



**PENGARUH KONSENTRASI BIOMASSA CENDAWAN *Gliocladium* sp.
DALAM BUTIRAN ALGINAT UNTUK MENGENDALIKAN
NEMATODA PURU AKAR (*Meloidogyne incognita* Chitwood.) PADA
TANAMAN TOMAT (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**

OLEH

**NAJMA ZAINUDDIN
G411 96 017**

UNIVERSITAS HASANUDDIN	
No. Pendaftaran	12-9-2001
Nama	Fah. Pertanian
Jurusan	I Bop.
Alamat	Hadiah
No. Telepon	010912360
No. Faks	15418 R



**JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN DAN KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2001**

**PENGARUH KONSENTRASI BIOMASSA CENDAWAN *Gliocladium* sp.
DALAM BUTIRAN ALGINAT UNTUK MENGENDALIKAN
NEMATODA PURU AKAR (*Meloidogyne incognita* Chitwood.) PADA
TANAMAN TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill.)**

OLEH

**NAJMA ZAINUDDIN
G411 96 017**

*Laporan Praktikum lapangan dalam Mata Pelajaran Minat Utama
Ilmu Penyakit Tumbuhan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk memperoleh Gelar
Sarjana Pertanian*

Pada

*Fakultas Pertanian Dan Kehutanan
Universitas Hasanuddin*

**JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN DAN KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2001**

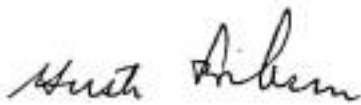
HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Pengaruh Konsentrasi Biomassa Cendawan *Gliocladium* sp.
Dalam Butiran Alginat Untuk Mengendalikan Nematoda
Puru Akar (*Meloidogyne incognita* Chitwood.) pada
Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

Nama Mahasiswa : NAJMA ZAINUDDIN

No. Stambuk : G411 96 017

Menyetujui,



Prof. Dr. Ir. H. Gusti Sarbini, MSc
Pembimbing I

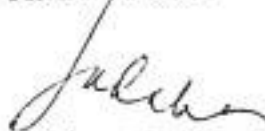


Ir. Zaenab Masjukur, MS
Pembimbing II

Tanggal Pengesahan : Agustus 2001

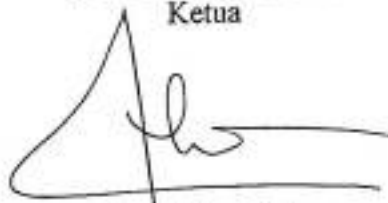
PANITIA UJIAN SARJANA
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN DAN KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN

TIM PENGUJI



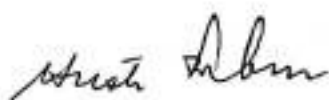
Dr. Ir. La Daha, MS.

Ketua



Ir. Melina, MS.

Sekretaris



Dr. Ir. H. Gusti Sarbini, MSc.

Anggota



Ir. Nur Amin, Dipl. Ing. Agr.

Anggota



Ir. Zaenab Masjkur, MS.

Anggota



DR. Ir. Ade Rosmana, DEA.

Anggota



Ir. Vien Sartika Dewi, MS.

Anggota

Ujian Lulus :

Agustus 2001

RINGKASAN

Sajma Zainuddin (G41196017). Pengaruh Konsentrasi Biomassa Cendawan *Gliocladium* sp. dalam Butiran Alginat untuk Mengendalikan Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne incognita* Chitwood.) pada Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). (Di bawah Bimbingan **Gusti Sarbini dan Zaenab Masjukur**).

Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh konsentrasi biomassa cendawan *Gliocladium* sp. dalam butiran alginat untuk mengendalikan nematoda puru akar (*Meloidogyne incognita* Chitwood.) pada Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian dan Kehutanan, Universitas Samudra Makassar yang berlangsung dari bulan Maret 2001 sampai Juli 2001.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 6 ulangan sebagai berikut : tanaman tomat yang inoculasikan dengan 500 larva stadium II *M. incognita* (kontrol), perlakuan tanaman tomat bibit (40 butir alginat yang terasasi dari 5 g tepung kacang hijau per 100 ml larutan nutrisi agar 1 %) dan inoculasikan 1500 larva stadium II *M. incognita* (A1), perlakuan tanaman tomat bibit (40 butir alginat yang terasasi dari 5 g tepung kacang hijau per 100 ml larutan nutrisi agar 1 %) dan biomassa cendawan *Gliocladium* sp. per 100 ml larutan nutrisi agar 1 % dan inoculasikan 1500 larva stadium II *M. incognita* (A2), perlakuan tanaman tomat bibit (40 butir alginat yang terasasi dari 5 g tepung kacang hijau per 20 g biomassa cendawan *Gliocladium* sp. per 100 ml larutan nutrisi agar 1 %) dan inoculasikan 1500 larva stadium II *M. incognita* (A3), perlakuan tanaman tomat bibit (40 butir alginat yang terasasi dari 5 g tepung kacang hijau per 30 g

biomassa cendawan *Gliocladium* sp. per 100 ml larutan natrium alginat 1 % dan inokulasikan 1500 larva stadium II *M. incognita* (A4), perlakuan tanaman tomat diberi 140 butiran alginat yang berasal dari 5 g tepung kacang hijau dan 40 g biomassa cendawan *Gliocladium* sp. per 100 ml larutan natrium alginat 1 % dan inokulasikan 1500 larva stadium II *M. incognita* (A5).

Semua perlakuan butiran alginat baik yang mengandung cendawan maupun tanpa cendawan *Gliocladium* sp. dapat menekan perkembangan nematoda puru akar *M. incognita* pada tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Dan perlakuan butiran alginat yang mengandung 20 g biomassa cendawan *Gliocladium* sp. (N3) cenderung memberikan hasil yang lebih baik dan efektif dalam menekan perkembangan nematoda puru akar dimana perlakuan ini dapat menekan indeks berlgkak akar sekitar 47,2 % dan meningkatkan berat basah tajuk sekitar 467,85 %.

biomassa cendawan *Gliocladium* sp. per 100 ml larutan natrium alginat 1 % dan inokulasikan 1500 larva stadium II *M. incognita* (A4), perlakuan tanaman tomat diberi 140 butiran alginat yang berasal dari 5 g tepung kacang hijau dan 40 g biomassa cendawan *Gliocladium* sp. per 100 ml larutan natrium alginat 1 % dan inokulasikan 1500 larva stadium II *M. incognita* (A5).

Semua perlakuan butiran alginat baik yang mengandung cendawan maupun tanpa cendawan *Gliocladium* sp. dapat menekan perkembangan nematoda puru akar *M. incognita* pada tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Dan perlakuan butiran alginat yang mengandung 20 g biomassa cendawan *Gliocladium* sp. (N3) cenderung memberikan hasil yang lebih baik dan efektif dalam menekan perkembangan nematoda puru akar dimana perlakuan ini dapat menekan indeks beriggak akar sekitar 47,2 % dan meningkatkan berat basah tajuk sekitar 467,85 %.



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah, puji syukur ke Hadirat Allah SWT, atas berkat rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi ini. Skripsi ini dibuat penulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa dengan selesainya skripsi ini betapa banyak bantuan baik moril maupun materi serta kerjasama dari berbagai pihak sehingga usaha penyelesaian skripsi ini dapat terwujud, baik berupa ilmu pengetahuan selama mengikuti pendidikan maupun berupa petunjuk, bimbingan dan pembinaan dalam rangka penyusunan skripsi ini.

Oleh karena itu, dari lubuk hati yang paling dalam penulis haturkan banyak terima kasih yang tak terhingga kepada :

- ☺ **Bapak PROF.DR.IR. H. GUSTI SARBINI, MSc. dan Ibu IR. ZAENAB MASJKUR, MS.** Yang telah membimbing dengan segala keikhlasan mengarahkan dan memberi dorongan selama pelaksanaan penelitian sampai penyelesaian skripsi ini.
- ☺ **Ibu IR. ZAENAB MASJKUR, MS.** selaku Penasehat Akademik atas bimbingan dan bantuan yang diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan di jurusan tersebut.

- ☺ **Bapak Dr.IR. ADE ROSMANA, DEA** selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan beserta seluruh staf dosen pengajar dan staf pegawai terkhusus buat **Pak Kama dan Pak Ali** atas segala bantuannya selama ini.
- ☺ Sembah suju dan terima kasih yang tak terhingga kepada Ayahanda (alm.) **ZAINUDDIN TAYYEB dan Ibunda ST. NAWARA** yang senantiasa memberi dorongan dan doa restu kepada ananda sehingga penulis dapat menyelesaikan study. Semoga Allah SWT, memberikan umur dan kesempatan kepada penulis untuk mebalas jasa-jasanya kelak dikemudian hari, Amin.....
- ☺ Khusus buat kakak-kakakku : **ZAENAL ABIDIN & NUNUK, ABD RAHMAN, ABDULLAH & NANDA DAN FAISAL** dan kemenakanku **KIKI, WULAN, WAWAN DAN DWI** yang senantiasa memberi dorongan dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan study.
- ☺ Spesial buat Kakanda **IR. IRFAN** terima kasih atas perhatian, dorongan dan doanya selama ini.
- ☺ Semua sahabat-sahabatku : **Chia (thaks for all), Hikmah, Asiah&Edi, Butet, Yu', Indah&Jo, Ipha, Rosma&Iwa, Vera&Wawan, Ririn&Arman, Fatma, dan Dhia.** Terima kasih atas kebersamaan dan bantuannya selama ini.
- ☺ Koloni "96" : **Irma (thanks for all), Tamin, Subi, Tion, Badawi, Takbir, Chandra, Yudi, Yakub, Ice, Nina, Ike, Ema, Adri, Stella, Fitri, Ifa, Mantha dan Yuyun.**

☺ Teman-teman koloni HMPT : **Kak Iya (terima kasih untuk semua bantuannya), Kak Babba, Kak Adrian, Kak Maliki (the big enemy), Kak pina, Kak Salim, Kak Ina, Kak Allang, Kak Umi, Fatma, Bahar, serta keluarga besar HMPT lainnya tak terkecuali.**

Penulis Menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari harapan kita semua baik dari segi penulisan maupun cara penyajiannya dan akhir kata semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada kita semua. Insya Allah.

Makassar, Agustus 2001

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	i
DAFTAR GAMBAR.....	ii
PENDAHULUAN	
Latar Belakang.....	1
Hipotesis.....	3
Tujuan dan Kegunaan.....	4
TINJAUAN PUSTAKA	
1. Nematoda Puru Akar (<i>Meloidogyne incognita</i> Chitwood.).....	5
Sistimatika.....	5
Sebaran dan Arti Ekonomi.....	5
Morfologi.....	7
Siklus Hidup.....	8
Ekologi.....	9
Gejala Serangan.....	10
Pengendalian.....	12
2. Cendawan Antagonis.....	13
<i>Gliocladium</i> sp.	13
3. Pelet Alginat.....	14
BAHAN DAN METODE	
Tempat dan Waktu.....	16
Metode Pelaksanaan.....	16

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil.....	22
Pembahasan.....	28

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan.....	33
Saran.....	33

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

Daftar Isi



No	Lampiran	Halaman
1a	Rata-rata Indeks Infeksi dari Tanaman Tomat dan Berbagai Perlakuan.....	36
1b	Sidik Ragam Rata-rata Indeks Infeksi dari Tanaman Tomat dan Berbagai Perlakuan.....	36
2a	Rata-rata Populasi Larva Terinfeksi di Tanah (10 g) dan Berbagai Perlakuan.....	37
2b	Sidik Ragam Rata-rata Larva Terinfeksi di Tanah (10 g) dan Berbagai Perlakuan.....	37
3a	Rata-rata Populasi Larva Tidak Terinfeksi di Tanah (10 g) dan Berbagai Perlakuan.....	41
3b	Sidik Ragam Rata-rata Larva Tidak Terinfeksi di Tanah (10 g) dan Berbagai Perlakuan.....	41
4a	Rata-rata Populasi Telur Terinfeksi dari 5 g Berat Akar Tanaman Tomat.....	42
4b	Sidik Ragam Rata-rata Telur Terinfeksi dari 5 g Berat Akar Tanaman Tomat.....	42
5a	Rata-rata Populasi Telur Tidak Terinfeksi dari 5 g Berat Akar Tanaman Tomat.....	43
5b	Sidik Ragam Rata-rata Telur Tidak Terinfeksi dari 5 g Berat Akar Tanaman Tomat.....	43
6a	Rata-rata Berat Basah Tajuk Tanaman Tomat pada Akhir Pengamatan.....	44
6b	Sidik Ragam Berat Basah Tajuk Tanaman Tomat pada akhir Pengamatan.....	44
7a	Rata-rata Berat Basah Akar Tanaman Tomat pada Akhir Pengamatan.....	45
7b	Sidik Ragam Berat Basah Akar Tanaman Tomat pada Akhir Pengamatan.....	45

DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
1.	Rata-rata Indeks Bengkakan Akar Tanaman Tomat dari Berbagai Perlakuan.....	22
2.	Rata-rata Populasi Larva Tidak Terinfeksi dan Terinfeksi Cendawan <i>Gliocladium</i> sp. per 200 g Tanah.....	24
3.	Rata-rata Populasi Telur Tidak Terinfeksi dan Terinfeksi Cendawan <i>Gliocladium</i> sp. per 5 g Akar Tomat.....	25
4.	Rata-rata Berat Basah Tajuk dan Berat Basah Akar Tanaman Tomat...	27

Lampiran

1.	Larva <i>Meloidogyne incognita</i> yang Terinfeksi oleh Cendawan <i>Gliocladium</i> sp.....	46
2.	Larva <i>Meloidogyne incognita</i> yang Tidak Terinfeksi oleh Cendawan <i>Gliocladium</i> sp.....	46
3.	Telur <i>Meloidogyne incognita</i> yang Terinfeksi oleh Cendawan <i>Gliocladium</i> sp.....	47
4.	Telur <i>Meloidogyne incognita</i> yang Tidak Terinfeksi oleh Cendawan <i>Gliocladium</i> sp.....	47

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) termasuk dalam famili Solanaceae genus *Lycopersicum* dan merupakan tanaman yang memerlukan banyak sinar matahari dan kelembaban yang cukup (Bienz, 1980). Tanaman ini berasal dari Peru Amerika Latin ini memiliki peluang pasar yang bagus, di samping memenuhi kebutuhan dalam negeri juga merupakan komoditi unggulan untuk ekspor (Anonim, 1995). Buah tomat yang akhirnya dinyatakan sebagai sumber kesehatan ternyata benar dan diakui oleh dunia termasuk Indonesia. Di negara-negara yang sedang berkembang buah tomat merupakan sumber vitamin A dan C yang murah dan terjangkau oleh daya beli masyarakat (Soewito, 1987).

Salah satu penyakit penting pada tanaman tomat adalah penyakit puru akar yang disebabkan oleh *Meloidogyne* spp. Nematoda tersebut terdapat hampir di seluruh dunia dan merupakan nematoda penting terutama di daerah tropik. Yang paling merusak diantara species *Meloidogyne* di daerah tropika adalah *Meloidogyne incognita* dan spesies ini dapat menurunkan hasil sebesar 15 – 60 %, tergantung pada padatnya populasinya di dalam tanah (Sarhini *et al.*, 2000). Selanjutnya Prihanto (1989) menyatakan bahwa kerusakan tanaman dapat mencapai 70 % bila tanaman itu rentan. Populasi larva *Meloidogyne* spp. antara 500 sampai 800 ekor/kg tanah dapat menyebabkan turunnya produksi buah tomat sampai 40 persen (Sastrahidayat, 1985).

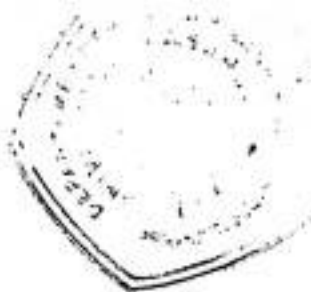
Serangan nematoda pada akar tanaman akan menimbulkan gejala khas pada bagian akar yang akan mengalami pembengkakan, tanaman yang terserang biasanya

menyebabkan menjadi layu juga menunjukkan gejala pertumbuhan yang tidak sehat seperti kerdil dan cenoerung mudah layu pada hari panas, sehingga kualitas dan produksi tanaman akan menurun (Sastrahidayat, 1985).

Berbagai usaha telah dicoba untuk mengendalikan penyakit ini yaitu dengan mengusahakan penanaman tanaman yang memiliki daya tahan (resisten), dengan metode budidaya berbagai pola atau memodifikasi kondisi tanah yang tidak cocok untuk pertumbuhan nematoda tersebut atau dengan menggunakan nematisida. Di Indonesia petani biasa menggunakan nematisida seperti carbofuran untuk mengendalikan nematoda puru akar tersebut. Dengan makin meningkatnya harga nematisida tersebut dan berbagai dampak negatif terutama bagi lingkungan dan kesehatan manusia yang diakibatkannya, penggunaan nematisida jauh berkurang. Salah satu alternatif pengganti nematisida dengan cara menggunakan mikroorganisme yang bersifat antagonis terhadap patogen tersebut, menguntungkan bagi tanaman yang dilindungi dan aman bagi lingkungan.

Penggunaan mikroorganisme antagonis untuk mengendalikan puru akar telah banyak diteliti dan beberapa di antaranya sangat prospektif untuk menggantikan nematisida. Salah satunya adalah cendawan parasit *Meloidogyne* spp., yaitu *Gliocladium* sp., yang dapat menginfeksi telur dan larva *Meloidogyne* spp. (Sarhini *et al.*, 1996). Selanjutnya Sarah (1991) melaporkan bahwa *Gliocladium* sp. mempunyai potensi yang cukup baik untuk mengendalikan nematoda *Meloidogyne* spp. pada tanaman tomat.

Selanjutnya Fachira (1997) telah mencoba pelet alginat yang mengandung cendawan *Gliocladium* sp. ditambah nutrisi kacang hijau untuk menekan intensitas



serangan nematoda puru akar pada tanaman tomat lebih baik dibandingkan dengan *Gliocladium* sp. yang biakkan pada media serbuk gergaji + bubuk kacang hijau + pasir dengan perbandingan 13 : 3 : 1. Demikian pula penelitian yang dilakukan oleh Rostini (1998) diperoleh bahwa dengan pemberian butiran alginat yang mengandung bubuk kacang hijau dan *Gliocladium* sp. yang dibiakkan pada molasses broth meningkatkan efektifitas cendawan tersebut dan ternyata mampu menekan intensitas serangan *Meloidogyne* spp. dari 61,50 % menjadi 22,25 % pada tanaman tomat. Sejauh ini jumlah biomassa cendawan antagonis yang diformulasikan dalam pelet alginat adalah 40 g per 100 ml larutan Na alginat 1%.

Berdasarkan hal tersebut di atas untuk meningkatkan efisiensi produksi butiran alginat tersebut maka diadakan penelitian mengenai penggunaan berbagai konsentrasi biomassa cendawan *Gliocladium* sp. yang diaplikasikan dalam bentuk butiran alginat yang diharapkan mampu untuk menekan tingkat serangan nematoda puru akar pada tingkat yang lebih rendah.

Hipotesis

Terdapat konsentrasi biomassa *Gliocladium* sp. dalam bentuk butiran alginat yang paling efektif untuk mengendalikan nematoda puru akar (*Meloidogyne incognita* Chitwood.) pada tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh konsentrasi biomassa cendawan *Gliocladium* sp. dalam butiran alginat untuk mengendalikan nematoda puru akar (*Meloidogyne incognita* Chitwood.) pada tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill).

Penelitian ini diharapkan sebagai salah satu cara dalam upaya pengendalian nematoda parasit tanaman secara hayati di lapang dan sebagai bahan informasi bagi penelitian yang akan datang.

TINJAUAN PUSTAKA

Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne incognita* Chitwood.)

Sistematika

Sistematika nematoda puru akar *Meloidogyne incognita* menurut Thorne (1961) adalah sebagai berikut :

- Kingdom : Animalis
- Filum : Aschelminthes
- Klas : Nematoda
- Ordo : Tylenchida
- Famili : Heteroderidae
- Genus : *Meloidogyne*
- Spesies : *incognita*

Sebaran dan Arti Ekonomi

Meloidogyne incognita merupakan nematoda parasit tumbuhan paling penting dan paling luas sebarannya (Jensen, 1972). Sherf dan Macnab (1986) menyatakan bahwa nematoda puru akar (*Meloidogyne incognita*) pertama kali ditemukan di Inggris pada tahun 1885. Namun sebelumnya telah dilaporkan bahwa nematoda tersebut telah ditemukan pada daerah beriklim tropis dan subtropis.

Kisaran inang nematoda ini sangat luas sekitar 2000 spesies tumbuhan (Agrios, 1996). Sedangkan Jensen (1972) menyatakan bahwa sekitar 2500 macam inang dari *Meloidogyne incognita* yang meliputi hampir seluruh tanaman budidaya terutama tanaman kentang dan tomat. Menurut Lucas *et al.* (1985), *Meloidogyne*

spp. mempunyai lebih dari 3000 tanaman inang yang mewakili semua famili tanaman. Selanjutnya dikatakan oleh Eisenback (1981) bahwa 90 % atau lebih kerusakan pada tanaman pertanian oleh genus *Meloidogyne* disebabkan oleh *M. incognita*, *M. javanica* dan *M. hapla*. Dari 1000 populasi nematoda puru akar yang dikumpulkan dari 75 negara 535 diidentifikasi sebagai *M. incognita*, 8 % sebagai *M. arenaria*, 8 % *M. hapla*, 2 % sebagai *M. exigua* atau spesies lain (Johnson dan Fassuliotis, 1984 in Luc *et al.*, 1995).

Nematoda puru akar dapat dengan mudah menyebar melalui partikel tanah, alat-alat pertanian, irigasi, banjir, drainase, kaki hewan dan debu yang menyebarkan secara lokal, sedangkan untuk jarak yang cukup jauh melalui produk pertanian dan bibit tanaman (Agrios, 1996). Populasi nematoda banyak ditemukan di tanah pada kedalaman 15 cm. Penyebaran nematoda tidak beraturan dan paling banyak ditemukan pada atau di sekitar perakaran tanaman yang rentan (Mehrota, 1980).

Kerusakan tanaman yang ditimbulkan dapat menurunkan produksi tomat 15 - 60 % bahkan dapat mencapai 70 % bila tanaman tersebut rentan (Prihanto, 1989). Sastrahidayat (1985) menyatakan bahwa dengan sekitar 500 sampai 800 larva *M. incognita* per kg tanah dapat menurunkan produksi tomat sebesar 40 %. Di Meksiko kerugian karena *M. incognita* pada tanaman tomat, kentang, kopi dan jagung dapat mencapai 30 - 100 % tergantung pada jenis tanaman dan populasi awal dari nematoda (Sosa - Mosa, 1985).

Morfologi

Bentuk *M. incognita* betina menyerupai buah pir, berukuran panjang 0,4 – 1,3 mm, diameter 0,27mm – 0,75 mm dan lebar 0,15 – 0,24 mm. Sedangkan *M. incognita* jantan berbentuk bulat panjang dengan ukuran sekitar 1,2 – 1,5 mm dan diameter 0,03 – 0,36 mm (Walker, 1976).

Telur nematoda *M. incognita* berbentuk bulat memanjang dengan ukuran panjang (67 – 128 μm) dan lebarnya (30 – 52 μm) (Singh, 1978). Telur nematoda diselubungi oleh substansi semacam gelatin dalam bentuk paket telur dan melekat pada jaringan akar tanaman inangnya (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 stadium II panjangnya 350 – 500 μm dan lebarnya 10 – 20 μm (Walker, 1976). Larva ini bergerak diantara sel-sel tanaman dan tiba di dekat silinder pusat, di tempat tersebut larva tersebut menetap dan menyebabkan perubahan sel-sel yang akan menjadi makanannya. Larva melakukan pergantian kulit dengan cepat untuk kedua dan ketiga kalinya tanpa makan, selanjutnya menjadi jantan dan betina (Dropkin, 1991).

Nematoda betina dewasa berbentuk seperti buah pir bersifat endoparasit yang tidak berpindah (sedentary), mempunyai leher pendek dan tanpa ekor. Panjang lebih dari 0,4 – 1,3 mm dan lebarnya antara 0,3 – 0,4 mm. Sedangkan nematoda jantan dewasa berbentuk memanjang bergerak lambat di dalam tanah. Panjangnya

bervariasi dan maksimum 2 mm, kepalanya berlekuk dan panjang stylet hampir dua kali panjang stilet betina yaitu sekitar 18 – 20 mm (Singh, 1978).

Siklus Hidup

Terdapat tiga stadia pertumbuhan pada siklus hidup spesies-spesies *M. incognita* yaitu stadium telur, stadium larva dan stadium dewasa (Agrios, 1978). Stadia larva terdiri dari 4 fase yaitu larva 1 sampai larva 4 (Mehrota, 1980). Lama siklus hidup nematoda puru akar sekitar 18 – 21 hari, tetapi pada kondisi yang optimum siklus hidupnya sekitar 3 sampai 4 minggu dan akan menjadi lama pada suhu yang dingin (Dropkin, 1991).

Jumlah telur yang dihasilkan oleh seekor betina tergantung pada kondisi lingkungannya, jika suhu sekeliling tidak sesuai maka produksi telur sedikit atau tidak ada. Pada kondisi biasa tiap betina dapat menghasilkan 300 sampai 800 telur sedangkan pada kondisi optimum dapat menghasilkan lebih dari 2800 telur (Sheri dan Macnab, 1986). Nematoda betina terus menerus menghasilkan telur selama hidupnya dan kadang-kadang jumlahnya mencapai lebih dari 1000 telur (Dropkin, 1991).

