambar 1. Telur Nematoda *Meloidogyne* spp. sebagai Inokulum.

3.2.2 Alat Penelitian

Botol film; spuit; petridis; gelas piala; kaca benda; kaca penutup; api bunsen; pipet; pinset; silet; mikrotom; dan mikroskop.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan dua metode. Metode pertama menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan dan empat ulangan. Pengamatan dilakukan setelah dua hari inokulasi (hsi) telur. Menurut Soekarto (1987) telur akan menetas setelah dua hari dan terbentuklah larva. Pengamatan dilakukan dengan waktu 0,25; 0,5; 0,75; 1; 2; 8; 16; 24; 48; 96; 144; 192; 240; 288; 336; 384; dan 432 jam setelah inokulasi. Metode kedua menggunakan pengamatan mikroskopik untuk melihat perubahan jaringan akar akibat serangan *Meloidogyne* spp. Pengamatan dilakukan 4 hari setelah inokulasi telur (hsi), 8 hsi, 12 hsi, 16 hsi, 20 hsi, 24 hsi, 28 hsi, dan 32 hsi.

3.3.1 Tahap Persiapan

- a. Menanam tanaman uji dalam timba plastik berisi tanah, pasir, dan kompos steril dengan perbandingan 1:1:1, setelah berumur empat minggu dicabut untuk dipindahkan ke dalam media pasir putih steril serta melakukan pemupukan NPK sampai tanaman berumur satu minggu.
- b. Mempersiapkan telur sebagai inokulum, dengan mengambil akar tanaman kubis yang terserang *Meloidogyne* spp. kemudian merontokkan dengan bayclean.

3.3.2 Tahap Pelaksanaan

- a. Menginokulasikan telur *Meloidogyne* spp. pada tanaman uji seminggu setelah dipindahkan ke media pasir putih steril yaitu 125 telur/ml dengan menggunakan spuit dan setiap 1 ml suspensi ditambahkan 9 ml air agar inokulasi dapat merata di sekeliling tanaman.
- b. Melakukan penyiraman setiap hari sampai akhir pengamatan.

3.3.3 Tahap Pengamatan

3.3.3.1 Pengamatan Kecepatan Penetrasi

- a. Mencabut tanaman uji kemudian membersihkan akar-akar tersebut dengan air mengalir.
- b. Memotong akar-akar dengan menggunakan silet, kemudian membungkusnya dengan kain dan melakukan pengecatan.
- c. Mengikat bungkus dengan benang panjang kemudian memasukkan ke dalam campuran *laktofenol-cotton blue* mendidih selama 3-4 menit.
- d. Mengangkat bungkus tersebut kemudian memasukkan ke dalam air dingin selama beberapa detik.
- e. Membuka bungkus dan memasukkan ke dalam botol-botol film yang berisi *laktofenol* murni yang kemudian menyimpannya selama kurang lebih 24 jam.
- f. Melakukan pengamatan sesuai dengan waktu pengamatan yaitu:
 - jumlah nematoda
 - jumlah puru
 - stadia nematoda

3.3.3.2 Pengamatan Histopatologi (Budiono, 1992)

1. Penanaman Sampel Akar dalam Balok Parafin

- a. Memotong dan memasukkan akar dalam FAA mendidih dan membiarkan sampai minimal 24 jam.
- b. Mencuci dengan alkohol 50%.
- c. Dehidrasi dalam alkohol 70%, 95%, dan 100% masing-masing selama 1 jam.
- d. Memasukkan dalam larutan alkohol-xilol dengan perbandingan 1:3, 1:1, dan 3:1 masing-masing selama 1 jam.
- e. Memasukkan dalam xilol murni sebanyak dua kali masing-masing selama 1 jam.
- f. Memasukkan dalam xilol-parafin dengan perbandingan 3:1, 1:1, dan 1:3 di atas pemanas masing-masing selama 10 menit.

- g. Memasukkan dalam parafin murni sebanyak dua kali masing-masing selama 1 jam di atas pemanas.
- h. Menuangkan parafin cair ke dalam cetakan karton dan memasukkan akar ke dalamnya.

