

**Uji Penggunaan Beberapa Isolat Cendawan *Trichoderma* spp.
Terhadap Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.)
Pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.).**



20-8-07
celes
Fak. Pertanian
Hadiah
199

OLEH

**YORINDA P. PALI'PADANG
G411 01 026**

**JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2007**

**Uji Penggunaan Beberapa Isolat Cendawan *Trichoderma* spp.
Terhadap Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.)
Pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.)**

OLEH

**YORINDA P. PALI'PADANG
G411 01 026**

**Laporan Praktik Lapang dalam Mata Ajaran Minat Utama
Ilmu Penyakit Tumbuhan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Pertanian**

Pada

**Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin
Makassar**

**JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2007**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Praktik Lapang : Uji Penggunaan Beberapa Isolat Cendawan
Trichoderma spp. Terhadap Nematoda Puru
Akar (*Meloidogyne* spp.) Pada Tanaman
Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.).

Nama Mahasiswa : Yorinda P. Pali'padang
Stambuk : G411 01 026

Menyetujui



Dr. Ir. Nur Amin, Dipl. Ing. Agr.
Pembimbing I



Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, Msc.
Pembimbing II

Ketua Jurusan
Hama dan Penyakit Tumbuhan
Universitas Hasanuddin



Dr. Ir. Nur Amin, Dipl. Ing. Agr
Ketua Jurusan

Tanggal Pengesahan : Agustus 2007

HALAMAN PENGESAHAN


Judul Praktik Lapang : Uji Penggunaan Beberapa Isolat Cendawan
Trichoderma spp. Terhadap Nematoda Puru
Akar (*Meloidogyne* spp.) Pada Tanaman
Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.).

Nama Mahasiswa : Yorinda P. Pali'padang
Stambuk : G411 01 026

Menyetujui



Dr. Ir. Nur Amin, Dipl. Ing. Agr.
Pembimbing I



Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, Msc.
Pembimbing II

Ketua Jurusan
Hama dan Penyakit Tumbuhan
Universitas Hasanuddin



Dr. Ir. Nur Amin, Dipl. Ing. Agr
Ketua Jurusan

Tanggal Pengesahan : Agustus 2007

HALAMAN PENGESAHAN

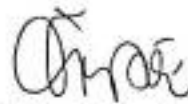
Judul Praktik Lapang : Uji Penggunaan Beberapa Isolat Cendawan
Trichoderma spp. Terhadap Nematoda Puru
Akar (*Meloidogyne* spp.) Pada Tanaman
Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.).

Nama Mahasiswa : Yorinda P. Pali'padang
Stambuk : G411 01 026

Menyetujui



Dr. Ir. Nur Amin, Dipl. Ing. Agr.
Pembimbing I



Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, Msc.
Pembimbing II

Ketua Jurusan
Hama dan Penyakit Tumbuhan
Universitas Hasanuddin



Dr. Ir. Nur Amin, Dipl. Ing. Agr
Ketua Jurusan

Tanggal Pengesahan : Agustus 2007

PANITIA UJIAN SARJANA
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN

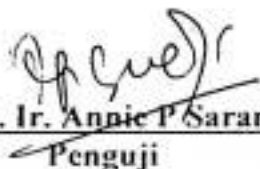
(TIM PENGUJI)



Dr. Ir. Nur Amin Dipl. Ing. Agr
Pembimbing I



Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, Msc.
Pembimbing II



Prof. Dr. Ir. Annie P Saranga, MS
Penguji



Prof. Dr. Ir. Baharuddin, Dipl. Ing. Agr.
Penguji



Dr. Ir. Muh. Daniel Rahim, MS
Penguji

Tanggal Lulus : Agustus 2007

RINGKASAN

YORINDA P. PALI'PADANG (G411 01 026). Uji Penggunaan Beberapa Isolat Cendawan *Trichoderma* spp. Terhadap Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) Pada Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). (Di bawah bimbingan NUR AMIN dan TUTIK KUSWINANTI.)

Praktik lapang ini bertujuan untuk melihat efektivitas beberapa isolat cendawan endofit *Trichoderma* spp. dalam menghambat pergerakan dan serangan nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) pada tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan dan di Rumah Kaca, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar yang berlangsung mulai Desember 2006 sampai Maret 2007.

Praktik lapang ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan yang diulang sebanyak 3 dan masing-masing ulangan menggunakan 3 tanaman sample untuk uji pergerakan nematoda. Perlakuan terdiri dari kontrol (P0), Tomat + isolat *Trichoderma* dari kakao + *Meloidogyne* spp. (P1), Tomat + isolat *Trichoderma* dari kentang + *Meloidogyne* spp. (P2) dan Tomat + isolat *Trichoderma* dari lada + *Meloidogyne* spp. (P3). Sedangkan untuk percobaan di rumah kaca, terdiri dari 7 perlakuan yang diulang sebanyak 3 dan masing-masing ulangan menggunakan 3 tanaman sample. Perlakuan terdiri dari kontrol (P0), tomat + *Meloidogyne* spp. + isolat *Trichoderma* dari kakao (P1), Tomat + *Meloidogyne* spp. + isolat *Trichoderma* dari kentang (P2), Tomat + *Meloidogyne* spp. + isolat *Trichoderma* dari lada (P3), Tomat + Isolat *Trichoderma* dari kakao + *Meloidogyne* spp. (P4), Tomat + isolat *Trichoderma* dari kentang + *Meloidogyne* spp. (P5) dan Tomat + isolat *Trichoderma* dari lada + *Meloidogyne* spp. (P6). Untuk perlakuan tomat + *Meloidogyne* spp. + isolat *Trichoderma* dari kakao, perlakuan tomat + *Meloidogyne* spp. + isolat *Trichoderma* dari kentang dan perlakuan tomat + *Meloidogyne* spp. + isolat *Trichoderma* dari lada, *Meloidogyne* spp. satu minggu terlebih dahulu diaplikasikan sebelum *Trichoderma* sp. sedangkan perlakuan tomat + isolat *Trichoderma* dari kakao + *Meloidogyne* spp., perlakuan tomat + isolat *Trichoderma* dari kentang + *Meloidogyne* spp. dan perlakuan tomat + isolat *Trichoderma* dari lada + *Meloidogyne* spp., *Meloidogyne* spp. diaplikasikan setelah satu minggu aplikasi *Trichoderma* sp.. Pengamatan dilakukan setelah 6 minggu aplikasi. Parameter pengamatan yaitu pada uji pergerakan nematoda yakni jumlah populasi larva nematoda *Meloidogyne* spp. pada setiap blok dan jumlah populasi larva nematoda *Meloidogyne* spp. dalam akar sedangkan pada percobaan di rumah kaca yakni intensitas serangan (%), jumlah populasi larva dalam akar dan jumlah populasi larva pada 100 gram tanah.

Perlakuan isolat *Trichoderma* dari kentang lebih efektif dalam menghambat pergerakan nematoda *Meloidogyne* spp. dari blok I sampai ke blok III dan perakaran. Pada percobaan di rumah kaca isolat *Trichoderma* dari kentang memperlihatkan penekanan terbaik terhadap intensitas serangan *Meloidogyne* spp. sebanyak 38,83 % dibanding kontrol sebanyak 94,5 %, rata-rata populasi larva dalam akar sebanyak 97 nematoda dibanding kontrol sebanyak 1165 nematoda dan rata-rata populasi larva pada per 100 gram tanah sebanyak 810 nematoda dibanding kontrol sebanyak 1760 nematoda

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan laporan ini, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Pertanian pada Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa dengan selesainya skripsi ini, betapa banyak bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan banyak terima kasih yang tak terhingga kepada :

- Dr. Ir. Nur Amin, Dipl. Ing. Agr. dan Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, MSc. selaku pembimbing yang telah membimbing, memberikan dorongan dan mengarahkan penulis selama pelaksanaan praktik lapang sampai penyelesaian skripsi.
- Dr. Ir. Ahdin Gassa, MSc. selaku penasehat akademik atas bimbingan dan bantuan yang diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan.
- Seluruh Bapak-bapak dan Ibu-ibu Dosen Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan yang selama menempuh pendidikan, telah mengasuh dan memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis serta Staf Karyawan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan yang telah banyak membantu.
- Ayahanda Siama Kaboro dan Ibunda Tercinta Paulina S. Atas segala kasih sayang, doa restu, didikan, kesabaran, ketabahan, pengorbanan dan bantuan material yang telah diberikan kepada penulis selama menempuh studi. Begitu pula kepada saudara/saudari (Kakakku Yoram, Yosi dan Adik Yuliana, Linus dan

Manto) dan keluarga tercinta (Suami Kristian M. dan buah hatiku Gaby) atas segala bantuan dan dukungannya.

- Teman-teman angkatan” 2001” terutama Asiah yang telah banyak membantu penulis serta seluruh warga HMPT.

Penulis menyadari laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, namun harapan penulis semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi yang membutuhkan.