Mekanisme penetasan telur dimulai dari perkembangan embrio telur menjadi larva stadium I, ganti kulit pertama terjadi di dalam telur kemudian tiga kali pergantian selanjutnya terjadi di dalam jaringan tanaman. Setelah menjadi larva stadium II nematoda ini berusaha keluar dengan merusak kulit telur dengan menggunakan stiletnya. (Dropkin, 1991).

Larva stadium II bergerak mencari tanaman inang untuk mengadakan penetrasi, karena stiletnya belum begitu kuat maka larva-lavanya sebagian besar masuk di bagian ujung-ujung akar atau didekatnya. *Meloidogyne* spp. merupakan parasit menetap (endoparasitik sedentary), sekali mereka mendapatkan tempat di jaringan tanaman maka tidak berpindah-pindah lagi dan menyebabkan perubahan sel (Sastrahidayat, 1985; Dropkin, 1991).

Ekologi

Menurut Sastrahidayat (1985) nematoda dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan yaitu suhu, kelembaban tanah, besar partikel tanah, pH tanah, keadaan tanaman inang dan kandungan bahan anorganik. Selanjutnya Sasser dan Carter (1985) menyatakan bahwa suhu adalah salah satu dari faktor lingkungan yang sangat penting dalam mempengaruhi kehidupan nematoda, distribusi, embriogenesis dan penetasan, perpindahan dan penetrasi, perkembangan dan gejala-gejala pada tanaman. Singh (1978) menyatakan bahwa nematoda parasit tanaman tidak aktif pada suhu rendah 5 – 15 °C dan suhu tinggi 30 – 40 °C, suhu 25 – 28 °C adalah suhu optimum untuk infeksi, multiplikasi dan peningkatan puru. Sedangkan Pracaya (1993) menyatakan Perkembangan *M. incognita* dari larva sampai peletakan telur diperlukan waktu 17 hari pada suhu 24,5 °C, 21 – 30 hari untuk suhu 20 °C dan 31 hari pada suhu 15,4 °C dan diatas 33,5 °C betina tidak mencapai dewasa dan larva akan mati pada suhu 40 °C (Dropkin, 1991). Selanjutnya Sasser dan Carter (1985) menyatakan bahwa perpindahan dan penetrasi nematoda berlangsung lebih cepat pada suhu yang tinggi. Siklus hidup nematoda juga berlangsung lebih cepat pada suhu yang tinggi.

Oleh karena itu banyak generasi dihasilkan pada suhu tinggi disamping itu juga sedikit jantan yang berkembang.

Penetasan telur *Meloidogyne* spp. tidak memerlukan rangsangan sekresi yang dikeluarkan oleh akar. Kelembaban dan oksigen sangat diperlukan sebagai rangsangan untuk penetasan telurnya. Penetasan telur akan terhambat untuk jangka waktu yang pendek oleh keadaan kering dan suhu yang rendah (Christie, 1959). Menurut Dropkin (1980) nematoda puru akar membutuhkan kelembaban pada setiap stadia tumbuhnya. Kandungan air tanah yang baik untuk perkembangan nematoda ini adalah sekitar 40 % - 60 % . Pada *Meloidogyne* spp. jumlah puru akar paling banyak terjadi pada kandungan air 60 %.

Pertukaran udara dalam tanah (aerasi tanah) dapat mempengaruhi kehidupan nematoda. Bila keadaan udara dalam tanah cukup maka perkembangan nematoda baik, akan tetapi bila tanah-tanah terendam air maka nematoda akan mati. *Meloidogyne* spp. berkembang dengan baik pada tanah berpasir, tetapi kurang berkembang pada tanah-tanah yang berliat (Dropkin, 1991).

Gejala Serangan

Gejala serangan nematoda pada tanaman menunjukkan gejala yang khas pada bagian akar di bawah permukaan tanah. Tumbuhan yang terserang biasanya menunjukkan pertumbuhan terhambat (kerdil) dan cenderung mudah layu pada hari panas. Sedangkan akarnya akan mengalami pembengkakan dengan berbagai macam bentuk (Sastrahidayat, 1985). Generasi larva stadium II muncul dari telur pada permukaan puru dan menyerang akar di dekatnya. Setiap larva akan semakin

menambah besarnya puru hingga sebesar buah kenari dan hal tersebut terjadi pada infeksi yang berat pada inang tertentu (Dropkin, 1991). Puru akar merupakan ciri khas serangan nematoda *M. incognita* (Walker, 1976). Puru yang terbentuk berbeda dengan bintil akar yang terbentuk pada tanaman tomat, karena puru tersebut sulit untuk dilepaskan (Walker, 1952). Tipe puru akar yang dihasilkan oleh nematoda puru akar tergantung dari spesies tanaman inang. Pada tanaman tomat, purunya berbentuk bulat yang bisa mencapai diameter 1 - 2 cm atau lebih kebanyakan terjadi pada akar tunggang tanaman, sedangkan pada ujung akar akan terbentuk puru yang kecil-kecil (Street, 1972). Ukuran puru dapat bermacam-macam mulai dari sekecil kepala peniti sampai sebesar kacang polong, tergantung usia dan jumlah nematoda (Thomas, 1995).

Menurut Walker (1952) gejala serangan *Meloidogyne* spp. di atas permukaan tanah yaitu daun lebih pucat dari daun yang normal, tanaman kerdil dan layu pada musim panas. Sedangkan menurut Agrios (1978) akibat serangan nematoda ini maka bunga dan buah akan berkurang atau mutunya menjadi rendah. Mekanismenya dimulai dari masuknya nematoda ke dalam akar tumbuhan melalui bagian-bagian epidermis yang terletak dekat tudung akar. Nematoda ini mengeluarkan enzim endopektin metil transeliminase yang dapat menguraikan pektin. Dengan terurainya bahan-bahan penyusun dinding sel ini maka dinding sel akan rusak atau terjadi luka. Selanjutnya nematoda ini bergerak di antara sel-sel atau menembus sel-sel menuju jaringan sel yang terdapat cukup cairan makanan, kemudian menetap dan berkembang biak (Bird, 1972).

Pengendalian

Pengendalian nematoda dapat dilakukan dengan cara kimia, bercocok tanam, sanitasi dan secara hayati (Mehrota, 1980). Pada awalnya pengendalian nematoda puru akar diutamakan dengan menggunakan nematisida, karena perlakuan tersebut hasilnya segera dapat dilihat, namun nematisida pada umumnya sangat mahal terutama apabila digunakan pada tanaman yang bernilai ekonomi rendah (Dropkin, 1991). Pengendalian hayati adalah salah satu alternatif sebagai pengganti cara kimia dan cara ini sudah lama dicoba. Mulyadi (1989) menyatakan bahwa keistimewaan pengendalian hayati adalah mengurangi dampak negatif pestisida. Prinsip pengendalian hayati adalah usaha pengurangan kepadatan inokulum atau parasit pada saat aktif, dengan memanipulasi lingkungan inang atau antagonisnya atau dengan mengintroduksi satu atau lebih antagonis yang bertujuan untuk mengurangi inokulum patogen dengan meningkatkan ketahanan tanaman, mengurangi terjadinya infeksi patogen pada tanaman inang dan menurunkan daya serang patogen (Baker dan Cook, 1982). Salah satu alternatif metode pengendalian adalah dengan menggunakan agen pengendali hayati (mikroorganisme antagonis) yang memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan (Sarhini *et al.*, 1999). Pengendalian biologi terutama ditujukan terhadap patogen yang bersifat tular tanah (soilborne pathogen) yang diarahkan pada usaha memodifikasi lingkungan tanah sehingga antagonis saprofit dapat tumbuh dan berkembang serta mencapai populasi maksimum dalam tanah (Waksman, 1961).

Cendawan Antagonis

Pengendalian hayati dilakukan dengan menggunakan parasit atau predator pada telur, larva atau nematoda dewasa agar dapat menekan populasi nematoda (Dropkin, 1991). Duddington (1975) melaporkan bahwa terdapat kurang lebih 50 spesies cendawan yang dapat menangkap dan membunuh nematoda di dalam tanah, pada bahan-bahan organik yang telah hancur dan tempat-tempat lain. Semuanya mempunyai potensi sebagai agen pengendali hayati terhadap nematoda.

Mekanisme antagonisme cendawan terhadap nematoda terutama berupa gangguan mekanik dan penguraian enzimatik pada beberapa struktur nematoda seperti kulit telur dan kutikula larva (Kabana dan Jones, 1996). Juga terdapat adanya pengaruh metabolik cendawan yang beracun terhadap nematoda (Molina dan Davide, 1966).

Sarbini (1993) mengemukakan bahwa cendawan parasit telur *Meloidogyne* spp. terutama spesies *Gliocladium* sp. dan *Paecilomyces* sp. mempunyai prospek untuk dikembangkan sebagai agen pengendali secara hayati untuk mengendalikan *Meloidogyne* spp.

Gliocladium sp.

Ainsworth (1971) menggolongkan cendawan *Gliocladium* sp. ke dalam Divisi: Eumycota, Sub divisi: Deuteromycotina, Klas: Hyphomycetes, Ordo: Hyphomycetales, Famili: Moniliceae, Genus: *Gliocladium*.

Menurut Barnett dan Hunter (1979) genus *Gliocladium* memiliki konidiofor yang bersepta dan memiliki percabangan ke atas membentuk struktur sikat yang

kompak. Masing-masing percabangan membentuk alur berputar yang memiliki 4 – 5 kelompok konidia. Konidia berbentuk lonjong sampai pipih dan hialin.

Menurut Webster dan Lomas (1964) *Gliocladium* sp. dapat memproduksi gliovirin dan viridin yang merupakan antibiotik yang bersifat fungistatik. Gliovirin merupakan senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan beberapa cendawan dan bakteri. Viridin dapat menghambat pertumbuhan beberapa cendawan. Selanjutnya *Gliocladium* sp. juga dapat menghasilkan enzim hidrolitik, kitinase dan laminase.

Butiran Alginat

Alginat merupakan koloid ganggang yang dapat diekstraksi dari ganggang laut sebagai campuran asam alginat dan garam-garam tertentu. Alginat pada umumnya berbentuk bubuk putih dan kadang-kadang berbentuk pasta. Alginat dapat dimurnikan sebagai Na-alginat dan sedikit zat-zat lain (Kick *et al.*, 1971 in Ernestina, 1984).

Perkembangan baru cara aplikasi cendawan antagonis dalam pengendalian patogen dalam tanah adalah dengan memformulasikan cendawan tersebut ke dalam butiran alginat. Formula dari butiran ini memiliki beberapa keuntungan antara lain dapat disimpan kering dan diaktifkan kembali dengan dehidrasi dan melindungi dari sinar ultra violet dan faktor lingkungan yang dapat mengurangi keefektifan di lapangan (Walker dan Connick, 1983; Lewis dan Papavizas, 1987).

Aplikasi formulasi alginat yang mengandung mikroorganisme antagonisme merupakan suatu inovasi dalam pengendalian patogen tular tanah (Lewis dan Papavizas, 1987).



Butiran alginat yang mengandung isolat *Gliocladium* sp. dan substrat berupa bubuk kacang hijau atau bubuk daun gliricidia ternyata mampu meningkatkan efektifitas cendawan tersebut dan menekan pertumbuhan dari nematoda puru akar pada tanaman tomat dengan baik (Sarbini, 1999).

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Jurusan hama dan Penyakit Tanaman dan Rumah Kaca Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Hasanuddin yang berlangsung pada bulan Maret 2001 sampai bulan Juli 2001.

Metode Pelaksanaan

Rancangan Percobaan

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 6 perlakuan dan 6 ulangan yaitu :

- A0 = Tanaman tomat diinokulasi 1500 larva *Meloidogyne incognita*.
- A1 = Tanaman tomat diberi 140 butiran alginat yang berasal dari dan 5 g tepung kacang hijau per 100 ml larutan natrium alginat 1% dan diinokulasikan dengan 1500 larva *M. incognita*.
- A2 = Tanaman tomat diberi 140 butiran alginat yang berasal dari 5 g tepung kacang hijau dan 10 g biomassa *Gliocladium* sp. per 100 ml larutan natrium alginat 1% dan diinokulasikan dengan 1500 larva *M. incognita*.
- A3 = Tanaman tomat diberi 140 butiran alginat yang berasal dari 5 g tepung kacang hijau dan 20 g biomassa *Gliocladium* sp. per 100 ml larutan natrium alginat 1% dan diinokulasikan dengan 1500 larva *M. incognita*.
- A4 = Tanaman tomat diberi 140 butiran alginat yang berasal dari 5 g tepung kacang hijau dan 30 g biomassa *Gliocladium* sp. per 100 ml larutan natrium alginat 1% dan diinokulasikan dengan 1500 larva *M. incognita*.
- A5 = Tanaman tomat diberi 140 butiran alginat yang berasal dari 5 g tepung kacang hijau dan 40 g biomassa *Gliocladium* sp. per 100 ml larutan natrium alginat 1% dan diinokulasikan dengan 1500 larva *M. incognita*.