2. Pengirisan Balok Parafin

- a. Membiarkan balok parafin mengeras.
- b. Melakukan pengirisan dengan menggunakan mikrotom, dengan ketebalan 0,6 μm .

3. Peletakan Pita Parafin pada Kaca Benda

- a. Mengolesi kaca benda dengan perekat meyer (campuran albumin-gliserin) dan menunggu sampai kering.
- b. Meneteskan formalin 4%, kemudian meletakkan pita parafin di atasnya dan memanaskan di atas api bunsen sehingga pita parafin terentang.
- c. Mengeringkan kelebihan formalin dengan cara memiringkan kaca benda.
- d. Memasukkan kedalam larutan xilol murni sampai parafin larut selama 24 jam.

4. Pewarnaan

- a. Dehidratasi dengan alkohol 100%, 95%, 70%, 50%, dan 30% masing-masing selama 1-2 menit.
- b. Mewarnai dengan *safranin* selama 12-24 jam.
- c. Dehidrasi dengan alkohol 30%, 50%, 70%, dan 95% masing-masing selama 1-2 menit.
- d. Mewarnai dengan *fast green* selama 30 detik.
- e. Memasukkan dalam alkohol 95% dan 100% masing-masing selama 1-2 menit.
- f. Memasukkan dalam larutan xilol selama 1-2 menit.
- g. Memasukkan dalam xilol murni selama 1-2 menit.
- h. Menutup dengan kaca penutup dan merekatkan dengan perekat entelan.
- i. Melakukan pengamatan secara mikroskopik.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Nematoda mampu masuk ke dalam jaringan akar tanaman 48 jam setelah inokulasi pada tanaman kubis bunga, 96 jam setelah inokulasi pada tanaman kacang panjang, dan 144 jam setelah inokulasi pada tanaman cabai besar.
2. Puru terbentuk 240 jam setelah inokulasi pada tanaman kubis bunga dan kacang panjang, sedangkan tanaman cabai besar belum terbentuk puru sampai akhir pengamatan.
3. Perubahan jaringan akar tanaman terlihat pada tanaman kubis bunga 20 hsi, kacang panjang 24 hsi, dan cabai besar 32 hsi yang ditandai dengan terjadinya perubahan pada sel dengan terbentuknya sinitia atau sel raksasa.

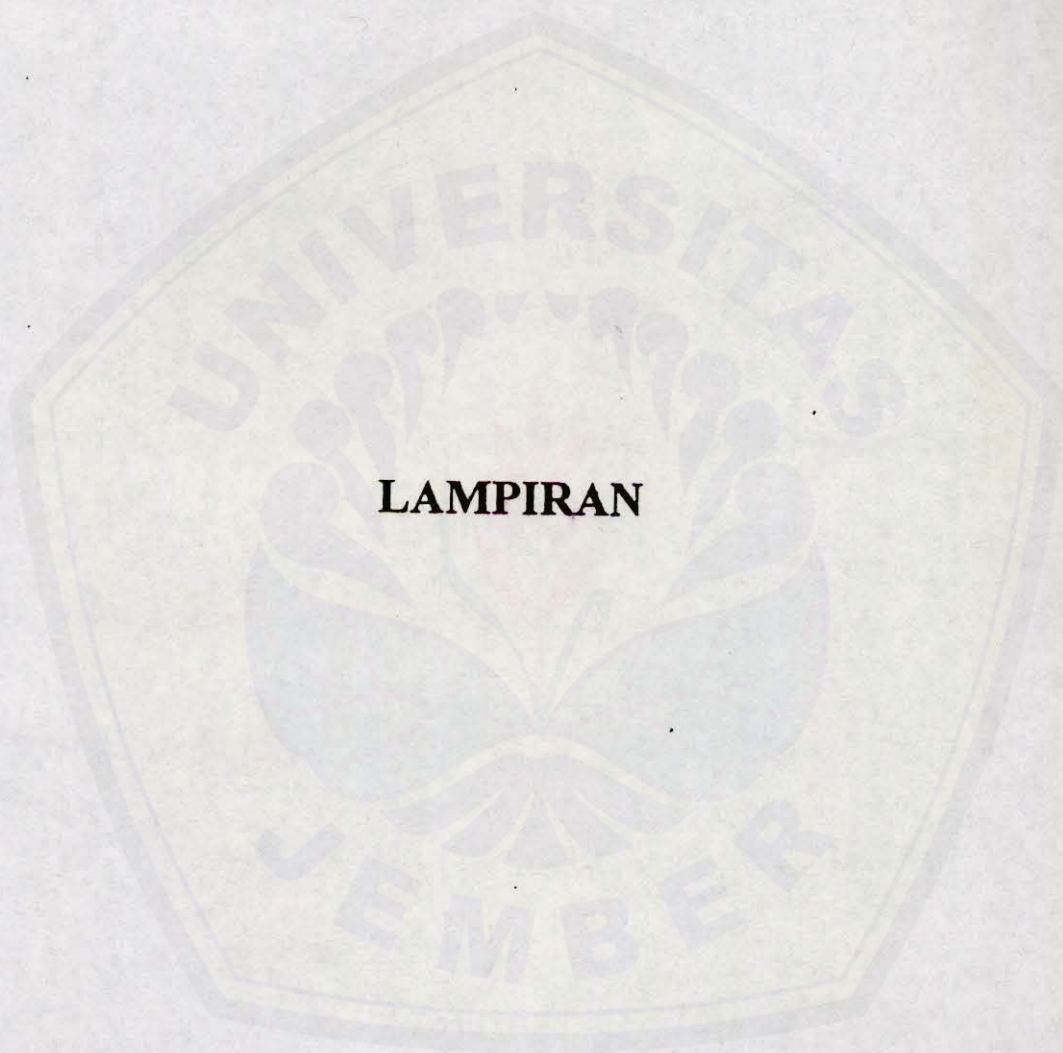
5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh kecepatan penetrasi dan histopatologi pada tanaman inang yang lain untuk menambah informasi yang lengkap dan jelas.