Makassar, Agustus 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
Hipotesis.....	4
Tujuan dan Kegunaan	4
TINJAUAN PUSTAKA	
Nematoda Puru Akar (<i>Meloidogyne</i> spp.)	
Sistematika	5
Sebaran dan Arti Ekonomi	5
Morfologi	7
Siklus Hidup.....	8
Ekologi	9
Gejala Serangan	10
Pengendalian	12
<i>Trichoderma</i> spp.	15
BAHAN DAN METODE	
Tempat dan Waktu	18
Metode Pelaksanaan.....	18
HASIL DAN PEMBAHASAN	
Hasil	24
Pembahasan.....	27

	Halaman
KESIMPULAN DAN SARAN	
Kesimpulan	34
Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA.....	35
LAMPIRAN.....	38

DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
1.	Rata-rata Jumlah Nematoda Puru Akar (<i>Meloidogyne</i> sp.) Pada Setiap Blok Test Sampai Pada Perakaran Setelah 1 Minggu Aplikasi	24
2.	Rata-rata Populasi Larva <i>Meloidogyne</i> sp. Pada Akar dan Pada Per 100 gr Tanah	26
Lampiran		
1.a.	Rata-rata Populasi Nematoda Puru Akar (<i>Meloidogyne</i> sp.) Pada Blok 1 dari Berbagai Perlakuan pada Pengamatan Terakhir (1 MST)	38
1.b.	Sidik Ragam Rata-rata Populasi Nematoda Puru Akar (<i>Meloidogyne</i> sp.) Pada Blok 1 dari Berbagai Perlakuan Pada Pengamatan Terakhir (1 MST)	38
2.a.	Rata-rata Populasi Nematoda Puru Akar (<i>Meloidogyne</i> sp.) Pada Blok II dari Berbagai Perlakuan Pada Pengamatan Terakhir (1 MST)	39
2.b.	Sidik Ragam Rata-rata Populasi Nematoda Puru Akar (<i>Meloidogyne</i> sp.) Pada Blok II dari Berbagai Perlakuan Pada Pengamatan Terakhir (1 MST)	39
3.a.	Rata-rata Populasi Nematoda Puru Akar (<i>Meloidogyne</i> sp.) Pada Blok III dari Berbagai Perlakuan Pada Pengamatan Terakhir (1 MST)	40
3.b.	Sidik Ragam Rata-rata Populasi Nematoda Puru Akar (<i>Meloidogyne</i> sp.) Pada Blok III dari Berbagai Perlakuan Pada pengamatan Terakhir (1 MST)	40
4.a.	Rata-rata Populasi Nematoda Puru Akar (<i>Meloidogyne</i> sp.) yang Terdapat Dalam Akar Tanaman Tomat (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) dari Berbagai Perlakuan Pada Pengamatan Terakhir (1 MST)	41
4.b.	Sidik Ragam Rata-rata Populasi Nematoda Puru Akar (<i>Meloidogyne</i> sp.) yang Terdapat Dalam Akar Tanaman Tomat (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) dari Berbagai Perlakuan Pada Pengamatan Terakhir (1 MST)	41

5.a. Rata-rata Persentase Intesnsitas Serangan Nematoda Puru Akar (<i>Meloidogyne</i> sp.) Pada Tanaman Tomat (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) dari Berbagai Perlakuan Pada Pengamatan Terakhir (6 MSA).	42
5.b. Sidik Ragam Rata-rata Persentase Intensitas Serangan Nematoda Puru Akar (<i>Meloidogyne</i> sp.) Pada Tanaman Tomat (<i>L. esculentum</i> Mill.) dari Berbagai Perlakuan Pada Pengamatan Terakhir (6 MSA).	42
6. Rata-rata Indeks Bengkak Akar Tanaman Tomat (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) dari Berbagai Perlakuan Pada Pengamatan Terakhir (6 MSA).	43
7.a. Rata-rata Populasi Larva Nematoda Puru Akar (<i>Meloidogyne</i> sp.) yang Ditemukan pada Akar Tanaman Tomat (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) dari Berbagai Perlakuan Pada Pengamatan Terakhir (6 MSA)	44
7.b. Sidik Ragam Rata-rata Populasi Larva Nematoda Puru Akar (<i>Meloidogyne</i> sp.) yang Ditemukan Pada Akar Tanaman Tomat (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) dari Berbagai Perlakuan Pada Pengamatan Terakhir (6 MSA).	44
8.a. Rata-rata Populasi Larva <i>Meloidogyne</i> sp. yang Ditemukan Dalam Per 100 gram Tanah Pada Akhir Pengamatan (6 MSA).	45
8.b. Sidik Ragam Rata-rata Populasi Larva <i>Meloidogyne</i> sp. yang Ditemukan Dalam Per 100 gram Tanah Pada Akhir Pengamatan (6 MSA).	45

DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
1.	Diagram Rata-rata Persentase Intensitas Serangan <i>Meloidogyne</i> sp. Pada ananam Tomat (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) dari Berbagai Perlakuan dari Berbagai Perlakuan pada Pengamatan Terakhir	25

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia dan dunia. Konsumsi tomat segar dan olahan meningkat terus seiring dengan kebutuhan manusia pada gizi yang seimbang. Tomat sangat bermanfaat bagi tubuh manusia karena mengandung vitamin dan mineral yang diperlukan untuk pertumbuhan dan kesehatan, selain itu juga mengandung karbohidrat, protein, lemak dan kalori. Tomat merupakan komoditas yang multiguna berfungsi sebagai sayuran, bumbu masak, buah meja, penambah nafsu makan, minuman, bahan pewarna makanan sampai kepada bahan kosmetik dan obat-obatan (Warintek, 2004).

Tomat termasuk Famili Solanaceae yang rentan diserang oleh berbagai penyakit. Khusus untuk pengendalian hama dan penyakit, petani di Indonesia menghabiskan 40% biaya untuk menangani masalah tersebut. Penyakit tanaman yang cukup memberikan kerugian secara ekonomis yaitu penyakit puru akar yang disebabkan oleh nematoda *Meloidogyne* spp. (Jansen 1972 dalam Rahayu, 2001) menyatakan bahwa sekitar 2500 macam inang dari *Meloidogyne* spp. meliputi hampir seluruh tanaman budidaya. Salah satu inang utamanya adalah tanaman dari Famili Solanaceae seperti tomat. Akibat serangannya produksi dapat menurun 15-60% bahkan sampai 70% bila tanaman rentan (Prihanto, 1989).

Kesulitan yang dihadapi petani dalam mengendalikan nematoda ini antara lain :

- 1) Luasnya tanaman inang yang berimplikasikan pada kurang efektifnya pengendalian dengan pergiliran tanaman.
- 2) Tingginya populasi, hal ini mengakibatkan sulitnya pengendalian dengan penggunaan varietas resisten,
- 3) Sebagian besar siklus hidup *Meloidogyne* spp. berada dalam jaringan tanaman sehingga sulit dikembalikan dengan penggunaan pestisida (Luc *et al.*, 1993).

Adanya kesulitan-kesulitan tersebut maka petani selalu mencoba mencari alternatif-alternatif pengendalian yang diharapkan lebih efisien dalam mengendalikan *Meloidogyne* spp.

Penelitian para ahli berhasil menemukan cendawan endofit yang bersifat antagonis terhadap patogen tanaman dengan cara mengisolasinya dari dalam jaringan tanaman. Cendawan endofit merupakan agen biologis yang potensial dalam mengendalikan patogen karena cendawan endofit mampu hidup di dalam jaringan tanaman khususnya jaringan korteks tanpa menimbulkan kerusakan terhadap tanaman (Sivasithamparan, 1998; Vilich *et al.*, 1998).

Menurut Sivasithamparan (1998) bahwa respon yang diberikan oleh tanaman inang dengan adanya cendawan endofit sebagai agen hayati dapat merangsang terbentuknya ketahanan fisik melalui peningkatan lignifikasi dinding sel dan secara kimia dengan membentuk enzim dan zat-zat anti cendawan. Selain itu juga dapat

mendukung pertumbuhan dan perkembangan akar. Sedangkan menurut Marshall et al, (1999) bahwa keberadaan cendawan endofit di dalam jaringan tanaman dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan toleransi tanaman terhadap kekeringan.

Endofit adalah mikroorganisme yang hidup pada bagian dalam jaringan tanaman sehat tanpa menimbulkan gejala serangan pada tanaman inang (Bemstein dan Carrol, 1986). Beberapa Genus cendawan yang tergolong endofit adalah *Acremonium*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Colletotrichum*, *Gliocladium*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Beauveria* dan *Phyllosticta* (Amin, 1994). Penggunaan cendawan antagonis dalam pengendalian nematoda puru akar telah banyak diteliti diantaranya penggunaan cendawan endofit *Fusarium* dan *Trichoderma* pada tanaman tomat (Sahriani, 1999).

Pengendalian nematoda endoparasit *Meloidogyne* spp. dengan cendawan endofit mempunyai potensi yang sangat besar. Untuk itu perlu diteliti efektifitas beberapa isolat cendawan *Trichoderma* spp. dalam menghambat serangan nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.).

Hipotesis

Terdapat sekurang-kurangnya ada satu perlakuan *Trichoderma* spp. yang efektif dalam menghambat pergerakan dan menekan serangan nematoda *Meloidogyne* spp.

Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk melihat efektifitas beberapa isolat cendawan endofit *Trichoderma* spp. dalam menghambat pergerakan dan serangan nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) pada tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill).

Kegunaan diharapkan sebagai salah satu alternatif yang efektif dalam upaya pengendalian penyakit puru akar yang disebabkan oleh nematoda pada tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill).

TINJAUAN PUSTAKA

Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.)

Sistematika

Thorne (1961), mengelompokkan nematoda puru akar *Meloidogyne* ke dalam Kingdom Animalia, Filum Aschelminthes, Klas Nematoda, Subklas Secermentea, Ordo Tylenchida, Famili Hoteroderidae, Genus *Meloidogyne*, Spesies *Meloidogyne* spp.

Sebaran dan Arti Ekonomi

Meloidogyne spp. merupakan nematoda parasit tumbuhan yang paling penting dan paling luas daerah sebarannya. *Meloidogyne* spp. terdapat hampir di seluruh dunia dan merupakan parasit paling utama di daerah tropik (Dropkin, 1991). *Meloidogyne* spp. dapat menyerang 3000 tanaman inang yang penting, khususnya dalam budidaya tanaman sayuran yaitu *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, *M. hapla*. Dari 1000 populasi *Meloidogyne* spp. yang dikumpulkan dari 75 negara, 53% diidentifikasi sebagai *M. incognita*, 30% sebagai *M. javanica*, 8% sebagai *M. arenaria*, 8% sebagai *M. hapla* dan 2% sebagai *M. exigua* atau spesies lain (Lucas *et al.* 1985).

Puru akar yang disebabkan oleh nematoda Spesies *Meloidogyne*. spp. merupakan penyakit yang bersifat merusak pada beberapa tanaman budidaya dan tanaman-tanaman liar. Besarnya kerusakan yang ditimbulkan oleh *Meloidogyne* spp.

berkaitan erat dengan tingginya populasi nematoda, kerentanan tanaman inang dan faktor lingkungan (Jenkins dan Taylor, 1967).