Penyediaan Telur dan Larva *Meloidogyne incognita*

Akar tanaman tomat yang menunjukkan gejala puru akar diambil bintilnya kemudian diinokulasikan pada tanaman sehat yang berumur 4 minggu lalu ditanam pada campuran tanah, pupuk kandang dan pasir dengan perbandingan 3 : 1 : 1 yang telah disterilkan. Setelah 3 minggu kemudian akar tanaman tersebut yang menimbulkan puru diinokulasikan lagi pada tanaman tomat yang sehat. Lalu setelah tanaman baru tersebut berumur 3 minggu kemudian dilakukan identifikasi nematoda dengan menggunakan metode sidik pantat (perineal Pattern) dengan cara bagian tanaman yang menunjukkan gejala puru dan mengandung betina dewasa ditempatkan pada cawan petri yang berisi air lalu nematoda betina dikeluarkan dengan bantuan jarum pentul, bagian leher dari nematoda dipotong dengan eskulap lalu ditekan untuk mengeluarkan isi dari nematoda, kemudian direndam dalam asam laktat 45 %, selanjutnya setengah bagian dari posterior dipotong lalu ditempatkan dalam gliserin selama 30 menit, kemudian diamati dibawah mikroskop. Setelah dipastikan bahwa nematoda yang diperoleh adalah *M. incognita* maka dilakukan ekstraksi telur menurut Metode Baker (1985). Akar tanaman tomat dibersihkan dari tanah dengan air, kemudian dipotong-potong dengan ukuran kurang lebih 2 cm. Akar tersebut dimasukkan dalam erlenmeyer yang berisi NaOCl 5 % lalu dikocok selama 3 - 4 menit. Larutan tersebut lalu disaring ke dalam saringan 40 mesh, 200 mesh dan 500 mesh, selanjutnya dibilas dengan air untuk menghilangkan NaOCl. Telur yang diperoleh ditampung dalam erlenmeyer berisi aquades dan untuk menetas telur nematoda tersebut menggunakan aerator. Setelah 10 hari telur menetas menjadi larva

stadium II, maka dilakukan perhitungan larva dengan cara pengambilan sampel 0,1 ml dari suspensi sebanyak 5 kali dan dihitung di bawah mikroskop.

Perbanyakkan Gliocladium sp. dan Penyediaan Cendawan dalam Bentuk Pelet Alginat

Gliocladium sp. yang digunakan adalah stok yang berasal dari Laboratorium Soil Borne Pathogens Fakultas Pertanian dan Kehutanan UNHAS yang diperbanyak dengan menggunakan media PDA. Selanjutnya biakan murni yang diperoleh diinjeksikan pada tanaman yang mengandung nematoda. Lalu diinkubasikan selama satu minggu. Selanjutnya dilakukan ekstraksi telur dan larva dengan cara akar tanaman yang mengandung nematoda dan telah diinokulasi dengan cendawan *Gliocladium sp.* dibersihkan dari tanah, lalu dipotong-potong sepanjang 2 cm, kemudian ditempatkan pada erlenmeyer steril yang berisi larutan NaOCl 5 % lalu dikocok untuk melepaskan telur, larutan yang mengandung telur dan larva disaring dengan menggunakan saringan 500 mesh, lalu di permukaan saringan disemprot dengan air steril dan ditampung dalam gelas beaker steril, kemudian dilakukan pengamatan telur dan larva yang terinfeksi oleh cendawan *Gliocladium sp.* Telur dan larva yang terinfeksi ditanam pada cawan petri steril. Kemudian ditumbuhkan pada media Rose Bengal Agar dan diinkubasikan selama 1 minggu. Selanjutnya biakan murni yang diperoleh dikulturkan kembali pada media cair Molasses Broth (MB), kemudian diinkubasikan pada Rotary Shaker 100 rpm selama 10 hari. Setelah itu biomassa cendawan tersebut dipanen. Masing-masing biomassa 40 g cendawan *Gliocladium sp.* + 100 ml larutan Natrium Alginat 1% + 5 g tepung kacang hijau, 30 g cendawan *Gliocladium sp.* + 100 ml larutan natrium alginat 1% + 5 g tepung kacang hijau, 20 g cendawan

Gliocladium sp. + 100 ml larutan Natrium Alginat 1% + 5 g tepung kacang hijau, 10 g cendawan *Gliocladium* sp. + 100 ml larutan Natrium Alginat 1% + 10 g tepung kacang hijau dan 100 ml larutan Natrium Alginat + 5 g tepung kacang hijau. Masing-masing ditempatkan terpisah. Kemudian dimixer agar tercampur rata, dan dengan menggunakan pipet steril kemudian diteteskan pada larutan 0,25 M CaCl_2 . Butiran yang terbentuk dibiarkan dalam larutan tersebut selama 20 – 30 menit kemudian dibilas dengan aquades steril lalu disaring dan dikeringkan pada kertas minyak pada ruang steril selama 24 jam. Setelah itu masing-masing biomassa cendawan dihitung konsentrasi klamidospora per butir alginat dan diperoleh rata-rata konsentrasi yaitu butiran alginat yang mengandung 40 g biomassa $3,625 \times 10^6$ klamidospora/butir, 30 g biomassa $2,745 \times 10^6$ klamidospora/butir, 20 g biomassa $2,375 \times 10^6$ klamidospora/butir dan 10 g biomassa $1,312 \times 10^6$ klamidospora/butir.

Penyediaan Medium tumbuh

Medium tumbuh yang digunakan adalah campuran tanah, pasir dan pupuk kandang dengan perbandingan volume 3 : 1 : 1. Campuran tersebut dibersihkan dari kotoran lalu dipanaskan dalam kukusan selama 3 jam. Setelah itu dimasukkan ke dalam pot plastik yang tersedia sebanyak 1 kg.

Penyediaan Tanaman Uji

Tanaman yang digunakan adalah tomat varietas Marglobe. Benih tomat yang disemaikan pada talang plastik yang berisi tanah, pasir dan pupuk kandang dengan perbandingan 3 : 1 : 1 yang telah disterilkan. Setelah berumur 4 minggu dipindahkan dalam pot plastik.

Aplikasi Butiran Alginat dan *Meloidogyne incognita*

Aplikasi butiran alginat dilakukan bersamaan pada waktu penanaman sesuai dengan perlakuan, selanjutnya masing-masing pot pada perlakuan diinokulasikan 1500 larva kedua *Meloidogyne incognita*.

Parameter Pengamatan

Pengamatan dilakukan 6 minggu setelah aplikasi nematoda. Adapun parameter yang diamati pada penelitian ini adalah :

- Indeks bengkak akar yang ditentukan berdasarkan nilai skala dari bengkakan dengan kategori sebagai berikut :
 - 1 = Bengkakan 0 – 5 % dari akar terserang
 - 2 = Bengkakan > 5 – 10 % dari akar terserang
 - 3 = Bengkakan >10 – 35 % dari akar terserang
 - 4 = Bengkakan >35 – 70 % dari akar terserang
 - 5 = Bengkakan >70 – 90 % dari akar terserang
 - 6 = Bengkakan >90 – 100 % dari akar terserang (Zehr *et al.*, 1978)
- Populasi larva dan telur terinfeksi dan tidak terinfeksi pada akhir pengamatan. Populasi larva dihitung dari 200 g sampel tanah dan populasi telur dihitung per 5 g akar.
- Berat basah akar dan tajuk tanaman, ditimbang pada akhir pengamatan

Metode Analisis Data

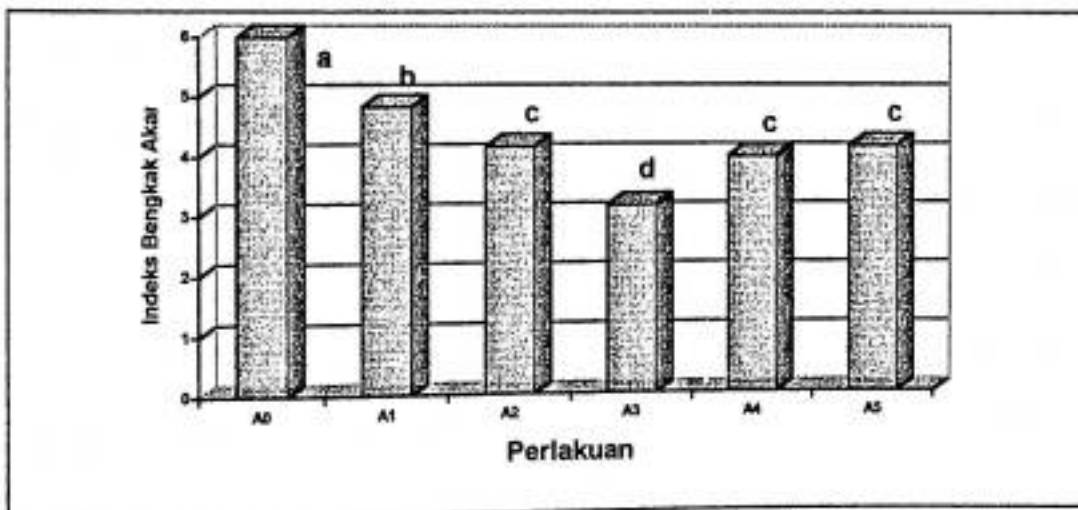
Analisis sidik ragam dilakukan terhadap data pengamatan. Jika di antara perlakuan menunjukkan perbedaan nyata maka diuji dengan uji kisaran berganda Duncan pada taraf 0,05.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Indeks Bengkak Akar

Indeks bengkak akar pada perlakuan kontrol (A0) berbeda nyata dengan semua perlakuan lainnya (Gambar 1).



Gambar 1. Rata-rata Indeks Bengkak Akar Tanaman Tomat 6 Minggu Setelah Aplikasi.

Keterangan : Huruf yang sama yang berada di atas diagram tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji-Duncan taraf 0.05

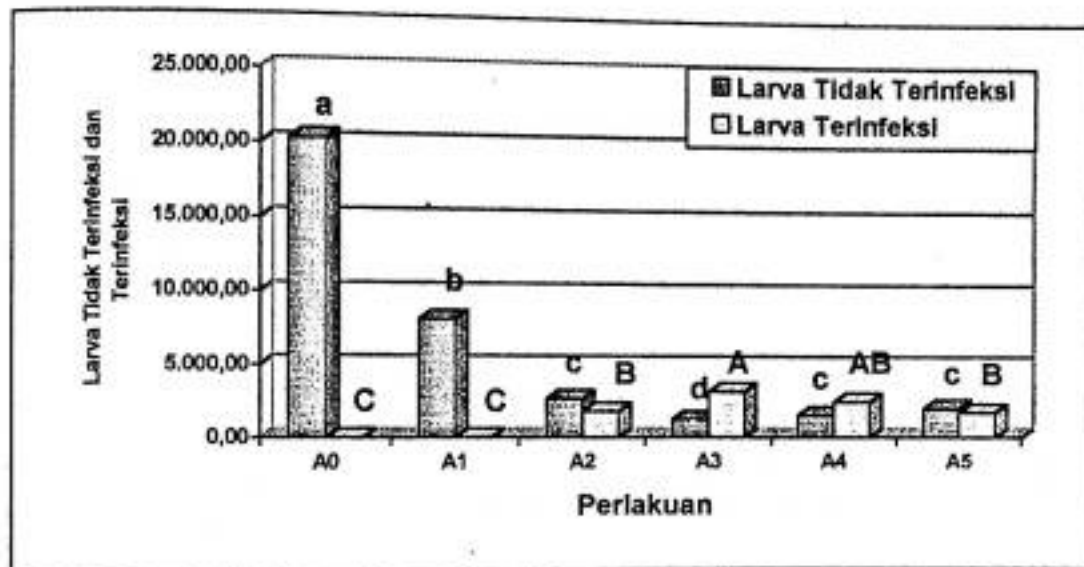
- A0 = Tanaman tomat diinokulasi 1500 larva *Meloidogyne incognita*
- A1 = Tanaman Tomat diberi 140 butiran alginat yang berasal dari 5 g tepung kacang hijau per 100 ml larutan natrium alginat 1% dan diinokulasikan dengan 1500 larva *M. incognita*.
- A2 = Tanaman tomat diberi 140 butiran alginat yang berasal dari 5 g tepung kacang hijau dan 10 g biomassa *Gliocladium* sp. per 100 ml larutan natrium alginat 1% dan diinokulasikan dengan 1500 larva *M. incognita*.
- A3 = Tanaman tomat diberi 140 butiran alginat yang berasal dari 5 g tepung kacang hijau dan 20 g biomassa *Gliocladium* sp. per 100 ml larutan natrium alginat 1% dan diinokulasikan dengan 1500 larva *M. incognita*.
- A4 = Tanaman tomat diberi 140 butiran alginat yang berasal dari 5 g tepung kacang hijau dan 30 g biomassa *Gliocladium* sp. per 100 ml larutan natrium alginat 1% dan diinokulasikan dengan 1500 larva *M. incognita*.
- A5 = Tanaman tomat diberi 140 butiran alginat yang berasal dari 5 g tepung kacang hijau dan 40 g biomassa *Gliocladium* sp. per 100 ml larutan natrium alginat 1% dan diinokulasikan dengan 1500 larva *M. incognita*.