DAFTAR PUSTAKA

- AAK, 1999. **Petunjuk Praktis Bertanam Sayuran**. Kanisius. Yogyakarta. 69 p.
- Amin, M.A. 1992. **Pengaruh Bengkak Akar (Gall) terhadap Perkembangan Jaringan Pengangkut Akar Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.)**. Universitas Syiah Kuala Darussalam Banda Aceh. 24 p.
- Ashari, S. 1995. **Hortikultura Aspek Budidaya**. Universitas Indonesia (UI-PRESS). Jakarta. 485 p.
- Brown, J.F dan R.C. Colbran. 1980. Examples of Diseases Caused By Nematodes. Dalam **A Course Manual in Plant Protection**. Australian Vice-Chancellor Committee. Melbourne. p. 57-61.
- Bird, A.F. 1979. Histopathology and Physiology of Syncytia. Dalam Lamberti, F and C.E. Taylor (Ed.). **Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* spesies) Systematics, Biology, and Control**. Academic Press. London. p. 155-171.
- Budiono, D. 1992. **Pembuatan Preparat Mikroskopik (Teori dan Praktek)**. Surabaya: IKIP Surabaya. p. 80-82.
- Dropkin, V.H. 1992. **Pengantar Nematologi Tumbuhan**. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 366 p.
- Fassuliotis, G. 1979. Plant Breeding For Root-Knot Nematode Resistance. Dalam Lamberti, F and C.E. Taylor (Ed.). **Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* spesies) Systematics, Biology, and Control**. Academic Press. London. p. 425-453.
- Hadisoeganda, A.W.W. 1995. **Hubungan Antara Densitas Populasi Awal *Meloidogyne javanica* Ras 1 dan Hasil Tanaman Kubis**. J. Hort. Vol. 5 No. 4. Balai Penelitian Tanaman Sayuran Lembang. p. 55-60.
- Ismayani, L. 1993. **Pengaruh Pergiliran Tanaman terhadap Serangan Nematoda Puru Akar *Meloidogyne* spp. pada Tanaman Lombok (*Capsicum annuum* L.)**. Fakultas Pertanian Jember. 30 p.
- Jain, R.K, I.J. Paruthi, G.C. Gupta and B.S. Dhanker. 1986. Appraisal of Losses Due to Root-Knot Nematode, *Meloidogyne javanica* in Okra Under Field Conditions. **Tropical Pest Management**. Vol. 32 No. 4. Department of nematology. Haryana Agricultura University. Hissar-125 004. India. p. 341-342.