Meloidogyne spp. secara ekonomi cukup penting terutama untuk pertanian daerah tropik (Dropkin, 1992). Persentase kehilangan hasil akibat serangan *Meloidogyne* spp. pada benih tanaman tomat sebesar 55%, kacang-kacangan di Negeria kehilangan hasil sebesar 75%, lada hitam di Malaysia sebesar 55% dan sayuran kehilangan hasil sebesar 10-15% di Bangladesh.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa di Indonesia sekitar 500-800 larva *Meloidogyne* spp. per kilo tanah dapat menurunkan produksi hingga 40% (Sastrahidayat, 1992), bahkan dapat menurunkan produksi hingga 70% bila tanaman rentan.

Penyebaran nematoda ini dapat melalui angin, aliran air, hewan ataupun manusia. Penyebaran nematoda dalam tanah sangat lambat, kecuali bila pori-pori tanah dilapisi oleh film yang tipis (beberapa mikrometer). Nematoda dapat menyebar dengan mudah melalui sesuatu yang berpindah seperti alat-alat pertanian, irigasi, drainase, kaki hewan dan badai debu yang menyebarkan nematoda secara lokal (Agrios, 1996).

Pergerakan nematoda di tanah tergantung pada diameter pori ukuran partikel, kandungan air tanah, diameter dan aktivitas nematoda. Populasi nematoda banyak ditemukan di tanah pada kedalaman 0 – 15 cm. Penyebaran nematoda tidak beraturan pada tanah-tanah yang diolah dan paling banyak ditemukan di sekitar atau pada perakaran tanaman yang rentan (Mehrotra, 1980).

Morfologi

Telur nematoda *Meloidogyne* spp. berbentuk bulat memanjang dengan ukuran (67-128 mikron) x (30-52 μm) (Singh, 1978 dalam Wahyuni 2004). Telur diselubungi oleh substansi semacam gelatin dalam bentuk paket telur dan melekat pada jaringan akar tanaman (Dropkin, 1991). Matriks gelatin berfungsi untuk melindungi telur dari predator, bahan-bahan kimia dan faktor-faktor lingkungan yang tidak menguntungkan (Jenkins dan Taylor, 1967).

Larva I berada di dalam telur dan menetas menjadi larva II lalu bergerak ke dalam tanah. Ukuran larva II (375 – 500) mikron x (12 – 15) mikron dan larva ini bergerak di antara sel-sel yang akan menjadi makanannya (Dropkin, 1991).

Nematoda *Meloidogyne* spp. mempunyai bentuk yang mirip dengan belut apabila dilihat secara sepintas, karena itu sering disebut "cacing belut". Badannya silindris, meruncing pada kedua ujungnya, tidak beruas-ruas, meskipun beberapa jenis mempunyai garis-garis melintang pada kulitnya (Semangun, 1996).

Bentuk betina dewasa dari *Meloidogyne* spp. menyerupai buah pir berukuran panjang 0,4 - 1,3 μm , diameter 0,27 - 0,75 μm dan lebar 0,15 - 0,24 μm serta mempunyai stilet berukuran 10 - 12 mikron (Walker, 1976). Tetapi kemudian berubah bentuk menyerupai bola dengan bagian akhir posterior yang halus dan membulat dan leher-panjang menyempit, tergantung spesies nematoda dan tekanan di sekeliling jaringan

gall (jaringan raksasa). Kutikulanya transparan dan berkilau. Kerangka kepalanya lembek dan menyerupai dua saluran genital yang menggulung di dalam tubuhnya (Luc *et al*, 1995).

Nematoda jantan dewasa berbentuk memanjang (silindris) dan bergerak lambat di dalam tanah dengan panjang 1,2 – 1,5 μ m dan diameter 0,03 μ m – 0,36 μ m, panjang stilet 18 – 20 mikron (Sastrahidayat, 1992). Mempunyai satu atau dua testis (Jenkins dan Taylor, 1967).

Siklus hidup.

Nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) dalam siklus hidupnya melalui enam tahap yakni telur, larva I sampai larva IV dan nematoda dewasa (Mehrotra, 1980). Ganti kulit pertama terjadi di dalam telur sedangkan tiga ganti kulit berikutnya (ganti kulit II, III, IV) terjadi di dalam jaringan tumbuhan. Lamanya siklus hidup dari telur hingga dewasa berlangsung tiga minggu sampai beberapa bulan, tergantung dari keadaan lingkungan dan tanaman inang (Sastrahidayat, 1992).

Lamanya siklus hidup nematoda puru akar sekitar 18 sampai 21 hari. Tetapi pada kondisi optimum siklus hidup sekitar 3 sampai 4 minggu dan akan menjadi lama pada suhu yang rendah (Agrios, 1996).

Menurut Sherf dan Macnab (1986), jumlah telur yang dihasilkan oleh seekor betina tergantung pada suhu lingkungannya. Pada kondisi biasa betina dapat menghasilkan 300 sampai 800 telur, sedangkan pada kondisi optimum menghasilkan

lebih dari 2800 telur. Nematoda betina terus menerus menghasilkan telur selama hidupnya, kadang-kadang mencapai lebih dari 1000 telur (Dropkin, 1992).

Reproduksi terjadi secara partenogenesis yaitu nematoda jantan tidak dibutuhkan dalam reproduksi dan telur diletakkan oleh nematoda betina tanpa dibuahi oleh jantan. Biasanya hanya sedikit jantan yang ditemukan, tetapi pada saat jumlah makanan dan populasi larva tinggi, maka nematoda jantan berkembang dalam jumlah yang banyak (Luc *et al.*, 1985).

Ekologi

Perkembangan Nematoda *Meloidogyne* spp. sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain : suhu, kelembaban, tanah, tanaman inang, besarnya partikel tanah, umur tanaman dan kandungan bahan organik dan anorganik (Sastrahidayat, 1990).

Suhu mempengaruhi perkembangan nematoda terhadap penetasan telur, reproduksi, pergerakan dan perkembangan. Pada umumnya parasit tanaman tidak aktif pada suhu rendah yaitu $5^{\circ} - 15^{\circ}\text{C}$ dan suhu tinggi yaitu $30^{\circ} - 40^{\circ}\text{C}$. Suhu $25^{\circ} - 28^{\circ}\text{C}$ adalah suhu optimum untuk infeksi, multiplikasi serta peningkatan puru (Singh, 1968 *dalam* Wahyuni, 2004).

Tipe tanah mempengaruhi perkembangan nematoda, misalnya sifat tekstur, aerasi, kelembaban, pH, kandungan bahan organik (Walker, 1976). Nematoda membutuhkan lingkungan yang lembab dan aerasi yang baik. Aerasi tanah berhubungan erat dengan kandungan air tanah sehingga ketersediaan O_2 dalam tanah berkurang. Perkembangan nematoda akan baik jika keadaan udara dalam tanah

cukup. Pada kondisi O_2 rendah dapat menghambat perkembangan dan penetasan telur. Produksi dan pergantian kulit nematoda kebanyakan sangat sensitif terhadap O_2 rendah, sedangkan dampak terhadap penetasan telur peka (Sastrahidayat, 1992). Nematoda membentuk populasi yang besar pada tanah pasir, tanah lempung dan kurang menyukai tanah berat (liat yang basah), tekstur tanah sangat penting dalam patogenitas, sebab pengaruhnya terhadap pengeringan (Dropkin, 1991).

Gejala Serangan

Serangan nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) ditandai dengan adanya hiperplasia dan hipertropi serta terbentuknya puru-puru pada akar. Tanaman yang terserang penyakit ini pertumbuhannya menjadi terhambat atau kerdil, daun hijau pucat atau menguning, sehingga mengalami kelayuan pada musim panas, kumpulan bunga dan buah berkurang dan kualitasnya rendah (Agrios, 1996). Kemampuan akar dalam mengambil unsur hara dan air tanah menurun akibat kerusakan akar. Hal ini mengakibatkan metabolisme terhambat dan kerusakan yang timbul akan nampak berjalan atau bisul pada akar. Hal ini dikarenakan terjadi penekanan sel dan rangsangan pertumbuhan abnormal (Sugiharsono, 1985 dalam Yusnida, 2007).

Respon tanaman terhadap nematoda puru akar merupakan respon dari seluruh bagian tanaman dan respon sel-sel tanaman. Respon seluruh tanaman terhadap infeksi yaitu mengurangi kecepatan fotosintesis tanaman, pertumbuhan dan pengurangan

hasil. Nematoda berpengaruh terhadap fisiologi tanaman dengan mengganggu proses sintesis dan translokasi dari hormon pertumbuhan yang diproduksi di akar (Bird, 1974 *dalam* Mehrotra, 1980).

Gejala serangan dimulai dari nematoda yang berpenetrasi ke dalam akar tanaman melalui bagian-bagian epidermis yang terletak dekat tudung akar. Nematoda ini mengeluarkan enzim yang dapat menguraikan dinding sel tumbuhan terutama terdiri dari protein dan polisakarida, seperti pektin, selulosa, hemiselulosa, pati, sukrosa dan glikosida. Dengan terurainya bahan penyusun sel menyebabkan dinding sel rusak dan terjadi luka. Nematoda ini masih mengeluarkan enzim proteolitik dengan melepaskan IAA (Auksin) yang merupakan heteroauksin tryptopan yang diduga membantu terbentuknya puru (Sastrahidayat, 1990).

Enzim dan hormon yang dikeluarkan oleh nematoda tersebut secara langsung dapat merangsang perkembangan sel, serangan pertama hanyalah menghentikan pembelahan sel, sedangkan pada akhir serangan beberapa sel mulai membesar dan pembagian inti sel terjadi. Lambat laun dinding sel hilang dan isi protoplasma bersatu membentuk sel besar. Pada akhirnya sel-sel korteks sekeliling sel yang besar mengadakan proliferasi secara cepat untuk membentuk puru. Kerusakan lain yang ditimbulkan oleh nematoda ini adalah juga dapat menyebabkan pertukaran bahan-bahan kimia dalam tubuh tumbuhan, dan HCN yang dilepaskan nematoda parasit sangat melemahkan jaringan tumbuhan sehingga akan menguntungkan bagi patogen lainnya (Sastrahidayat, 1990).



hasil. Nematoda berpengaruh terhadap fisiologi tanaman dengan mengganggu proses sintesis dan translokasi dari hormon pertumbuhan yang diproduksi di akar (Bird, 1974 *dalam* Mehrotra, 1980).