Indeks bengkak akar pada perlakuan dengan butiran alginat tanpa cendawan (A1) juga berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, walaupun penekanannya paling rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pada perlakuan alginat yang mengandung cendawan (A2, A4 dan A5) terlihat tidak berbeda nyata. Indeks bengkak akar terendah terlihat pada perlakuan alginat yang mengandung cendawan *Gliocladium* sp. yaitu pada perlakuan A3, sedangkan indeks bengkak akar tertinggi terlihat pada perlakuan kontrol (A0).

Populasi Akhir Larva *M. incognita* Tidak Terinfeksi dan Terinfeksi Cendawan *Gliocladium* sp.

Pada Gambar 2 terlihat bahwa populasi larva tidak terinfeksi pada perlakuan pada perlakuan kontrol (A0) berbeda nyata dengan perlakuan-perlakuan lainnya. Populasi larva tidak terinfeksi terendah terlihat pada perlakuan A3 yang berbeda nyata dengan perlakuan A2, A4 dan A5. Sedangkan pada perlakuan A2, A4 dan A5 tidak menunjukkan perbedaan nyata dan ketiganya juga menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda.

Populasi larva terinfeksi tertinggi terlihat pada perlakuan A3 dan A4, dimana perlakuan ini berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, Selanjutnya diikuti dengan perlakuan A2 dan A5 yang tidak berbeda satu sama lain. Perlakuan A0 dan A1 tidak memperlihatkan beda nyata dan tidak terlihat adanya larva yang terinfeksi, namun keduanya berbeda nyata dengan perlakuan yang mengandung *Gliocladium* sp.



Gambar 2. Populasi Larva Tidak Terinfeksi dan Terinfeksi Cendawan *Gliocladium* sp. per 200 g Tanah 6 Minggu Setelah Aplikasi.

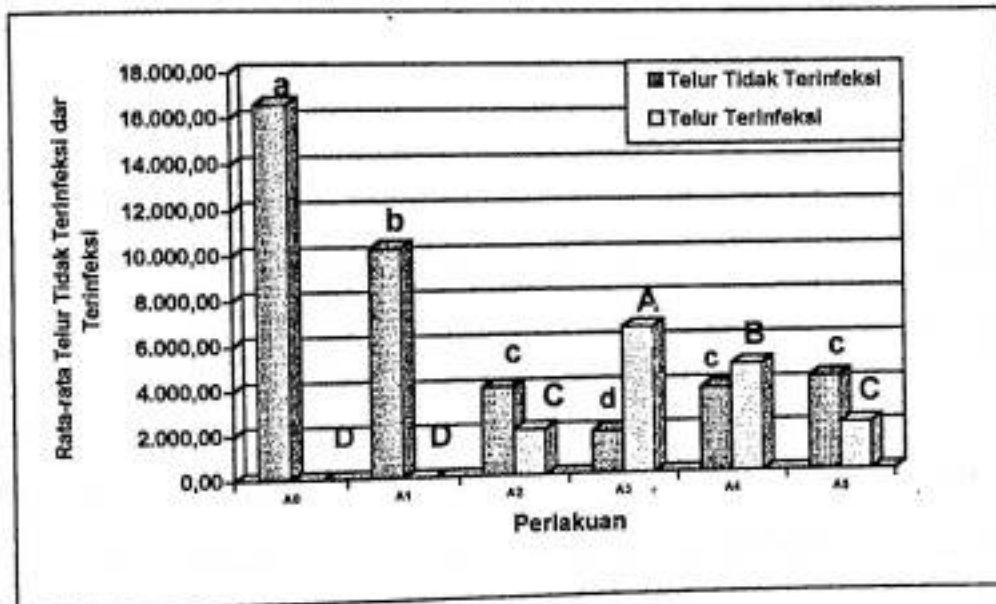
Keterangan : Huruf yang sama yang berada di atas diagram masing-masing komponen tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji-Duncan taraf 0.05

- A0 = Tanaman tomat diinokulasi 1500 larva *M. incognita*
- A1 = Tanaman Tomat diberi 140 butiran alginat yang berasal dari 5 g tepung kacang hijau per 100 ml larutan natrium alginat 1% dan diinokulasikan dengan 1500 larva *M. incognita*.
- A2 = Tanaman tomat diberi 140 butiran alginat yang berasal dari 5 g tepung kacang hijau dan 10 g biomassa *Gliocladium* sp. per 100 ml larutan natrium alginat 1% dan diinokulasikan dengan 1500 larva *M. incognita*.
- A3 = Tanaman tomat diberi 140 butiran alginat yang berasal dari 5 g tepung kacang hijau dan 20 g biomassa *Gliocladium* sp. per 100 ml larutan natrium alginat 1% dan diinokulasikan dengan 1500 larva *M. incognita*.
- A4 = Tanaman tomat diberi 140 butiran alginat yang berasal dari 5 g tepung kacang hijau dan 30 g biomassa *Gliocladium* sp. per 100 ml larutan natrium alginat 1% dan diinokulasikan dengan 1500 larva *M. incognita*.
- A5 = Tanaman tomat diberi 140 butiran alginat yang berasal dari 5 g tepung kacang hijau dan 40 g biomassa *Gliocladium* sp. per 100 ml larutan natrium alginat 1% dan diinokulasikan dengan 1500 larva *M. incognita*.



Populasi Telur Terinfeksi dan Tidak Terinfeksi *Gliocladium* sp.

Perlakuan kontrol *M. incognita* (A0) pada populasi telur tidak terinfeksi berbeda nyata dengan semua perlakuan (Gambar 3).



Gambar 3. Populasi Telur Tidak Terinfeksi dan Terinfeksi Cendawan *Gliocladium* sp. per 5 g akar 6 Minggu Setelah Aplikasi.

Keterangan : Huruf yang sama yang berada di atas diagram masing-masing komponen tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji-Duncan taraf 0.05

- A0 = Tanaman tomat diinokulasi 1500 larva *M. incognita*
- A1 = Tanaman Tomat diberi 140 butiran alginat yang berasal dari 5 g tepung kacang hijau per 100 ml larutan natrium alginat 1% dan diinokulasikan dengan 1500 larva *M. incognita*.
- A2 = Tanaman tomat diberi 140 butiran alginat yang berasal dari 5 g tepung kacang hijau dan 10 g biomassa *Gliocladium* sp. per 100 ml larutan natrium alginat 1% dan diinokulasikan dengan 1500 larva *M. incognita*.
- A3 = Tanaman tomat diberi 140 butiran alginat yang berasal dari 5 g tepung kacang hijau dan 20 g biomassa *Gliocladium* sp. per 100 ml larutan natrium alginat 1% dan diinokulasikan dengan 1500 larva *M. incognita*.
- A4 = Tanaman tomat diberi 140 butiran alginat yang berasal dari 5 g tepung kacang hijau dan 30 g biomassa *Gliocladium* sp. per 100 ml larutan natrium alginat 1% dan diinokulasikan dengan 1500 larva *M. incognita*.
- A5 = Tanaman tomat diberi 140 butiran alginat yang berasal dari 5 g tepung kacang hijau dan 40 g biomassa *Gliocladium* sp. per 100 ml larutan natrium alginat 1% dan diinokulasikan dengan 1500 larva *M. incognita*.

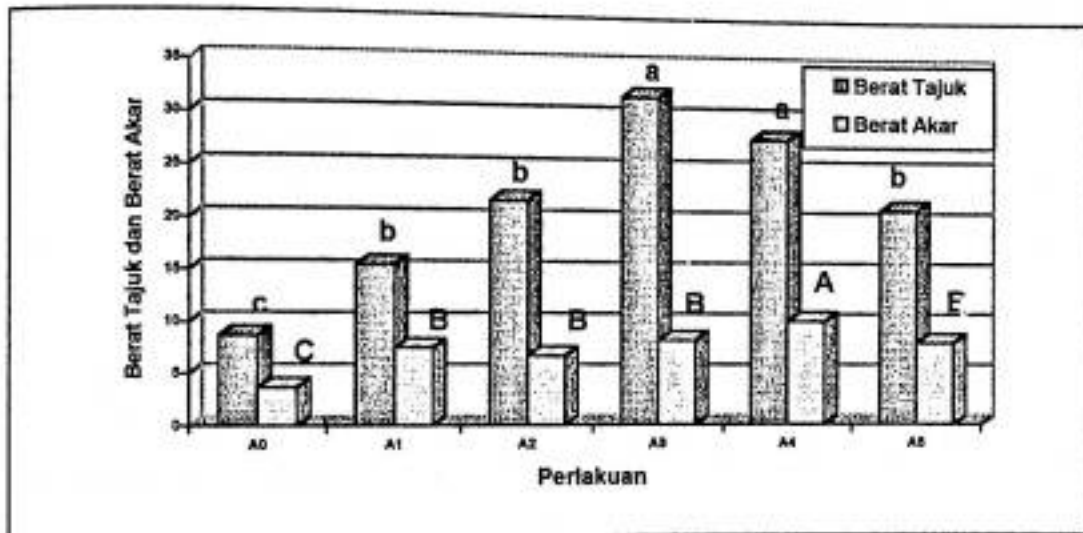
Populasi telur tidak terinfeksi terendah pada perlakuan A3 yang berbeda nyata dengan perlakuan A2, A4, dan A5. Sedangkan pada perlakuan A2, A4 dan A5 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dan tidak jauh berbeda.

Populasi telur terinfeksi tertinggi terlihat pada perlakuan A3, perlakuan ini berbeda nyata dengan semua perlakuan, Selanjutnya diikuti dengan perlakuan A2 dan A5 yang tidak berbeda satu sama lain, kecuali A4. Sedangkan pada perlakuan A0 dan A1 terlihat tidak berbeda dan tidak menunjukkan adanya telur yang terinfeksi, namun keduanya berbeda nyata dengan perlakuan yang mengandung cendawan.

Berat Basah Tajuk dan Akar Tanaman Tomat

Hasil pengamatan berat basah tajuk pada Gambar 4 memperlihatkan bahwa semua perlakuan butiran alginat yang mengandung cendawan *Gliocladium* sp. maupun perlakuan butiran alginat saja ternyata berbeda nyata dengan perlakuan kontrol. Pada perlakuan A3 dan A4 tidak berbeda satu sama lain akan tetapi berbeda nyata dengan perlakuan A1, A2 dan A5. Perlakuan A3 memperlihatkan berat tajuk tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

Pada pengamatan berat basah akar terlihat bahwa perlakuan kontrol (A0) mempunyai berat basah akar yang rendah dan berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya baik perlakuan yang mengandung cendawan maupun perlakuan alginat saja.



Gambar 4. Diagram Berat Tajuk dan Akar Tanaman Tomat 6 Minggu Setelah Aplikasi.

Keterangan : Huruf yang sama yang berada di atas diagram masing-masing komponen tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada Uji-Duncan taraf 0.05

- A0 = Tanaman tomat diinokulasi 1500 larva *M. incognita*
- A1 = Tanaman Tomat diberi 140 butiran alginat yang berasal dari 5 g tepung kacang hijau per 100 ml larutan natrium alginat 1% dan diinokulasikan dengan 1500 larva *M. incognita*.
- A2 = Tanaman tomat diberi 140 butiran alginat yang berasal dari 5 g tepung kacang hijau dan 10 g biomassa *Gliocladium* sp. per 100 ml larutan natrium alginat 1% dan diinokulasikan dengan 1500 larva *M. incognita*.
- A3 = Tanaman tomat diberi 140 butiran alginat yang berasal dari 5 g tepung kacang hijau dan 20 g biomassa *Gliocladium* sp. per 100 ml larutan natrium alginat 1% dan diinokulasikan dengan 1500 larva *M. incognita*.
- A4 = Tanaman tomat diberi 140 butiran alginat yang berasal dari 5 g tepung kacang hijau dan 30 g biomassa *Gliocladium* sp. per 100 ml larutan natrium alginat 1% dan diinokulasikan dengan 1500 larva *M. incognita*.
- A5 = Tanaman tomat diberi 140 butiran alginat yang berasal dari 5 g tepung kacang hijau dan 40 g biomassa *Gliocladium* sp. per 100 ml larutan natrium alginat 1% dan diinokulasikan dengan 1500 larva *M. incognita*.