- Jensen, H.J. 1972. Nematode Pests of Vegetable and Related Crop. Dalam Webster, J.M (Ed.). **Economic Nematology**. Academic Press. London. p. 377-407.
- Lamberti, F. 1979. Economic importance of *Meloidogyne* spp. in subtropis ang medeteran climate. Dalam Lamberti, F anf C.E Taylor (Ed.). **Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* spesies) Systematic, Biology and Control**. Academic Press. London. p. 341-357.
- Netscher, C and R.A. Sikora. 1995. Nematoda Parasitik pada Sayuran. Dalam Luc, M., Sikora, R.A. and J. Bridge (Ed.). **Nematoda Parasitik Tumbuhan di Pertanian Subtropik dan Tropik**. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. p. 310-315.
- Sasser, J.N. 1979. Economic impotence of *Meloidogyne* in tropical countris. Dalam Lamberti, F and C.E Taylor (Ed.). **Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* spesies) Systematic, Biology and Control**. Academic Press. London. p. 359-374.
- Sastrahidayat, I.R. 1990. **Ilmu Penyakit Tumbuhan**. Usaha Nasional Surabaya-Indonesia. 365 p.
- Sastroswignyo, S. 1992. **Nematologi Tumbuhan**. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat. Institut Pertanian Bogor. 153 p.
- Singh, R.S and K. Sitaramaiah. 1994. **Plant Pathogens The Plant Parasitik Nematodes**. Science Publisher Inc. United States of America. 320 p.
- Soekarto. 1987. **Ketahanan Beberapa Varietas Kapas Terhadap Nematoda Puru Akar *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood**. Fakultas Pasca Sarjana. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 102 p
- Soekarto. 1989. **Pengamatan Kecepatan Penetrasi Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne incognita*) pada Tanaman Tomat**. Universitas Jember. 30 p.
- Sukanaya, W dan M. Sritamin. 1996. Uji Ketahanan Sebelum dan Sesudah Infeksi Varietas Kedelai (*Glycine Max* (L) Merr) MLG 3054 dan MLG 2617 terhadap Nematoda Puru Akar *Meloidogyne javanica*. Np. 27 Th. XV. Majalah Ilmiah Fakultas Pertanian Universitas Udayana. p. 1-7.
- Sunaryono, H dan Rismunandar. 1990. **Pengantar Pengetahuan Dasar Hortikultura (Produksi Hortikultura I)**. Sinar Baru. Bandung. 60 p.



LAMPIRAN

Jumlah Nematoda (96 jam setelah inokulasi)

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
Kacang panjang	1	0	0	0	1	0.25
Kubis Bunga	5	0	0	0	5	1.25
Cabai besar	0	0	0	0	0	0
Jumlah	6	0	0	0	6	1

Data Hasil Transformasi Akar Kuadrat

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
Kacang Panjang	1.22	0.70	0.70	0.70	3.32	0.83
Kubis Bunga	2.34	0.70	0.70	0.70	4.44	1.11
Cabai Besar	0.70	0.70	0.70	0.70	2.80	0.70

Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	2	0.35	0.17	0.70	ns
Galat	9	2.22	0.24		
Total	11	2.57			4.26
KK	=	55.67	(%)		

Jumlah Nematoda (144 jam setelah inokulasi)

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
Kacang Panjang	1	0	0	0	1	0.25
Kubis Bunga	0	1	2	0	3	0.75
Cabai besar	0	1	0	0	1	0.25
Jumlah	1	2	2	0	5	

Data Hasil Transformasi Akar Kuadrat

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
Kacang Panjang	1.22	0.70	0.70	0.70	3.32	0.83
Kubis Bunga	0.70	1.22	1.58	0.70	4.20	1.05
Cabai Besar	0.70	1.22	0.70	0.70	3.32	0.83

Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung		F Tabel 5%
Perlakuan	2	0.31	0.15	1.50	ns	4.26
Galat	9	0.96	0.10			
Total	11	1.27				
KK	=	35.13	(%)			