Gejala serangan dimulai dari nematoda yang berpenetrasi ke dalam akar tanaman melalui bagian-bagian epidermis yang terletak dekat tudung akar. Nematoda ini mengeluarkan enzim yang dapat menguraikan dinding sel tumbuhan terutama terdiri dari protein dan polisakarida, seperti pektin, selulosa, hemiselulosa, pati, sukrosa dan glikosida. Dengan terurainya bahan penyusun sel menyebabkan dinding sel rusak dan terjadi luka. Nematoda ini masih mengeluarkan enzim proteolitik dengan melepaskan IAA (Auksin) yang merupakan heteroauksin tryptopan yang diduga membantu terbentuknya puru (Sastrahidayat, 1990).

Enzim dan hormon yang dikeluarkan oleh nematoda tersebut secara langsung dapat merangsang perkembangan sel, serangan pertama hanyalah menghentikan pembelahan sel, sedangkan pada akhir serangan beberapa sel mulai membesar dan pembagian inti sel terjadi. Lambat laun dinding sel hilang dan isi protoplasma bersatu membentuk sel besar. Pada akhirnya sel-sel korteks sekeliling sel yang besar mengadakan proliferasi secara cepat untuk membentuk puru. Kerusakan lain yang ditimbulkan oleh nematoda ini adalah juga dapat menyebabkan pertukaran bahan-bahan kimia dalam tubuh tumbuhan, dan HCN yang dilepaskan nematoda parasit sangat melemahkan jaringan tumbuhan sehingga akan menguntungkan bagi patogen lainnya (Sastrahidayat, 1990).



Rotasi tanaman dan tumpang sari adalah cara pengendalian yang sukar dilaksanakan karena *Meloidogyne* spp. adalah salah satu genus nematoda yang bersifat kosmopolit yakni mempunyai lebih dari 3.000 tanaman inang yang memiliki semua famili tanaman (Lucas *et al.*, 1985).

Pengendalian dengan cara kimiawi dapat dilakukan dengan menggunakan nematisida fumigan, metil bromida, karbofuran, bukan fumigan (fenamifos, sodium metan) dan etilen dibromida (Dropkin, 1991). Pengendalian dengan menggunakan pestisida diketahui dapat menimbulkan resistensi, resurgensi, efek residu dan pencemaran lingkungan. (Untung, 1996).

Salah satu alternatif metode pengendalian adalah dengan memanfaatkan agens pengendalian hayati (mikroorganisme antogonis) yang mempunyai prospek yang baik untuk dikembangkan (Sarhini, 1999). Pengendalian secara hayati dilakukan dengan menggunakan parasit atau predator pada telur, larva atau nematoda dewasa agar dapat menekan populasi nematoda. Pengendalian hayati terhadap patogen tanaman umumnya terjadi mekanisme antagonis. Hal ini terjadi dengan beberapa cara seperti kompetisi, simbiosis dan parasitisme (Snyder, 1960).

Pengendalian hayati dengan maksud menaikkan tingkat mortalitas nematoda puru akar dengan cara mengefektifkan organisme yang bersifat parasit dan predator terhadap nematoda ke dalam tanah. Hal ini dapat dilakukan dengan membuat perubahan terhadap lingkungan, penambahan amandemen organik atau mengintroduksi organisme tersebut secara langsung (Mehrotra, 1980). Terdapat tiga tindakan praktis pengendalian hayati yang dapat digunakan yaitu :

1. Inundasi atau aplikasi pestisida mikrobial dimana agen-agen hayati dimasukkan dalam jumlah besar. Tetapi kelemahannya tidak dapat bertahan pada tanah, jadi pengaplikasiannya seringkali disesuaikan dengan kebutuhan, teknik ini digunakan pada rumah kaca atau pada tanaman transpantasi.
2. Introduksi (Pelepasan massal pada tanah), dimana agen-agen hayati biasanya tidak terdapat di lapangan, kemudian dapat menyebar dan menetap pada tanah dan mengendalikan nematoda dalam jangka waktu yang lama.
3. Pengendalian hayati, dimana agen-agen hayati yang telah terdapat di tanah dimanipulasi agar dapat bertahan dan efektif pada berbagai kondisi. Cara ini seringkali digunakan pada tanaman monokultur (Brown dan Kerry, 1987)

Trichoderma spp.

Cendawan *Trichoderma* spp. telah dikenal sejak tahun 1930-an dan telah diusahakan secara luas untuk pengendalian patogen tanaman. *Trichoderma* spp. hingga sekarang telah digunakan secara komersial (Harman, 1996). Menurut Amin (1994 dalam Diana, dkk., 2003) bahwa *Trichoderma* spp. adalah salah satu jenis cendawan endofit. Cendawan ini dapat masuk dan menyebar dalam jaringan parenkim akar dan batang mesofil daun, aleuron biji selama pertumbuhan tanaman. Menurut Street (1980), cendawan *Trichoderma* spp. tergolong ke dalam : Divisi : Eumycota, Subdivisi : Deuteromycota, Kelas : Hyphomycetes, Ordo : Hyphomycetales, Famili : Moniliaceae, Genus : *Trichoderma*.

Trichoderma spp. memiliki konidiofor hialin, tegak dan bercabang banyak, konidia terdiri atas satu sel, berbentuk oval dan berkumpul pada bagian ujung phialid. *Trichoderma* spp. memiliki sterigmata phialid tunggal atau berkelompok. *Trichoderma* spp. mudah dikenal dengan pertumbuhan yang cepat dan berwarna hijau tua (Barnett dan Hunter, 1972).

Sudanth (1994 dalam Assad, dkk., 2005) mengemukakan bahwa cendawan *Trichoderma* spp. mempunyai konidia berbentuk bulat telur, yang dihasilkan oleh phialid yang tunggal atau berkelompok. Konidioformya tumbuh tegak dan bercabang banyak. Koloni *Trichoderma* spp. berkembang cepat mula-mula dengan warna hijau muda yang pada akhirnya berwarna hijau tua. Cendawan *Trichoderma* spp. memperbanyak diri dan melakukan penyebaran dengan membentuk konidia. Konidia

masih dapat berkecambah pada kelembaban sekitar 80% dan perkecambahan memerlukan nutrisi dan CO₂ yang sedikit saja. Persentase perkecambahan tertinggi apabila kondisi suhu untuk perkecambahan sekitar 15^o – 35^oC.

Genus *Trichoderma* spp. adalah cendawan yang umum ditemukan di permukaan tanah pada ekosistem pertanian dan lingkungan lain seperti kayu yang telah melapuk (Harman, 1996).

Beberapa anggota genus *Trichoderma* spp. menghasilkan toksin (micotoksin) yaitu *Trichodermin*. Toksin ini dihasilkan oleh cendawan bila berada atau hidup pada tanaman hidup dan produk-produk yang disimpan di gudang. Selain itu ada aktivitas metabolit hifa yang tinggi pada bahan organik yang dapat menyerang dan menghancurkan propagul patogen yang berada di sekitarnya. Selama tumbuhan aktif *Trichoderma* spp. menghasilkan sejumlah besar enzim ekstraselluler (1,3)-glukanase dan kitinase yang dapat melarutkan dinding sel patogen. Cendawan *Trichoderma* spp. menghasilkan *Trichodermin*, *suzukalin* dan *almetisin* yang merupakan senyawa peptida yang bersifat anti cendawan dan anti bakteri (Mashitho, 1994).

Mekanisme kerja dari *Trichoderma* spp. adalah antibiosis dan mikoparasitisme. Sifat antibiotik yang diproduksi secara alami di dalam tanah efektif digunakan sebagai pengendali hayati (Chet, 1989 dalam Rahma 2004).

Trichoderma spp. mampu melilit telur dan larva *Meloidogyne* spp. dan menghasilkan enzim protease, kitinase dan glukonase yang dapat mendegradasi dinding sel *Meloidogyne* spp., *T. harzianum* dan *T. koningii* dilaporkan mampu

mengurangi produksi telur dari nematoda *M. arenaria* pada akar tanaman tomat (Sharon *et al.*, 2001).

Menurut Baker dan Cook (1984), bahwa cendawan *Trichoderma* spp. umumnya memerlukan kelembaban yang tinggi (lingkungan tanah yang basah) dengan suhu antara 17^o – 34^oC dan tersedia makanan dasar untuk pertumbuhannya. Menurut Chet (1986), bahwa pada lahan-lahan yang lembab, cendawan *Trichoderma* spp. dapat bertahan lebih lama jika dibandingkan dengan tanah-tanah kering.

BAHAN DAN METODE

Tempat Dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan dan di Green House, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar yang berlangsung mulai Desember 2006 sampai Maret 2007.

Metode Pelaksanaan

1. Penyediaan dan perbanyakkan cendawan *Trichoderma* spp.

Isolat cendawan antagonis *Trichoderma* spp. yang digunakan diperoleh dari koleksi Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, kemudian diperbanyak pada media PDA (Potato Dextrose Agar) dengan komposisi kentang 100 gram, gula 10 gram, agar 8,5 gram dan aquades 500 ml dengan menggunakan cawan petri sampai diperoleh biakan murni. Selanjutnya biakan murni dibuat suspensi dan diencerkan dengan konsentrasi 10^9 .

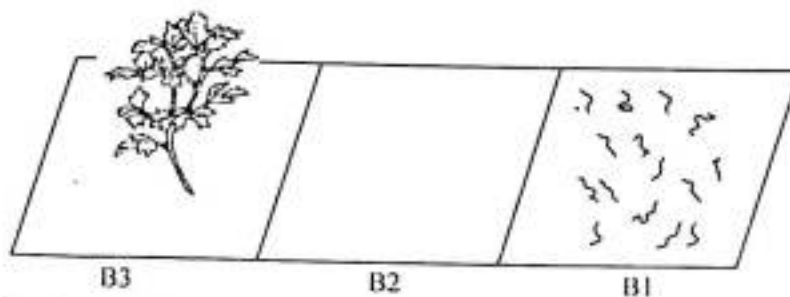
2. Penyediaan Larva *Meloidogyne* spp.