Pembahasan

Hasil pengamatan indeks bengkok akar menunjukkan bahwa perlakuan kontrol *Meloidogyne incognita* (A0) yang memiliki indeks bengkok akar tertinggi berbeda nyata dengan semua perlakuan aplikasi butiran alginat yang mengandung cendawan *Gliocladium* sp. maupun yang tidak mengandung cendawan *Gliocladium* sp.

Perlakuan A2, A3, A4 dan A5 berbeda nyata dengan perlakuan A1 dan keempat perlakuan tersebut memperlihatkan indeks bengkok yang terendah. Hal ini membuktikan bahwa perlakuan butiran alginat yang mengandung cendawan dengan berbagai konsentrasi pada tanaman tomat ternyata mampu menekan indeks bengkok akar yang berbeda-beda. Berdasarkan nilai indeks bengkok akarnya, terlihat bahwa perlakuan butiran alginat yang mengandung biomassa cendawan *Gliocladium* sp. (A2, A3, A4 dan A5) ternyata mampu menekan intensitas serangan dari nematoda. Hal ini disebabkan adanya cendawan antagonis *Gliocladium* sp. yang dapat menekan perkembangan nematoda puru akar (*M. incognita*). Penelitian-penelitian sebelumnya memperlihatkan bahwa pemberian butiran alginat yang mengandung *Gliocladium* sp. dan tepung kacang hijau dimana konsentrasi biomassa *Gliocladium* sp. yang digunakan adalah 40 g dan tepung kacang hijau 5 g per 100 ml larutan Na alginat 1% dapat menurunkan intensitas serangan *Meloidogyne* spp. (Rostini, 1998; Sarbini, 1999; Sarbini *et al.*, 2000). *Gliocladium* sp. yang digunakan dapat menginfeksi telur dan larva *Meloidogyne* sp. (Sarbini, 1993). Dropkin (1991) menyatakan bahwa

pengendalian hayati yang dilakukan dengan menggunakan parasit atau predator telur, larva atau nematoda dewasa dapat menekan populasi nematoda.

Perlakuan A1 (butiran alginat yang tidak mengandung cendawan *Gliocladium* sp.) berbeda nyata dengan perlakuan A0 (kontrol), walaupun penekanannya paling rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya butiran alginat lainnya yang mengandung cendawan *Gliocladium* sp. (A2, A3, A4 dan A5). Sarbini *et al.* (2000) bahwa pemberian butiran alginat tanpa *Gliocladium* sp. ternyata dapat pula menekan penyakit puru akar walaupun penekanannya paling rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hartini *et al.* (2001) (sedang diproses untuk dipublikasikan dalam *Fitomedika*) bahwa perlakuan butiran alginat tanpa pengisi atau dengan pengisi kacang hijau merupakan sumber nutrisi bagi mikroorganisme saprofit tanah yang beberapa diantaranya dapat menginfeksi telur dan larva *Meloidogyne incognita*. Disamping itu terdapat kemungkinan bahwa senyawa kimia yang terbentuk dari hasil dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme tanah dapat menekan populasi nematoda (Cabanillas *et al.*, 1989; Patrick *et al.*, 1965). Hal yang terakhir ini merupakan mekanisme yang terjadi dalam penurunan populasi *M. incognita* dan indeks bengkak akar sebagai akibat pemberian butiran alginat tanpa *Gliocladium* sp. (A1).

Pada Gambar 2 dan 3 data peneliti menunjukkan rata-rata populasi telur larva tidak terinfeksi tertinggi pada perlakuan kontrol (A0) yang berbeda nyata dengan semua perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa cendawan yang diaplikasikan dapat menekan populasi telur dan larva di tanah. Dimana perlakuan yang

menggunakan cendawan cenderung memperlihatkan populasi larva dan telur yang lebih rendah dibandingkan dengan tanpa cendawan. Sarah (1991) melaporkan bahwa cendawan *Gliocladium* sp. memiliki potensi yang cukup baik untuk digunakan sebagai pengendali hayati *Meloidogyne* spp. pada tanaman tomat. Nurhaeda (1998) memperlihatkan bahwa pemberian cendawan *Gliocladium* sp. menunjukkan adanya penekanan terhadap populasi akhir larva dan telur *Meloidogyne* spp. pada tanaman tomat.

Pada perlakuan A3 (butiran alginat yang mengandung 20 g biomassa cendawan *Gliocladium* sp.) memperlihatkan banyak larva yang terinfeksi oleh cendawan *Gliocladium* sp. hal ini diduga berhubungan dengan pemberian cendawan dengan konsentrasi tersebut produksi metabolik yang bersifat toksin bagi nematoda maksimal, kurangnya terjadi persaingan baik dalam hal nutrisi maupun ruang (Zaenab, konsultasi pribadi).

Pada perlakuan kontrol (A0) dan perlakuan butiran alginat tanpa cendawan tidak terlihat adanya telur yang terinfeksi. Sedangkan pada perlakuan yang mengandung cendawan (A2, A3, A4 dan A5) cenderung memberikan hasil yang lebih baik. Hal ini menunjukkan bahwa cendawan *Gliocladium* sp. sangat berpotensi untuk mengendalikan nematoda puru akar. Adnan (1991) menyatakan bahwa cendawan *Gliocladium* sp. mampu mengkolonisasi dan bersporulasi pada nematoda sehingga perkembangannya terhambat. Selanjutnya Kabana dan Jones (1996) (1998) menyatakan bahwa mekanisme antagonis cendawan terhadap nematoda berupa gangguan mekanik dan penguraian enzimatik pada beberapa struktur nematoda

seperti kulit telur dan kutikula larva. Juga terdapat adanya pengaruh metabolik cendawan yang berupa racun terhadap nematoda (Molina dan Davide, 1996).

Populasi larva dan telur terinfeksi cendawan *Gliocladium* sp. tertinggi pada perlakuan A3 (butiran alginat yang mengandung 20 g biomassa cendawan *Gliocladium* sp.) berbeda dengan perlakuan cendawan lainnya. Sedangkan pada konsentrasi yang tinggi kemampuan dari cendawan tersebut menurun untuk menginfeksi larva dan telur hal ini diduga berhubungan dengan konsentrasi biomassa dari cendawan, pengaruh toksin yang dikeluarkan, terjadi kompetisi dalam hal nutrisi. Makin tinggi konsentrasi biomassa dari cendawan memungkinkan terjadi persaingan dalam hal nutrisi dan ruang antara cendawan itu sendiri sehingga menyebabkan kemampuannya menurun. Dan toksin yang dikeluarkan bisa juga bersifat toksik bagi cendawan itu sendiri jika konsentrasinya sangat tinggi. Hal ini juga menggambarkan bahwa produksi toksin yang tinggi tidak berarti akan menghasilkan virulensi yang tinggi pula. Yoder (1980) menyatakan bahwa hubungan antara banyak toksin yang diproduksi dengan virulensi tidak dapat ditafsirkan, meskipun jumlahnya berhubungan dengan produksi toksin dan kemampuan patogenitasnya. Pada konsentrasi tinggi bisa juga menyebabkan toksin yang dikeluarkan oleh cendawan tersebut bisa bersifat toksik atau racun bagi cendawan itu sendiri dan akan terjadi kompetisi antara cendawan itu sendiri dalam hal nutrisi, ruang sehingga menyebabkan kemampuannya untuk menginfeksi menurun (Zaenab, konsultasi pribadi).



Pada Gambar 4 terlihat rata-rata berat basah tajuk dan akar tomat pada perlakuan butiran alginat yang mengandung cendawan *Gliocladium* sp. dan tanpa cendawan (A1, A2, A3, A4 dan A5) menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap kontrol (A0). Hal ini memperlihatkan pertumbuhan tanaman yang diberi butiran alginat yang mengandung cendawan *Gliocladium* sp. lebih baik dari kontrol dan tampaknya dipengaruhi juga oleh besarnya populasi nematoda yang terdapat pada perlakuan kontrol yang menyebabkan terganggunya transportasi ke bagian atas tanaman sehingga tanaman menjadi kerdil. Hal ini sesuai dengan pernyataan Dropkin (1992) apabila akar terinfeksi nematoda *Meloidogyne* spp. diferensiasi xylem dan floem pada akar terganggu, hal ini mengakibatkan pengangkutan unsur hara ke bagian tanaman atas permukaan tanah terhambat dan pertumbuhan tanaman menjadi kerdil.

Berat basah akar terendah pada perlakuan kontrol (A0) dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pada perlakuan kontrol (A0) banyaknya terdapat populasi nematoda pada akarnya sehingga pertumbuhan dari tanaman tomat tersebut menjadi terhambat dan kerdil dan mengakibatkan berat basah tajuk dan akar menjadi rendah. Christie (1959) menyatakan bahwa dengan terserangnya bagian sistem perakaran oleh nematoda menyebabkan respirasi meningkat, absorpsi oksigen lebih cepat serta jaringan xylem menjadi kecil sehingga pengambilan air dan nutrisi dari tanah menjadi terhambat, akibatnya terjadi kekurangan unsur hara maupun air.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Semua perlakuan butiran alginat yang mengandung cendawan *Gliocladium* sp. mampu menekan perkembangan nematoda puru akar *Meloidogyne incognita* pada tanaman tomat.
2. Dilihat dari indeks bengkak akar dan berat basah tajuk yang merupakan parameter penting maka penekanan pada indeks bengkak akar berkisar 19,45 % sampai 47,2 % dan peningkatan berat basah tajuk berkisar antara 278,13 % sampai 467,85 %.
3. Perlakuan butiran alginat yang mengandung biomassa 20 g cendawan *Gliocladium* sp. (A3) merupakan perlakuan yang paling efektif dalam menekan perkembangan nematoda puru akar dimana perlakuan tersebut dapat menekan indeks bengkak akar sekitar 47,2 % dan meningkatkan berat basah tajuk sekitar 467,85 %.

Saran

Perlu diadakannya pengujian lebih lanjut dengan mengadakan percobaan di lapangan untuk mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, A. M., 1991. Prospek Beberapa Isolat Fungi Penghuni Tanah Sebagai Agen Antagonis Terhadap *Meloidogyne* spp. pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Fakultas Pasca sarjana. Institut Pertanian Bogor. Tesis S2.
- Agrios, G. N., 1978. Plant Pathology. New York. 703 pp.
- , 1996. Ilmu Penyakit Tumbuhan. (penerjemah : Munzir Busnia). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, Indonesia. 712 pp.
- Ahmad Lala, 1996. Efek Dosis Biakan Cendawan *Gliocladium* sp. dan *Paecilomyces* sp. dalam Pengendalian Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.). Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian dan Kehutanan Unhas, Makassar. Tesis S1.
- Ainsworth, G. H. and G.R. Bisby, 1971. Dictionary of Fungi. Sixth Edition Commonwealth Mycological Ins. Kew, Surrey. 663 pp.
- Anonim, 1995. Menikmati Keuntungan dari Buah Tomat. Warta HKTI 22 (9):39
- Baker, K.F. and R.J. Cook, 1982. Biological Control of Plant Pathogens. The American Phytopathological Society. St. Paul. Minnesota. 433 pp.
- Barnett, H.G. and E.J. Hunter, 1972. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Burgess Publishing Company, St. Paul. 241 pp.
- Bienz, D.R., 1980. The Why and How of Home Horticulture. W.H. Freeman and Company, San Fransisco. 480 pp.
- Bird, A.F., 1972. The Structure of Nematodes. Academic Press, New York. 318 pp.
- Christie, J.R., 1959. Plant Nematodes, Their Bionomic and Control. Agricultural Experiment Station University of Florida Gainesville, Florida. 425 pp.
- Dropkin, V.H., 1980. Introduction to Plant Nematology. John Wiley and Sons. New York. 281 pp.
- Dropkin, V.H., 1991. Pengantar Nematologi Tumbuhan (Penerjemah Suprptooyo). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, Indonesia. 366 hal.