Jumlah Nematoda (192 jam setelah inokulasi)

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
Kacang Panjang	1	1	0	0	2	0.50
Kubis Bunga	12	7	0	9	28	7.00
Cabai besar	0	1	0	0	1	0.25
Jumlah	13	9	0	9	31	

Data Hasil Transformasi Akar Kuadrat

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
Kacang Panjang	1.22	1.22	0.70	0.70	3.84	0.96
Kubis Bunga	3.53	2.73	0.70	3.08	10.04	2.51
Cabai Besar	0.70	1.22	0.70	0.70	3.32	0.83

Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung		F Tabel 5%
Perlakuan	2	7.08	3.54	6.21	**	4.26
Galat	9	5.16	0.57			
Total	11	12.24				
KK	=	52.79	(%)			

Jumlah Nematoda (240 jam setelah inokulasi)

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
Kacang Panjang	0	1	1	2	4	1.00
Kubis Bunga	1	5	20	25	51	12.75
Cabai besar	0	0	0	1	1	0.25
Jumlah	1	6	21	28	56	

Data Hasil Transformasi Akar Kuadrat

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
Kacang Panjang	0.70	1.22	1.22	1.58	4.72	1.18
Kubis Bunga	1.22	2.34	4.52	5.04	13.12	3.28
Cabai Besar	0.70	0.70	0.70	1.22	3.32	0.83

Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%	
Perlakuan	2	14.04	7.02	6.10	**	4.26
Galat	9	10.36	1.15			
Total	11	24.40				
KK	=	60.93	(%)			

Jumlah Nematoda (288 jam setelah inokulasi)

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
Kacang panjang	0	0	1	20	21	5.25
Kubis Bunga	8	8	5	19	40	10.00
Cabai besar	2	20	0	0	22	5.50
Jumlah	10	28	6	39	83	

Data Hasil Transformasi Akar Kuadrat

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
Kacang Panjang	0.70	0.70	1.22	4.52	7.14	1.79
Kubis Bunga	2.91	2.91	2.34	4.41	12.57	3.14
Cabai Besar	1.58	4.52	0.70	0.70	7.50	1.88

Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	2	4.61	2.30	0.92	ns
Galat	9	22.36	2.48		
Total	11	26.97			
KK	=	69.68	(%)		

Jumlah Nematoda (336 jam setelah inokulasi) *

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
Kacang panjang	0	1	0	1	2	0.50
Kubis Bunga	21	54	3	28	106	26.50
Cabai besar	1	1	0	0	2	0.50
Jumlah	22	56	3	29	110	

Data Hasil Transformasi Akar Kuadrat

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
Kacang Panjang	0.70	1.22	0.70	1.22	3.84	0.96
Kubis Bunga	4.63	7.38	1.87	5.33	19.21	4.80
Cabai Besar	1.22	1.22	0.70	0.70	3.84	0.96

Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	2	39.37	19.68	11.05	**
Galat	9	16.10	1.78		4.26
Total	11	55.47			
KK	=	59.56 (%)			

Jumlah Nematoda (384 jam setelah inokulasi) *

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
Kacang panjang	6	5	0	2	13	3.25
Kubis Bunga	27	52	47	23	149	37.25
Cabai besar	2	0	0	0	2	0.50
Jumlah	35	57	47	25	164	

Data Hasil Transformasi Akar Kuadrat

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
Kacang Panjang	2.54	2.34	0.70	1.58	7.16	1.79
Kubis Bunga	5.24	7.24	6.89	4.84	24.21	6.05
Cabai Besar	1.58	0.70	0.70	0.70	3.68	0.92

Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung		F Tabel 5%
Perlakuan	2	60.36	30.18	251.50	**	4.26
Galat	9	1.11	0.12			
Total	11	67.28				
KK	=	11.86	(%)			

Jumlah Nematoda (432 jam setelah inokulasi) .