Akar tomat terserang yang *Meloidogyne* spp. dan menunjukkan gejala dicuci bersih kemudian dipotong-potong kecil dengan ukuran 1-2 cm setelah itu diblender selama beberapa detik. kemudian akar dimasukkan kedalam labu erlenmeyer yang berisi larutan NaOCl 0,5% lalu dikocok selama 3-4 menit. Setelah itu disaring dalam saringan secara berurutan pada saringan 365 μ m, 90 μ m, 45 μ m, dan 25 μ m lalu dibilas dengan aquades untuk menghilangkan

NaOCl. Telur yang didapat dimasukkan dalam labu erlenmeyer yang telah diisi air dan diaerasi selama 10 hari untuk meneteskannya. Perhitungan jumlah larva dilakukan dengan cara mengambil 1 ml dari suspensi sebanyak 5 kali, kemudian dihitung dibawah mikroskop sehingga didapatkan rata-rata populasi per mililiter larutan tersebut. Bahan nematoda tersebut selanjutnya digunakan dalam penelitian.

3. Uji Pengaruh Cendawan *Trichoderma* spp. Terhadap Pergerakan Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) Dengan menggunakan Blok Test

Pasir yang sudah disterilkan diayak lalu dimasukkan dalam cetakan blok test dengan ukuran panjang 7 cm, lebar 3cm dan tinggi 2cm sampai penuh dan dibasahi dengan menyemprotkan air di atas permukaan pasir sampai merapat. Bagian pertama sepanjang $\pm 2,3$ cm dari ujung kanan diaplikasikan larva nematoda *Meloidogyne* spp. sebanyak 500 larva. Bagian ketiga yaitu $\pm 2,3$ cm dari ujung kiri ditanami bibit tomat yang telah disemaikan selama 2 minggu dan diaplikasikan cendawan *Trichoderma* spp. dengan masing-masing perlakuan isolat lalu cetakan diangkat, satu minggu setelah aplikasi batang kecambah tomat dipotong lalu bersihkan dan dilakukan pengamatan di bawah mikroskop setelah diblender dan disaring. blok test di bagi tiga bagian masing-masing $\pm 2,3$ cm, tiap bagian ditambahkan air sebanyak 10 ml, kemudian dilakukan perhitungan jumlah nematoda yang berada pada tiap bagian dari blok dengan cara mengambil sampel dari larutan tersebut dan dihitung dibawah mikroskop.



Keterangan :

B1 : *Meloidogyne* spp.

B2 : -

B3 : Tomat + *Trichoderma* spp

Gambar : Cetakan Blok Test

Perlakuan

Pada uji ini terdapat 4 perlakuan dan 3 ulangan. Setiap ulangan menggunakan 3 tanaman sampel dimana ketiganya diamati sehingga terdapat 36 tanaman sebagai unit pengamatan. Perlakuan tersebut adalah sebagai berikut :

P0 = Kontrol

P1 = Tanaman tomat + Isolat *Trichoderma* dari Kakao + *Meloidogyne* spp.

P2 = Tanaman tomat + Isolat *Trichoderma* dari Kentang + *Meloidogyne* spp.

P3 = Tanaman tomat + Isolat *Trichoderma* dari lada + *Meloidogyne* spp.

4. Uji Pengaruh Cendawan *Trichoderma* spp. Terhadap Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.)

4.1 Penyediaan medium tumbuh

Medium tumbuh yang digunakan adalah campuran tanah, pasir dan pupuk kandang sapi, dengan perbandingan berat 2 : 1 : 1. Pasir dan tanah tersebut dibersihkan dengan menggunakan ayakan, lalu dipanaskan dalam kukusan selama 3 jam setelah itu dimasukkan dalam polybag berukuran 20 x 30 cm, sebanyak 1 kg/polybag.

4.2 Penyediaan tanaman

Tanaman yang digunakan adalah benih tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill). Benih tomat disemaikan pada tabung plastik yang berisi

tanah, pasir, dan pupuk kandang yang telah disterilkan (poin 4.1). Setelah berumur 2 minggu tanaman dipindahkan ke polybag. Seminggu setelah tanam untuk perlakuan P₁, P₂, dan P₃ diinokulasikan larva nematoda *Meloidogyne* spp. Sebanyak 1000 larva/kg tanah. Seminggu kemudian diinokulasikan cendawan *Trichoderma* spp. sebanyak 1 ml/polybag di sekitar perakaran tanaman sesuai perlakuan masing-masing. Sebaliknya pada perlakuan P₄, P₅, dan P₆ terlebih dahulu diinokulasikan cendawan *Trichoderma* spp. sebanyak 1×10^6 spora per ml/polybag disekitar perakaran. setelah satu minggu kemudian diinokulasikan larva *Meloidogyne* spp. sebanyak 1000 larva/kg tanah. Pengujian ini berakhir enam minggu kemudian.

4.3 Perlakuan

Penelitian ini terdiri dari 7 perlakuan dengan 3 ulangan dan setiap ulangan menggunakan 3 tanaman sampel dimana ketiganya diamati sehingga terdapat 63 tanaman unit pengamatan. Perlakuan tersebut adalah sebagai berikut :

- P₀ = Kontrol.
- P₁ = Tanaman tomat + 1000 larva *Meloidogyne* spp. + isolat *Trichoderma* dari Kakao
- P₂ = Tanaman tomat + 1000 larva *Meloidogyne* spp. + isolat *Trichoderma* dari Kentang
- P₃ = Tanaman tomat + 1000 larva *Meloidogyne* spp. + isolat *Trichoderma* dari Lada
- P₄ = Tanaman tomat + Isolat *Trichoderma* dari Kakao + 1000 larva *Meloidogyne* spp.
- P₅ = Tanaman tomat + Isolat *Trichoderma* dari Kentang + 1000 larva *Meloidogyne* spp.
- P₆ = Tanaman tomat + Isolat *Trichoderma* dari Lada + 1000 larva *Meloidogyne* spp.

4.4 Parameter Pengamatan

a. Intensitas serangan penyakit puru akar (%)

$$\text{Rumus : } I = \frac{\sum (ni \times vi)}{(N \times Z)} \times 100\%$$

Keterangan :

I : Intensitas serangan patogen

ni : Jumlah tanaman terserang pada tiap kategori

vi : Skoring dari setiap kategori (1,2,3.....6)

N : Jumlah tanaman yang diamati

Z : Skoring tertinggi

Indeks bengkak akar ditentukan berdasarkan nilai skala dari bengkak (zher et. al. 1987) dengan kategori sebagai berikut :

1. Pembengkakan 0% - 5% dari sistem perakaran
2. Pembengkakan > 5% - 10% dari sistem perakaran
3. Pembengkakan > 10% - 35% dari sistem perakaran
4. Pembengkakan > 35% - 70% dari sistem perakaran
5. Pembengkakan > 70% - 90% dari sistem perakaran
6. Pembengkakan > 90% - 100% dari sistem perakaran

b. Populasi larva nematoda dalam akar

Akar tanaman tomat yang telah dibongkar, diambil dari pangkal akar kemudian dicuci lalu dipotong kecil berukuran 1-2 cm kemudian diblender dengan kecepatan tinggi selama beberapa detik dan dimasukkan ke dalam erlemeyer yang berisi larutan NaOCl 0,5 % lalu dikocok selama

4 menit selanjutnya larutan disaring dengan menggunakan saringan nematoda secara berurutan pada saringan 365 μm , 90 μm , 45 μm , dan 25 μm lalu dibilas dengan aquadest untuk menghilangkan larutan NaOCl. Hasil saringan yang terakhir diamati dibawah mikroskop untuk memastikan adanya telur dan larva *Meloidogyne* spp. Dan dilakukan perhitungan larva di bawah mikroskop dengan mengambil sampel 1ml.

c. Populasi Larva Nematoda dalam Tanah

Menghitung nematoda dalam tanah dilakukan dengan cara mengambil sampel tanah di sekitar perakaran pada kedalaman ± 10 cm dari permukaan tanah sebanyak 100 g/polybag, kemudian direndam selama 24 jam. Penyaringan dilakukan secara bertahap pada saringan 365 μm , 90 μm , 45 μm dan 25 μm . nematoda pada saringan terakhir ditampung dan dilakukan perhitungan dengan cara mengambil sampel 10 μm dan dihitung dibawah mikroskop, yang diulang sebanyak 5 kali sehingga diperoleh rata-rata populasi per mililiter larutan tersebut.

5. Uji Statistik

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), yang terdiri dari 7 perlakuan, 3 ulangan dan masing-masing ulangan mempunyai 3 tanaman sampel. Analisis sidik ragam dilakukan pada setiap parameter pengamatan, jika di antara perlakuan menunjukkan perbedaan nyata maka dapat diuji lanjut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Uji Pengaruh Cendawan *Trichoderma* spp. Terhadap Pergerakan Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) Dengan menggunakan Blok Test

Hasil pengamatan terhadap jumlah nematoda pada tiap blok dan sidik ragamnya dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel lampiran 1a sampai 4b.

Analisis blok dari berbagai perlakuan terhadap pergerakan nematode mendekati akar tanaman tomat sampai ke perakaran terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Jumlah Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) pada Setiap Blok Test Sampai pada Perakaran setelah 1 Minggu Aplikasi

Perlakuan	Rata-rata Jumlah Nematoda			
	Blok 1	Blok 2	Blok 3	Perakaran
P ₀	140 ^a	218 ^a	225 ^a	16 ^a
P ₁	30 ^b	90 ^b	96.67 ^b	5 ^b
P ₂	13.33 ^b	80 ^b	83.33 ^b	3.33 ^b
P ₃	20 ^b	86.67 ^b	100 ^b	4.33 ^b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata pada taraf uji Duncan 0,05

P₀ = Kontrol (Tomat + 1000 larva *Meloidogyne* spp.)

P₁ = Isolat *Trichoderma* dari Kakao + 1000 larva *Meloidogyne* spp.

P₂ = Isolat *Trichoderma* dari Kentang + 1000 larva *Meloidogyne* spp.

P₃ = Isolat *Trichoderma* dari Lada + 1000 larva *Meloidogyne* spp.

Blok 1 = Daerah Inokulasi nematoda *Meloidogyne* spp.