- Duddington, C.L., 1975. Biological control – predaceous fungi. In J.N. Sasser and W.R. Jenkins (Eds). *Nematology, Fundamental and Recent Advances and Soil Forms*. Eurasia Publishing House Ltd. New Delhi. 480 pp.
- Elisabeth B. Ernestina, 1984. Isolasi Alginat Ganggang Laut *Sargassum* sp. yang Berasal Dari Pulau Lae-Lae. Fakultas MIPA Unhas, Makassar. Tesis S1.
- Eisenback, J.D., 1987. A Guide to the Four Most Common Species of Root Knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.), with A Pictorial Key. The Dept. of Plant Pathology and Genetics, North Carolina State Univ. and The United State Agency for Internasional Development Releigh, North Carolina. 47 pp.
- Fachira, P., 1997. Pengaruh Pemberian Beberapa Nutrisi pada Cendawan *Gliocladium* sp. yang Diformulasikan dalam Bentuk Pelet Alginat untuk Mengendalikan Nematoda Puru Akar pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculantum* Mill). Jurusan hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Hasanuddin, Makassar. Tesis S1.
- Hartini, Zaenab Masjkur dan Sarbini, G., 2001. Pengaruh butiran alginat dengan atau tanpa pengisi terhadap *Meloidogyne incognita* dan mikroorganisme tanah lain. (Sedang di proses untuk dipublikasikan dalam Fitomedika)
- Jensen, H.J., 1972. Nematodes pest of vegetable related crops. In J.M. Webster (Ed), *Economic Nematology*. Academic Press London. 408 pp.
- Lala, A., 1996. Efek Dosis Biakan Cendawan *Gliocladium* sp. dan *Paecilomyces* sp. dalam Pengendalian Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.). Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian dan Kehutanan Unhas, Makassar. Hl.48 Tesis S1.
- Jennkins, W.R. and D.P. Taylor., 1967. *Plant Nematology*. Reinhold Publishing Corporation. New York. 111 pp.
- Lewis, J.A. dan G.C. Papavizas, 1987. Aplication of *Trichoderma* and *Gliocladium* in alginat pellets for control of *Rhizoctonia* damping off. *Plant Panthology*. 36 : 438– 445.
- Lucas, G.B., C.L. Campbell., T.L. Leon, 1985. *Plant Disease Indentification and Management*. Second ed. Van Nostrand Reinhold. New York. 153 pp.
- Luc M., R.A. Sikora., J. Bridge, 1995. *Nematoda Parasitik Tumbuhan* (Penerjemah Supratoyo). Second ed. Gadjah mada University Press. Yogyakarta, Indonesia. 800 pp.

- Mehrota, R. S., 1980. Plant Pathology. Tata MacGraw Hill Publishing Company Limited, New Delhi. 712 pp.
- Molina, G. C. and R. G. Davide, 1986. Evaluation of microbial extract for nematicidal activity against plant parasitic nematodes, *Meloidogyne incognita* and *Radopholus similis*. Phil. Ag. 69 : 173-186.
- Mulyadi, 1989. Kemungkinan penggunaan jamur dalam pengendalian nematoda parasit tanaman. Prosiding Kongress X dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia. Denpasar Bali.
- Nurhaeda, 1998. Uji Keefektifan Pelet Alginat dengan bahan Aktif *Gliocladium* sp. dan *Trichoderma* sp. terhadap Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Fakultas Pertanian dan Kehutanan Unhas, Makassar. Tesis S1.
- Papavizas, G.C., 1985. Trichoderma and Gliocladium : Biology, Ecology and Potensial For Biocontrol. Ann Rev. Phytopathology 23 : 23-54.
- Pracaya, 1993. Hama dan Penyakit Tanaman. Penebar Swadaya, Jakarta. 417 hal.
- Prihanto, W., 1989. Penggunaan jamur *Paecilomyces* sp. sebagai agen pengendali hayati nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) Prosiding Kongres Nasional X dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia, Denpasar Bali.
- Rostini, 1998. Pengaruh Media Perbanyakkan *Gliocladium* sp. dalam Pembuatan Butiran Alginat untuk Mengendalikan Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) pada tanaman Tomat. Jurusan hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian dan Kehutanan Unhas, Makassar. Tesis S1.
- Sarah, S., 1991. Studi Penggunaan *Gliocladium* sp. Sebagai Pengendali Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculantum* Mill.). Jurusan hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian institut Bogor. Tesis S1.
- Sarbini, G., 1993. Prospek beberapa cendawan parasit telur *Meloidogyne* spp. sebagai agensia pengendali hayati. Buletin Penelitian Unhas 8 (20/21) : 20-24
- Sarbini, G., 1996. Pengendalian *Meloidogyne* spp. dengan cendawan parasit telur dan kemungkinan peningkatan efektifitasnya. Proc. Kongress Nasional II dan Seminar PERNEMI II, 23 s/d 24 Juli 1996, Jember.

- Sarbini, G., 1999. Control of root-knot nematodes in tomato using a fungal parasite with various substrates formulated in alginat pellets. Proceeding Fifth Internasional Conference of MAPPS. Kuala Lumpur.
- Sarbini, G., N. Amin and S. Hadijah, 2000. Kombinasi antara cendawan antagonis yang diformulasikan dalam bentuk butiran alginat dengan mikoriza arbuskuler untuk mengendalikan penyakit nematoda puru akar pada tanaman tomat. *Fitomedika* 2 : 5-9.
- Sasser, J.N., and C.C. Carter, 1985. An advanced treatise on *Meloidogyne* (Biology and Control). North Carolina State university Graphics, New York. Volume 1 : 303.
- Sastrahidayat, I.R., 1985. Ilmu Penyakit Tumbuhan. Usaha Nasional, Surabaya. 365 hal.
- Sherf, A.F. and Alan A. Macnab, 1986. Vegetable Disease and Their Control. John Wiley and Sons, New York. 728 pp.
- Singh, R.S., 1978. Plant Disease. Oxford and IBH. New Delhi. 441 pp.
- Soewito, 1980. pemanfaatan Lahan Bercocok Tanam Tomat. Titik Terang, Yogyakarta. 32 hal.
- Sosa - Mosa , C., 1985. Report on the status of *Meloidogyne* research in Mexico Central America and the Carribean Countries (Region 1) p.327-346. In J.N. Sasser and C.C. Carter (Eds). An Advanced Treatise on *Meloidogyne* Vol. I : Biology and Control. North Carolina State University Graphics. 442 pp.
- Street, Sr., R.B., 1972. The Diagnosis of Plant Diseases. The University of Arizona Press, Tucson, Arizona. 390 pp.
- Thomas S., 1995. Managing Nematodes on Chile. New Mexico Departement of Agriculture. 241 pp.
- Waksman, S.A., 1961. Soil Microbiology. John Wiley and Sons. Inc. New York. 165 pp.
- Walker, J. C., 1952. Disease of Vegetable Crops. MacGraw-Hill Book Company Inc, New York. 529 pp.
- Walker, J. C., 1976. Plant Pathology. MacGraw-Hill Book Company Inc, New York. 819 pp.

- Walker, H.L. and W.S. Connick, R., 1983. Sodium alginat production and formulation of mycoherbicides. *Weed Sci.* 31 : 333-338.
- Webster, J. dan N. Lomas, 1964. Does *Trichoderma viride* produce gliotoksin and viridin ? *Trans. Br. Mycol. Soc.* 47 : 53-540.
- Yoder, O.C., 1980. Toxin in pathogenesis. *Ann Rev. Phytopathology* 18 : 103-129.
- Zehr, E., G.W. Bird, Fisher, K.D., Hickey, F.H. Lewis, R.F. Line and S.F. Rickard., 1978. *Methods for Evaluating Plant Fungicides, Nematicides and Bactericides.* The American Phytopathological Society, St. Paul. 103 pp.

Tabel Lampiran 1a. Rata-rata Indeks Bengkakan Akar Tanaman Tomat dari Berbagai Perlakuan.

Perlakuan	Ulangan						Total	Rata-rata
	1	2	3	4	5	6		
A0	6	6	6	6	6	6	36	6
A1	4	5	5	5	5	5	29	4,833
A2	4	4	5	4	4	4	25	4,167
A3	3	3	4	3	3	3	19	3,167
A4	4	4	4	5	3	4	24	4
A5	4	4	4	4	5	4	25	4,167
Total	25	26	28	27	26	26	158	26,334

Tabel Lampiran 1b. Sidik Ragam Rata-rata Indeks Bengkakan Akar Tanaman Tomat dari Berbagai Perlakuan.

Sumber	DB	JK	KT	Fhitung	Ftabel	
					0,05	0,01
Keragaman						
Perlakuan	5	27,222	5,444	30,625**	2,53	3,7
Galat	30	5,333	0,178			
Total	35	32,555				

Keterangan : ** = Berbeda sangat nyata
 KK = 9,613 %

Tabel Lampiran 2a. Rata-rata Populasi Larva Terinfeksi di Tanah (200 g) dari Berbagai Perlakuan.

Perlakuan		Ulangan						Total	Rata-rata
		1	2	3	4	5	6		
A0	x	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	y	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
A1	x	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	y	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
A2	x	2,000	800	2,000	2,000	2,400	1,600	10,800	1800
	y	3,301	2,903	3,301	3,301	3,380	3,204	19,39	3,398
A3	x	3,600	3,200	2,800	3,600	3,200	2,800	19,200	3200
	y	3,556	3,505	3,477	3,556	3,505	3,447	21,046	3,507
A4	x	2,400	2,800	3,600	2,800	2,000	1,200	14,800	2466,667
	y	3,380	3,447	3,556	3,447	3,301	3,079	20,21	3,368
A5	x	2,000	1,600	1,200	800	2,400	2,400	10,400	1713,333
	y	3,301	3,301	3,079	2,903	3,380	3,380	19,344	3,3224
Total	x	10,000	8,400	9,600	9,200	10,000	8,000	55,200	9,200
	y	13,538	13,186	13,383	13,207	13,566	13,110	79,960	13,327

Keterangan : X = Data Sebelum Transformasi
Y = Data Setelah Ditransformasi ke Log (x + 1)

Tabel Lampiran 2b. Sidik Ragam Rata-rata Larva Terinfeksi di Tanah (200 g) dari Berbagai Perlakuan.

Sumber	DB	JK	KT	Fhitung	Ftabel	
					0,05	0,01
Keragaman						
Perlakuan	5	89,182	17,836	1107,500	2,53	3,7
Galat	30	0,483	0,016			
Total	35	89,665				

Keterangan : ** = Berbeda sangat nyata
KK = 5,69 %

Tabel Lampiran 3a. Rata-rata Populasi Larva Tidak terinfeksi di Tanah (200 g) dari Berbagai Perlakuan.

Perlakuan		Ulangan						Total	Rata-rata
		1	2	3	4	5	6		
A0	x	21.000	19.000	19.000	20.000	22.000	21.000	122.000	20.333,33
	y	4,322	4,278	4,278	4,301	4,342	4,322	25,843	4,307
A1	x	8.400	7.200	8.400	8.800	8.400	7.600	48.800	8133,333
	y	3,924	3,857	3,924	3,944	3,924	3,881	23,454	3,909
A2	x	3.000	3.000	4.000	2.000	2.000	2.000	16.000	2666,667
	y	3,477	3,477	3,602	3,301	3,301	3,301	20,459	3,409
A3	x	800	1.200	2.000	1.600	1.200	800	7.600	1266,667
	y	2,903	3,079	3,301	3,204	3,079	2,903	18,469	3,078
A4	x	1.200	2.000	2.400	1.600	800	1.200	9.200	1533,333
	y	3,079	3,301	3,38	3,204	2,903	3,079	18,946	3,157
A5	x	2.000	2.400	1.600	2.800	1.200	2.000	12.000	2000
	y	3,301	3,38	3,204	3,447	3,079	3,301	19,712	3,285
Total	x	36.400	34.800	37.400	36.800	35.600	34.600	215.600	35.933,33
	y	21,006	21,372	21,689	21,401	20,628	20,787	126,883	21,145

Keterangan : X = Data Sebelum Transformasi
Y = Data Setelah Ditransformasi ke Log x

Tabel Lampiran 3b. Sidik Ragam Rata-rata Larva Tidak Terinfeksi di Tanah (200 g) dari Berbagai Perlakuan.

Sumber	DB	JK	KT	Fhitung	Ftabel	
					0,05	0,01
Keragaman						
Perlakuan	5	6,392	1,278	49,473**	2,53	3,7
Galat	30	0,775	0,025			
Total	35	7,167				

Keterangan : ** = Berbeda sangat nyata
KK = 4,48 %

Tabel Lampiran 4a. Rata-rata Populasi Telur Terinfeksi (5 g) dari Berat Akar Tanaman Tomat.

Perlakuan		Ulangan						Total	Rata-rata
		1	2	3	4	5	6		
A0	x	0	0	0	0	0	0	0	0
	y	0	0	0	0	0	0	0	0
A1	x	0	0	0	0	0	0	0	0
	y	0	0	0	0	0	0	0	0
A2	x	2.000	2.400	1.200	3.200	1.600	2.000	12.400	2.066,667
	y	3,301	3,380	3,080	3,505	3,204	3,301	19,772	3,295
A3	x	6.400	5.200	7.200	7.600	6.800	6.400	39.600	6.600
	y	3,806	3,716	3,857	3,881	3,833	3,806	22,899	3,819
A4	x	4.400	4.800	5.600	5.200	4.000	5.200	29.200	4.867
	y	3,644	3,681	3,748	3,716	3,602	3,716	22,107	3,685
A5	x	1.200	3.600	2.000	1.200	2.000	2.800	12.800	2.133,333
	y	3,080	3,556	3,301	3,080	3,301	3,447	19,765	3,294
Total	x	14.000	16.000	16.000	17.200	14.400	16.400	94.000	15.666,67
	y	13,831	14,333	14,214	14,182	13,940	14,300	84,543	14,093

Keterangan : X = Data Sebelum Transformasi
Y = Data Setelah Ditransformasi ke Log (x+1)

Tabel Lampiran 4b. Sidik Ragam Rata-rata Telur Terinfeksi (5 g) dari Berat Akar Tanaman Tomat.