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
Kacang panjang	10	6	0	0	16	4.00
Kubis Bunga	19	35	42	15	111	27.75
Cabai besar	5	2	0	0	7	1.75
Jumlah	34	43	42	15	134	

Data Hasil Transformasi Akar Kuadrat

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
Kacang Panjang	3.24	2.54	0.70	0.70	7.18	1.80
Kubis Bunga	4.41	5.91	6.51	3.93	20.76	5.19
Cabai Besar	2.34	1.58	0.70	0.70	5.32	1.33

Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%	
Perlakuan	2	35.72	17.86	14.76	**	4.26
Galat	9	10.96	1.21			
Total	11	46.68				
KK	=	39.71	(%)			

Jumlah Puru (240 jam setelah inokulasi)

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
Kacang panjang	0	1	0	0	1	0.25
Kubis Bunga	0	2	15	22	39	9.75
Cabai besar	0	0	0	0	0	0.00
Jumlah	0	3	15	22	40	

Data Hasil Transformasi Akar Kuadrat

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
Kacang Panjang	0.70	1.22	0.70	0.70	3.32	0.83
Kubis Bunga	0.70	1.58	3.93	4.74	10.95	2.74
Cabai Besar	0.70	0.70	0.70	0.70	2.80	0.70

Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	2	10.41	5.20	4.22	ns
Galat	9	11.12	1.23		
Total	11	21.53			
KK	=	78.10	(%)		

Jumlah Puru (288 jam setelah inokulasi)

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
Kacang panjang	0	0	1	0	1	0.25
Kubis Bunga	6	2	3	10	21	5.25
Cabai besar	0	0	0	0	0	0.00
Jumlah	6	2	4	10	22	

Data Hasil Transformasi Akar Kuadrat

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
Kacang Panjang	0.70	0.70	1.22	0.70	3.32	0.83
Kubis Bunga	2.54	1.58	1.87	3.24	9.23	2.31
Cabai Besar	0.70	0.70	0.70	0.70	2.80	0.70

Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%	
Perlakuan	2	6.38	3.19	15.95	**	4.26
Galat	9	1.85	0.20			
Total	11	8.23				
KK	=	35.21	(%)			

Jumlah Puru (336 jam setelah inokulasi)

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
Kacang panjang	0	0	0	0	0	0.00
Kubis Bunga	17	45	0	8	70	17.50
Cabai besar	0	0	0	0	0	0.00
Jumlah	17	45	0	8	70	

Data Hasil Transformasi Akar Kuadrat

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
Kacang Panjang	0.70	0.70	0.70	0.70	2.80	0.70
Kubis Bunga	4.18	6.74	0.70	2.91	14.53	3.63
Cabai Besar	0.70	0.70	0.70	0.70	2.80	0.70

Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	2	22.94	11.47	5.43	**
Galat	9	19.07	2.11		
Total	11	42.01			
KK	=	86.98	(%)		

Jumlah Puru (384 jam setelah inokulasi)

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
Kacang panjang	2	3	0	0	5	1.25
Kubis Bunga	14	42	19	18	93	23.25
Cabai besar	0	0	0	0	0	0.00
Jumlah	16	45	19	18	98	

Data Hasil Transformasi Akar Kuadrat

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
Kacang Panjang	1.58	1.87	0.70	0.70	4.85	1.21
Kubis Bunga	3.80	6.51	4.41	4.43	19.15	4.79
Cabai Besar	0.70	0.70	0.70	0.70	2.80	0.70

Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%	
Perlakuan	2	39.01	19.50	32.50	**	4.26
Galat	9	5.41	0.60			
Total	11	44.42				
KK	=	34.89	(%)			

Jumlah Puru (432 jam setelah inokulasi)

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
Kacang panjang	4	0	0	0	4	1.00
Kubis Bunga	10	18	29	10	67	16.75
Cabai besar	0	0	0	0	0	0.00
Jumlah	14	18	29	10	71	

Data Hasil Transformasi Akar Kuadrat

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-rata
	I	II	III	IV		
Kacang Panjang	2.12	0.70	0.70	0.70	4.22	1.06
Kubis Bunga	3.24	4.30	5.43	3.24	16.21	4.05
Cabai Besar	0.70	0.70	0.70	0.70	2.80	0.70

Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	2	27.14	13.57	25.60	**
Galat	9	4.79	0.53		
Total	11	31.93			
KK	=	37.72	(%)		