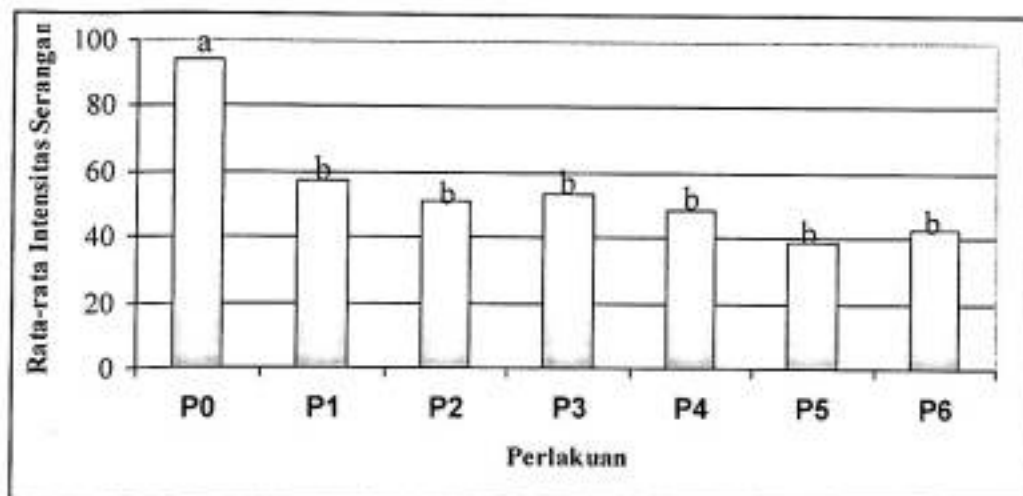
Blok 2 = Daerah antara tempat inokulasi nematoda dengan zona perakaran

Blok 3 = Daerah tanaman + *Trichoderma* spp.

2. Uji Pengaruh Cendawan *Trichoderma* spp. Terhadap Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.)

2.1. Intensitas Serangan

Rata-rata intensitas serangan pada perlakuan cendawan *Trichoderma* spp. Berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Penekanan intensitas serangan pada semua perlakuan minimal 39,33% dibanding dengan kontrol. Rata-rata intensitas serangan pada semua perlakuan masing-masing P₀ (94,5%), P₁ (53,33%), P₂ (51,18%), P₃ (53,67%), P₄ (48,17%), P₅ (38,83%), dan P₆ (42,50%)



Gambar 1. Diagram Rata-rata Persentase Intensitas Serangan *Meloidogyne* spp. pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) dari berbagai Perlakuan pada Pengamatan Terakhir.

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata pada taraf uji Duncan 0,05

P₀ = Kontrol (Benih tomat + 1000 larva *Meloidogyne* spp.)

P₁ = 1000 larva *Meloidogyne* spp. + isolat *Trichoderma* dari Kakao

P₂ = 1000 larva *Meloidogyne* spp. + isolat *Trichoderma* dari Kentang

P₃ = 1000 larva *Meloidogyne* spp. + isolat *Trichoderma* dari Lada

P₄ = Isolat *Trichoderma* dari Kakao + 1000 larva *Meloidogyne* spp.

P₅ = Isolat *Trichoderma* dari Kentang + 1000 larva *Meloidogyne* spp.

P₆ = Isolat *Trichoderma* dari Lada + 1000 larva *Meloidogyne* spp.

2.2. Populasi Larva Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) pada Akar dan pada per 100 gram tanah.

Rata-rata populasi larva Nematoda pada akar semua perlakuan berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Populasi terendah pada perlakuan tomat + isolat *Trichoderma* dari kentang + *Meloidogyne* spp. sebanyak 97 nematoda dibandingkan perlakuan kontrol sebanyak 1165 nematoda.

Rata-rata populasi larva nematoda puru akar pada per 100 gram tanah untuk semua perlakuan berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Populasi terendah pada perlakuan tomat + isolat *Trichoderma* dari kentang + *Meloidogyne* spp. sebanyak 810 nematoda dibandingkan perlakuan kontrol sebanyak 1760 nematoda.

Tabel 2. Rata-rata populasi larva (*Meloidogyne* spp.) pada Akar dan pada per 100 gram Tanah.

Perlakuan	Larva Pada Akar	Larva Pada Per 100 gram tanah
P ₀	1165 ^a	1760 ^a
P ₁	217 ^b	895 ^b
P ₂	145 ^{bc}	885 ^b
P ₃	187 ^{bc}	880 ^b
P ₄	115 ^c	870 ^b
P ₅	97 ^c	810 ^b
P ₆	108 ^c	820 ^b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata pada taraf uji Duncan 0,05

P₀ = Kontrol (Benih tomat + 1000 larva *Meloidogyne* spp.)

P₁ = Tanaman tomat + 1000 larva *Meloidogyne* spp. + isolat *Trichoderma* dari Kakao

P₂ = Tanaman tomat + 1000 larva *Meloidogyne* spp. + isolat *Trichoderma* dari Kentang

P₃ = Tanaman tomat + 1000 larva *Meloidogyne* spp. + isolat *Trichoderma* dari Lada

P₄ = Tanaman tomat + Isolat *Trichoderma* dari Kakao + 1000 larva *Meloidogyne* spp.

P₅ = Tanaman tomat + Isolat *Trichoderma* dari Kentang + 1000 larva *Meloidogyne* spp.

P₆ = Tanaman tomat + Isolat *Trichoderma* dari Lada + 1000 larva *Meloidogyne* spp.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan, memperlihatkan rata-rata populasi larva *Meloidogyne* spp. pada perlakuan kontrol lebih tinggi dibanding dengan perlakuan cendawan *Trichoderma* spp. baik pada pergerakan nematode dalam tiap blok (blok 1, blok 2 dan blok 3) dan akar maupun populasi larva pada perakaran dan 100 gram tanah yang dilakukan di Green house (Tabel 1 dan Tabel 2). Demikian pula jumlah intensitas serangan pada perlakuan kontrol lebih tinggi dibanding perlakuan yang lain (Gambar 2).

Rata-rata populasi larva *Meloidogyne* spp. pada blok 2 dan blok 3 memperlihatkan jumlah yang tidak jauh berbeda. Hal ini disebabkan karena ketersediaan ruang yang terbatas sehingga mengakibatkan terjadinya kompetisi antar larva untuk menuju ke perakaran. Rata-rata populasi larva pada perlakuan *Trichoderma* spp. selain dipengaruhi oleh faktor tersebut di atas, juga karena adanya pemberian cendawan antagonis pada blok 3 sehingga menyebabkan larva di blok 2 terhalang untuk menuju ke blok 3. Hal ini di dukung oleh Deacon (1981) dalam Sivasithamparan (1998), bahwa mekanisme antagonis cendawan endofit dapat berupa kompetisi terhadap ruang dan sumber daya, antibiosis dan ketahanan terinduksi.

Rata-rata populasi larva *Meloidogyne* spp. pada blok 1 sangat jauh berbeda dibanding dengan yang berada pada blok 2 dan blok 3. Hal ini disebabkan karena larva yang semula diaplikasikan pada blok 1 bergerak menuju ke blok dimana terdapat perakaran tanaman. Penelitian sebelumnya mendukung hal tersebut yakni

Asiah (2001) dengan menggunakan metode sand blok test membuktikan bahwa nematoda *Meloidogyne* spp. memiliki kecenderungan untuk menuju daerah perakaran akibat adanya eksudat akar.

Rata-rata populasi larva *Meloidogyne* spp. pada perlakuan kontrol berbeda nyata dengan semua perlakuan cendawan *Trichoderma* spp. pada semua blok. Rata-rata populasi tertinggi terdapat pada kontrol yakni blok 1 sebanyak 140 nematoda, blok 2 sebanyak 218 nematoda dan blok 3 sebanyak 225 nematoda. Populasi terendah yakni pada perlakuan cendawan *Trichoderma* dari isolat kentang dengan jumlah blok 1 sebanyak 13,33 nematoda, blok 2 sebanyak 80 nematoda dan blok 3 sebanyak 83,33 nematoda. Hal ini disebabkan karena pada perlakuan kontrol tidak ada cendawan antagonis yang dapat menyebabkan mortalitas terhadap *Meloidogyne* spp. sehingga dapat memungkinkan nematoda tersebut untuk tetap hidup dan sebaliknya.

Intensitas serangan atau pembengkakan akar yang disebabkan oleh larva *Meloidogyne* spp. dapat mempengaruhi besarnya populasi larva dalam akar. Seperti terlihat pada Gambar 1 dan Tabel 2, yang mana intensitas serangan yang tinggi memiliki jumlah populasi larva yang dalam akar lebih besar dan sebaliknya. Oleh karena itu populasi larva pada akar berkorelasi positif dengan intensitas serangan atau indeks bengkak akar. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Dropkin (1996), bahwa ukuran puru yang terbentuk proporsional dengan jumlah nematoda yang terdapat dalam akar dan juga dipengaruhi oleh inangnya.

Rata-rata intensitas serangan perlakuan isolat cendawan *Trichoderma* spp. berbeda nyata dengan perlakuan kontrol tetapi tidak berbeda nyata di antara perlakuan cendawan *Trichoderma* spp. (Gambar 1). Penekanan intensitas serangan pada semua perlakuan baik yang diberikan *Trichoderma* spp. lebih dahulu sebelum aplikasi *Meloidogyne* spp. maupun perlakuan yang diberikan *Trichoderma* spp. setelah aplikasi *Meloidogyne* spp. minimal mencapai 39,33 % dibanding perlakuan kontrol. Hal ini disebabkan karena tanaman pada perlakuan yang diinokulasikan cendawan *Trichoderma* spp. memiliki kemampuan untuk bertahan dari serangan patogen. Pernyataan ini di dukung oleh Sivasithamparan (1998), bahwa respon yang diberikan oleh tanaman inang dengan adanya cendawan endofit sebagai agen hayati dapat merangsang terbentuknya ketahanan fisik melalui peningkatan lignifikasi dinding sel dan secara kimia dengan membentuk enzim dan zat-zat anti cendawan. Lebih lanjut dikemukakan oleh Sharon (2001) bahwa *Trichoderma* spp. dapat mengendalikan penyakit puru akar yang disebabkan oleh *Meloidogyne* spp.,

Adanya perbedaan intensitas serangan yang nyata antara perlakuan kontrol dengan semua perlakuan, kemungkinan disebabkan karena kemampuan cendawan endofit berkembang biak dalam jaringan tanaman sangat signifikan dengan siklus hidup *Meloidogyne* spp. sehingga populasi nematoda menjadi tertekan. Fenomena tersebut sejalan dengan pernyataan Malina dan Davide (1986), kultur filtrate dari cendawan endofit *Penicillium* spp. dapat menginaktifkan dan mematikan *Meloidogyne* spp. Selain itu cendawan antagonis dapat mematikan nematoda dengan menghasilkan cincin-cincin perangkap yang dapat menangkap nematoda lalu

hifanya menembus dinding tubuh nematoda. Hal ini sesuai dengan pendapat Dropkin (1992), bahwa satu tipe jamur menghasilkan cincin yang terdiri atas beberapa sel dan apabila nematoda menyinggung bagian perangkap tersebut, maka sel-sel cincin membengkak dengan segera dan nematoda terperangkap, kemudian hifa menerobos masuk dinding tubuh dan membunuh nematoda.

Perlakuan kontrol memiliki rata-rata intensitas serangan yang tertinggi yakni 94,5% dan terendah pada perlakuan isolat *Trichoderma* dari kentang yang diaplikasikan sebelum *Meloidogyne* spp. yakni 38,83 %. Hal ini terjadi karena pada perlakuan kontrol tidak terdapat mikroorganisme yang dapat menghambat nematoda *Meloidogyne* spp. dalam menginfeksi tanaman dan sebaliknya. Penelitian sebelumnya mendukung hal tersebut yakni Arlin, (2007) dengan menggunakan bakteri antagonis sebagai agen hayati membuktikan pada perlakuan kontrol memiliki intensitas serangan yang lebih besar daripada perlakuan yang diberi bakteri antagonis. Hal tersebut disebabkan karena pada perlakuan kontrol tidak terdapat bakteri antagonis sehingga menciptakan kondisi yang baik bagi patogen dalam pemanfaatan eksudat akar sebagai akibat dari rizosfer tanah yang didominasi oleh patogen khususnya *Meloidogyne* spp.

Rata-rata populasi larva dalam akar semua perlakuan isolat cendawan *Trichoderma* spp. berbeda nyata dengan perlakuan kontrol baik dalam akar pada uji pergerakan nematoda maupun pada percobaan di rumah kaca. Hal ini sejalan dengan yang dilaporkan Asiah (2001), bahwa populasi nematoda pada perlakuan eksudat akar lebih tinggi dibanding pada perlakuan eksudat akar dengan aplikasi cendawan endofit

isolat RS8. Untuk Percobaan di rumah kaca, perlakuan yang diaplikasikan *Trichoderma* spp. setelah *Meloidogyne* spp. memiliki populasi yang lebih besar dibanding perlakuan yang diaplikasikan *Trichoderma* spp sebelum *Meloidogyne* spp. Hal ini kemungkinan disebabkan karena pada perlakuan yang terlebih dahulu diberi *Meloidogyne* spp. kemudian cendawan *Trichoderma* spp. memiliki ketahanan yang lebih rendah akibat *Meloidogyne* spp. terlebih dahulu berada dalam jaringan tanaman jadi apabila agen hayati terlebih dahulu berada di sekitar perakaran tanaman maka dapat menyebabkan ketahanan tanaman lebih tinggi. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Klopper et al. (1995). yang menyatakan bahwa adanya agensia hayati khususnya di daerah perakaran tanaman akan merangsang ketahanan tanaman terhadap patogen tertentu dan akhirnya akan melindungi tanaman dari serangan patogen tersebut.

Populasi larva dalam akar yang tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol dibanding dengan perlakuan cendawan *Trichoderma* spp. baik pada uji pergerakan nematoda maupun pada percobaan di rumah kaca yakni masing-masing sebanyak 16 nematoda dan 1165 nematoda. Sedangkan populasi terendah pada uji pergerakan nematoda yakni perlakuan isolat *Trichoderma* dari kentang sebanyak 3,33 nematoda dan pada percobaan di rumah kaca yakni perlakuan yang diaplikasikan isolat *Trichoderma* dari kentang sebelum *Meloidogyne* spp. sebanyak 97 nematoda. Hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan cendawan *Trichoderma* spp. pada benih tomat berpengaruh negatif pada populasi larva *Meloidogyne* spp. dimana dapat menghambat pergerakan dan aktivitas dari nematoda tersebut dalam menginfeksi akar tanaman.

Hal ini juga disebabkan karena pada perlakuan kontrol tidak terdapat cendawan *Trichoderma* yang mampu menekan perkembangan nematoda puru akar, dimana cendawan ini menghasilkan toksin yang dapat mematikan larva dari *Meloidogyne* spp. Pendapat ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh Olubunmi dan Rajani (2005), bahwa hasil metabolisme yang bersifat racun yang dihasilkan oleh *Trichoderma* spp. mampu mematikan larva nematoda yang berada pada akar dan juga mencegah terjadinya pembengkakan di daerah perakaran.

Berdasarkan hasil analisis statistik juga menunjukkan rata-rata populasi larva nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) pada per 100 gram tanah untuk semua perlakuan cendawan endofit jauh lebih rendah daripada perlakuan kontrol. Populasi tertinggi didapatkan pada kontrol (1760 nematoda) dan terendah pada aplikasi *Trichoderma* spp. sebelum *Meloidogyne* spp. (810 nematoda). Fenomena tersebut kemungkinan disebabkan karena adanya interaksi antara perakaran tanaman dengan cendawan *Trichoderma* spp. dapat menghasilkan metabolit sekunder. Pengaruh metabolit sekunder dan jalinan hifa cendawan kemungkinan dapat menghalangi penetrasi nematoda ke perakaran tanaman menyebabkan sebagian besar larva yang menetas tetap berada dalam tanah (Wahyuni, 2004).

Tabel 1 dan 2 serta Gambar 1, memperlihatkan bahwa *Trichoderma* yang diisolasi dari tanaman kakao dan kentang memberikan penekanan lebih baik daripada perlakuan yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa *Trichoderma* yang diisolasi dari tanaman kakao juga efektif digunakan dalam mengendalikan nematoda puru akar pada tanaman tomat.

Trichoderma yang diisolasi dari tanaman kentang memberikan penekanan terbaik terhadap perkembangan nematoda puru akar pada tanaman tomat. Hal ini disebabkan karena tanaman kentang mempunyai famili yang sama dengan tanaman tomat. Pendapat ini didukung oleh Pracaya (1998) bahwa tanaman tomat merupakan tanaman yang memerlukan banyak sinar matahari dan termasuk dalam golongan Famili Solanaceae dengan tanaman kentang, sehingga *Trichoderma* spp. yang diisolasi dari tanaman kentang lebih mudah beradaptasi dengan tanaman tomat dan menyebabkan cendawan ini mampu bekerja dengan efektif.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat ditarik kesimpulan bahwa perlakuan *Trichoderma* yang diisolasi dari tanaman kentang lebih efektif dalam menghambat pergerakan *Meloidogyne* spp. dari blok I sampai ke blok III dan perakaran. Pada percobaan di rumah kaca perlakuan *Trichoderma* yang diisolasi dari tanaman kentang juga memperlihatkan penekanan terbaik terhadap :

- Intensitas serangan *Meloidogyne* spp. yakni sebanyak 38,83 % dibanding kontrol sebanyak 94,5 %
- Rata-rata populasi larva *Meloidogyne* spp. dalam akar yakni sebanyak 97 nematoda dibanding kontrol sebanyak 1165 nematoda.
- Rata-rata populasi larva *Meloidogyne* spp. pada 100 gram tanah yakni sebanyak 810 nematoda dibanding kontrol sebanyak 1760 nematoda.

Saran

Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan *Trichoderma* spp. yang diformulasikan dalam bentuk bubuk dan diaplikasikan pada skala lapang.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G.N. 1996. **Ilmu Penyakit Tumbuhan** (Penerjemah : Munzir Busman). Gadj Mada University Press, Yogyakarta. Hal. 712.
- Amin, N., 1994. **Untersuchungen Ueber Die Bedeutung Endophytischer Pilze Fue Die Biologische Bekämpfung Der Wanderden Endoparasit Radopholus Similiss (Cob) Therne an Bananen**. PhD. Thesis. University Of Bonn.
- Arlin Rante Toding. 2007. **Efektivitas Formulasi Bakteri *Pseudomonas Fluorescens* Terhadap Mobilitas Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne spp.*) Pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculantum* Mill)**. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian dan Kehutanan, UNHAS, Makassar. Skripsi S1.
- Asiah Suyuti. 2001. **Identifikasi Cendawan Isolat RS8 dan Pengaruh Eksudat Akar dalam Menghambat Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne spp.*) Menuju ke Perakaran Tanaman Sengon (*Paraserianthes Falcataria L. Nielsen*)**. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian dan Kehutanan. UNHAS, Makassar. Skripsi S1.
- Barnett, H. L. and B. B. Hanter, 1972. **Illustrated Genera of Imperfect Fungi**. APS Press, The American Phytopathological Society St. Paul, Minnesota. P 94.
- Chet, T., 1986. **Trichoderma Application, Mode of Action and Potential as a Biocontrol Agent of Soil Borne Plant Pathogen Fungi**. In I Chet (ed). **Innovative Approaches to Plant Disease Control**. A Wiley Interscience Publication. Shon Wiley and Sons inc, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore. Pp 137-155
- Dropkin, V.H., 1992. **Pengantar Nematologi Tumbuhan** (Penerjemah : Suprototo). G.U.P. Yogyakarta.
- Jenkins, W.R. and D.P. Taylor, 1967. **Plant Nematology**. Reinhold Publishing Corporation, New York.
- Klopper, J.W., S. Tuzun, G.W. Zehnder, and G. Wei, 1995. **Multiple Disease Protection By Rhizobacteria That Induce Systemic Resistance, Historical Precedence**. Phytophatology.

- Luc, M., R. A. Sifora. J. Bridge. 1995. **Nematoda Parasitik Tumbuhan di Pertanian Subtropik dan Tropik**. (Penerjemah : Supratoyo). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. Pp 103-104
- Malina, G. C. and R.G. Davide. 1989. **Evaluation of Microbial Extracts for Nematicidal Activity Againsts Plant Parasitic Nematodes *Meloidogyne incognita* and *Radhopulus similis***. Phil. Agr.
- Mehrotra, R. S., 1980. **Plant Pathology**. Tata McGraw Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- Pracaya, 1998. **Bertanam Tomat**. Kanisius, Yogyakarta. Hal. 9-16
- Prihanto, W., 1989. **Penggunaan Jamur *Paeclomyces* sp. Sebagai Agen Pengendali Hayati Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.)**. Prosiding Kongres Nasional X dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia, Denpasar, Bali. P. 196.
- Rahayu, U., 2001. **Uji Endofitisme dan Paratisme Cendawan *Gliocladium* sp. Terhadap *Meloidogyne incognita* Chitwood Dalam Akar Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculantum* Mill)**. Skripsi. Jurusan Hama Dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Dan Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar
- Sahriani, 1999. **Penggunaan Cendawan *Trichoderma* sp. (P11) dan *Fusarium* sp (P12) Terhadap Nematoda Puru Akar *Meloidogyne* spp. Pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculantum* Mill.)**. Skripsi. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian dan Kehutanan, UNHAS, Makassar.
- Sastrahidayat, I. R., 1990. **Ilmu Penyakit Tumbuhan**. Usaha Nasional, Surabaya. Hal. 211-219
- Semangun, H., 1996. **Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan**. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sharon, E., Bar-Eyal, Chet, I., Herrera-Estrella A., Kleifeld O., Spiegel Y., 2001. **Biological Control of the Root-knot Nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum***. Phytopathology 91 : 687-693.
- Sitti Wahyuni Hafid, 2004. **Seleksi 5 Isolat Cendawan Endofit Terhadap Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) Pada Akar Tanaman Markisa (*Passiflora edulis* Sims)**. Skripsi S1. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian dan Kehutanan, UNHAS, Makassar.

- Sivasithamparam.k., 1998. **Root Cortex- The Final Frontier For The Biocontrol Of Root Rot With Fungal Antagonist; A Case Study on a Sterile Red Fungus.** Annual Review of Phytopathologi.
- Thorne, G., 1961. **Principle of Nematology.** Mcgraw Hill. Book Company Inc. New York.
- Walkel, J. Charles, 1976. **Plant Pathology.** Mcgraw Hill. Book Company Inc. New York.
- Warintek, 2004. **Tomat.** Pertanian. Progressio. On. Id (on-line).

Tabel lampiran Ia. Rata-rata Pupulasi Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) pada Blok I dari Berbagai Perlakuan pada Pengamatan Terakhir (1 MST)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	III		
P ₀	120	150	150	420	140
P ₁	40	20	30	90	30
P ₂	12	18	10	40	13.33
P ₃	20	30	10	60	20
Jumlah				610	

Tabel lampiran Ib. Sidik Ragam Rata-rata Pupulasi Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) pada Blok I dari Berbagai Perlakuan pada Pengamatan Terakhir (1 MST)

SK	DB	DK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	2%
Perlakuan	3	32225	10741.66667	83.05**	4.07	7.59
Galat	8	1034.66667	129.3333338			
Total	11	33259.66667				

$$KK = \frac{\sqrt{KTG}}{X_{\text{umum}}} \times 100\%$$

$$= 22.37\%$$

Tabel lampiran 2a. Rata-rata Pupulasi Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) pada Blok II dari Berbagai Perlakuan pada Pengamatan Terakhi (1 MST)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	III		
P ₀	144	230	280	654	218
P ₁	100	120	50	270	90
P ₂	60	80	100	240	80
P ₃	80	130	50	260	86.67
Jumlah				1424	

Tabel lampiran 2b. Sidik Ragam Rata-rata Pupulasi Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) pada Blok II dari Berbagai Perlakuan pada Pengamatan Terakhir (1 MST).

SK	DB	DK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	2%
Perlakuan	3	39624	13208	6.55*	4.07	7.59
Galat	8	16130.6667	2016.333338			
Total	11	55754.6667				

$$\begin{aligned}
 KK &= \frac{\sqrt{KTG}}{X_{\text{umum}}} \times 100\% \\
 &= 37,84\%
 \end{aligned}$$

Tabel lampiran 3a. Rata-rata Pupulasi Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne spp.*) pada Blok III dari Berbagai Perlakuan pada Pengamatan Terakhir (1 MST)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	III		
P ₀	200	225	250	675	225
P ₁	150	100	40	290	96.67
P ₂	150	50	50	250	83.33
P ₃	50	100	150	300	100
Jumlah				1515	

Tabel lampiran 3b. Sidik Ragam Rata-rata Pupulasi Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne spp.*) pada Blok III dari Berbagai Perlakuan pada Pengamatan Terakhir (1 MST)

SK	DB	DK	KT	F hitung	F tabel	
					0,05%	0,01%
Perlakuan	3	39472.9167	13157.6389	5.55*	4.07	7.59
Galat	8	18983.3333	2372.916663			
Total	11	58456.25				

$$\begin{aligned}
 KK &= \frac{\sqrt{KTG}}{X_{\text{umum}}} \times 100\% \\
 &= 38.58\%
 \end{aligned}$$

Tabel lampiran 4a. Rata-rata Populasi Larva Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) yang Terdapat dalam Akar Tanaman Tomat (*Lycopersicum Esculentum* Mill) dari Berbagai Perlakuan pada Pengamatan Terakhir (1 MST)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	I	II	III		
P ₀	14	24	10	48	16
P ₁	8	3	4	15	5
P ₂	2	2	6	10	3.33
P ₃	4	3	6	13	4.33
Jumlah				86	

Tabel lampiran 4b. Sidik Ragam Rata-rata Populasi Larva Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) yang Terdapat dalam Akar Tanaman Tomat (*Lycopersicum Esculentum* Mill) dari Berbagai Perlakuan pada Pengamatan Terakhir (1 MST)

SK	DB	DK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	2%
Perlakuan	3	316.333334	105.4444447	6.33*	4.07	7.59
Galat	8	133.3333333	16.6666667			
Total	11	449.666667				

$$\begin{aligned}
 KK &= \frac{\sqrt{KTG}}{X_{\text{umum}}} \times 100\% \\
 &= 56.79\%
 \end{aligned}$$

Tabel lampiran 5a. Rata-rata Persentase Intensitas Serangan Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum Esculentum* Mill.) dari Berbagai Perlakuan pada Pengamatan Terakhir (6 MSA)

Perlakuan	Presentase serangan (%)
P ₀	94.5
P ₁	57.33
P ₂	51.18
P ₃	53.67
P ₄	48.17
P ₅	38.83
P ₆	42.50

Tabel lampiran 5b. Sidik Ragam Rata-rata Persentase Intensitas Serangan Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum Esculentum* Mill.) dari Berbagai Perlakuan pada Pengamatan Terakhir (6 MSA)

SK	DB	DK	KT	F hitung	F tabel	
					0,05%	0,01%
Perlakuan	6	15.2925	2.54875	5.5959**	3.30	4.47
Galat	14	6.3764	0.45555			
Total	20	21.6689				

$$KK = \frac{\sqrt{KTG}}{X_{\text{umum}}} \times 100\%$$

$$= 20,06\%$$

Tabel lampiran 6. Rata-rata Indeks Bengkak Akar Tanaman Tomat (*L. Esculentum* Mill.) dari Berbagai Perlakuan pada Pengamatan Terakhir (6 MSA)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
P ₀	5.67	6	5.33	17	5.67
P ₁	4	3	3.33	10.33	3.44
P ₂	2.33	3.33	3.67	9.33	3.11
P ₃	4	3.67	2	9.67	3.22
P ₄	2	3.33	3.33	8.66	2.89
P ₅	1.67	2.33	3	7	2.33
P ₆	2.33	2.33	3	7.66	2.55
Jumlah				70.65	

Tabel lampiran 7a. Rata-rata Populasi Larva (*Meloidogyne* spp.) yang ditemukan pada Akar Tanaman Tomat (*Lycopersicum Esculentum* Mill.) dari Berbagai Perlakuan pada Pengamatan Terakhir (6 MSA)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
P ₀	1120	1145	1230	3490	1165
P ₁	310	165	176	651	217
P ₂	81	149	205	435	145
P ₃	295	245	21	561	187
P ₄	31.67	168.33	145	345	115
P ₅	33.33	76.67	181	291	97
P ₆	52	76	196	324	108
Jumlah				6097	

Tabel lampiran 7b. Sidik Ragam Rata-rata Populasi Larva (*Meloidogyne* spp.) yang ditemukan pada Akar Tanaman Tomat (*Lycopersicum Esculentum* Mill.) dari Berbagai Perlakuan pada Pengamatan Terakhir (6 MSA)

SK	DB	DK	KT	F hitung	F tabel	
					0,05%	0,01%
Perlakuan	6	2702014	450335.6667	54.4744**	3.30	4.47
Galat	14	115736.823	8266.9159			
Total	20	2817750.823				

$$\begin{aligned}
 KK &= \frac{\sqrt{KTG}}{\bar{X}_{\text{umum}}} \times 100\% \\
 &= 31,32\%
 \end{aligned}$$

Tabel lampiran 8a. Rata-rata Populasi Larva (*Meloidogyne* spp.) yang ditemukan dalam per 100 gram Tanah pada Akhir Pengamatan (6 MSA)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
P ₀	2053.33	1586.67	1640	5280	1760
P ₁	705	995	985	2685	895
P ₂	1100	518.33	1036.67	2655	885
P ₃	1076.67	700	863.33	2640	880
P ₄	483.33	1006.67	1120	2610	870
P ₅	620	676.67	1133.33	2430	810
P ₆	893.33	866.67	700.33	2460.99	820
Jumlah				20760	

Tabel lampiran 8b. Sidik Ragam Rata-rata Populasi Larva (*Meloidogyne* spp.) yang ditemukan dalam per 100 gram Tanah pada Akhir Pengamatan (6 MSA)

SK	DB	DK	KT	F hitung	F tabel	
					0,05%	0,01%
Perlakuan	6	2102207.14	3503783.69	56.3319**	3.30	4.47
Galat	14	870785.36	62198.95429			
Total	20	2972992.5				

$$\begin{aligned}
 KK &= \frac{\sqrt{KTG}}{\bar{X}_{\text{umum}}} \times 100\% \\
 &= 25.23\%
 \end{aligned}$$