Sumber	DB	JK	KT	Fhitung	Ftabel	
					0,05	0,01
Keragaman					2,53	3,7
Perlakuan	5	100,624	20,124	1827,131**		
Galat	30	0,330	0,024			
Total	35	100,954				

Keterangan : ** = Berbeda sangat nyata
KK = 6,61 %

Tabel Lampiran 5a. Rata-rata Populasi Telur Tidak terinfeksi (5 g) dari Berat Akar Tanaman Tomat.

Perlakuan		Ulangan						Total	Rata-rata
		1	2	3	4	5	6		
A0	x	20.000	16.000	14.400	17.200	15.600	16.400	99.600	16.600
	y	4,301	4,204	4,158	4,236	4,193	4,215	25,307	4,218
A1	x	9.600	11.600	8.400	9.200	11.600	11.200	61.600	10.266,67
	y	3,982	4,064	3,924	3,964	4,064	4,049	24,048	4,008
A2	x	3.600	5.200	3.600	3.200	4.000	4.400	24.000	4.000
	y	3,556	3,716	3,556	3,505	3,602	3,643	21,579	3,597
A3	x	2.800	1.200	1.600	2.000	1.600	2.400	11.600	1.933,333
	y	3,447	3,079	3,204	3,301	3,204	3,380	19,616	3,269
A4	x	4.800	3.600	3.200	4.400	2.400	4.400	22.800	3.800,000
	y	3,681	3,556	3,505	3,643	3,380	3,643	21,410	3,568
A5	x	4.000	4.400	4.000	5.600	3.200	4.400	25.600	4.266,67
	y	3,602	3,643	3,602	3,748	3,505	3,643	21,744	3,624
Total	x	44.800	42.000	35.200	41.600	38.400	43.200	245.200	40.867,67
	y	22,559	22,262	21,949	22,397	21,948	22,573	133,704	22,284

Keterangan : X = Data Sebelum Transformasi
Y = Data Setelah Ditransformasi ke Log x

Tabel Lampiran 5b. Sidik Ragam Rata-rata Telur Tidak Terinfeksi (5 g) dari Berat Akar Tanaman Tomat.

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	Fhitung	Ftabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	5	3,489	0,697	84,192**	2,53	3,7
Galat	30	0,248	0,008			
Total	35	3,737				

Keterangan : ** = berbeda sangat nyata
KK = 2,408 %

Tabel Lampiran 6a. Rata-rata Basah Tajuk Tanaman Tomat pada Akhir Pengamatan.

Perlakuan		Ulangan						Total	Rata-rata
		1	2	3	4	5	6		
A0	x	8,650	8,680	7,680	7,670	9,340	10,300	52,320	8,720
	y	2,941	2,946	2,771	2,769	3,056	3,209	17,692	2,949
A1	x	15,560	15,570	14,120	17,780	14,560	15,610	93,200	15,533
	y	3,945	3,946	3,758	4,217	3,816	3,951	23,633	3,939
A2	x	23,450	20,450	22,650	25,310	19,450	19,560	130,870	21,812
	y	4,843	4,522	4,759	5,031	4,410	4,423	27,988	4,665
A3	x	35,480	31,500	25,410	31,230	35,230	32,560	191,41	31,90167
	y	5,957	5,612	5,041	5,588	5,935	5,706	34,710	5,789
A4	x	31,450	25,470	35,540	24,140	24,340	25,450	166,390	27,73167
	y	5,608	5,047	5,961	4,913	4,933	5,045	29,699	4,970
A5	x	27,890	18,450	15,190	29,890	16,280	19,050	126,750	21,125
	y	5,281	4,295	3,897	5,467	4,035	4,365	25,839	4,307
Total	x	124,32	120,12	119,93	130,20	119,20	122,53	539,970	122,710
	y	26,756	26,366	26,131	27,424	26,185	26,699	159,561	26,594

Keterangan : X = Data Sebelum Transformasi
Y = Data Setelah Ditransformasi (y)^{1/2}

Tabel Lampiran 6b. Sidik Ragam Rata-rata Berat Tajuk Tanaman Tomat pada Akhir Pengamatan.

Sumber	DB	JK	KT	Fhitung	Ftabel	
					0,05	0,01
Keragaman					2,53	3,7
Perlakuan	5	25,837	5,167	27,578**		
Galat	30	5,621	0,187			
Total	35	31,458				

Keterangan : ** = Berbeda sangat nyata
KK = 11,72 %

Tabel lampiran 7a. Rata-rata Berat Akar tanaman Tomat pada Akhir Pengamatan.

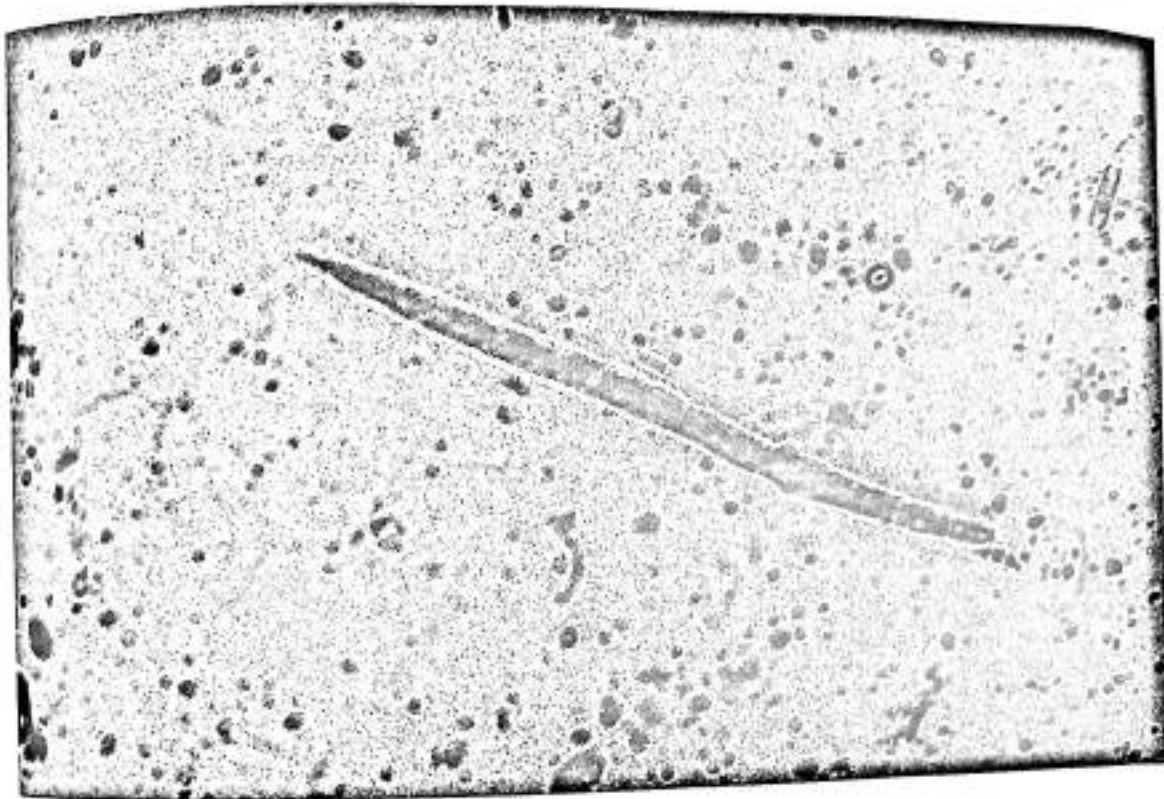
Perlakuan		Ulangan						Total	Rata-rata
		1	2	3	4	5	6		
A0	x	3,350	3,350	3,830	4,680	3,190	3,790	18,400	3,698
	y	1,830	1,830	1,957	2,163	1,786	1,946	11,512	1,919
A1	x	8,490	6,700	5,620	6,657	7,040	10,640	45,147	7,525
	y	2,913	2,588	2,370	2,580	2,653	3,261	16,365	2,728
A2	x	6,465	7,657	5,657	8,456	5,850	6,470	40,555	6,759
	y	2,542	2,767	2,378	2,907	2,418	2,543	15,555	2,593
A3	x	8,345	6,130	7,300	9,450	8,765	9,936	49,926	8,321
	y	2,888	2,475	2,702	3,074	2,961	3,152	17,252	2,875
A4	x	10,590	7,090	10,820	15,690	9,880	7,334	61,404	10,234
	y	3,254	2,662	3,289	3,961	3,143	2,708	19,017	3,170
A5	x	8,810	4,760	8,350	10,190	7,980	8,646	48,736	8,123
	y	2,967	2,186	2,889	3,192	2,824	2,940	16,998	2,833
Total	x	46,050	34,678	40,577	57,123	42,705	54,886	272,238	46,005
	y	16,318	14,293	15,392	18,002	15,784	17,585	97,374	16,229

Keterangan : X = Data Sebelum Transformasi
Y = Data Setelah Ditransformasi $(x)^{1/2}$

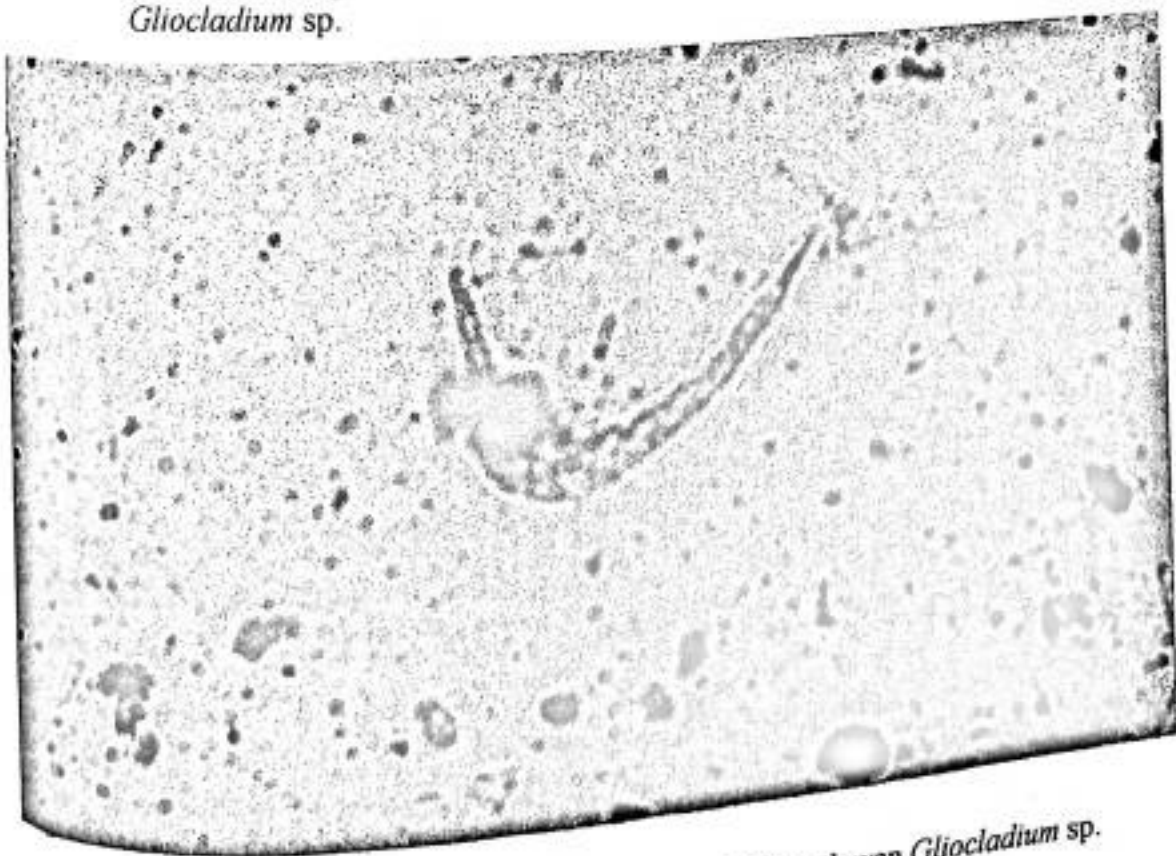
Tabel Lampiran 7b. Sidik Ragam Rata-rata Berat Akar Tanaman Tomat.

Sumber	DB	JK	KT	Fhitung	Ftabel	
					0,05	0,01
Keragaman					2,53	3,7
Perlakuan	5	8,362	1,672	12,078**		
Galat	30	4,153	0,134			
Total	35	12,515				

Keterangan : ** = Berbeda sangat nyata pada taraf 0,05
KK = 13,53 %



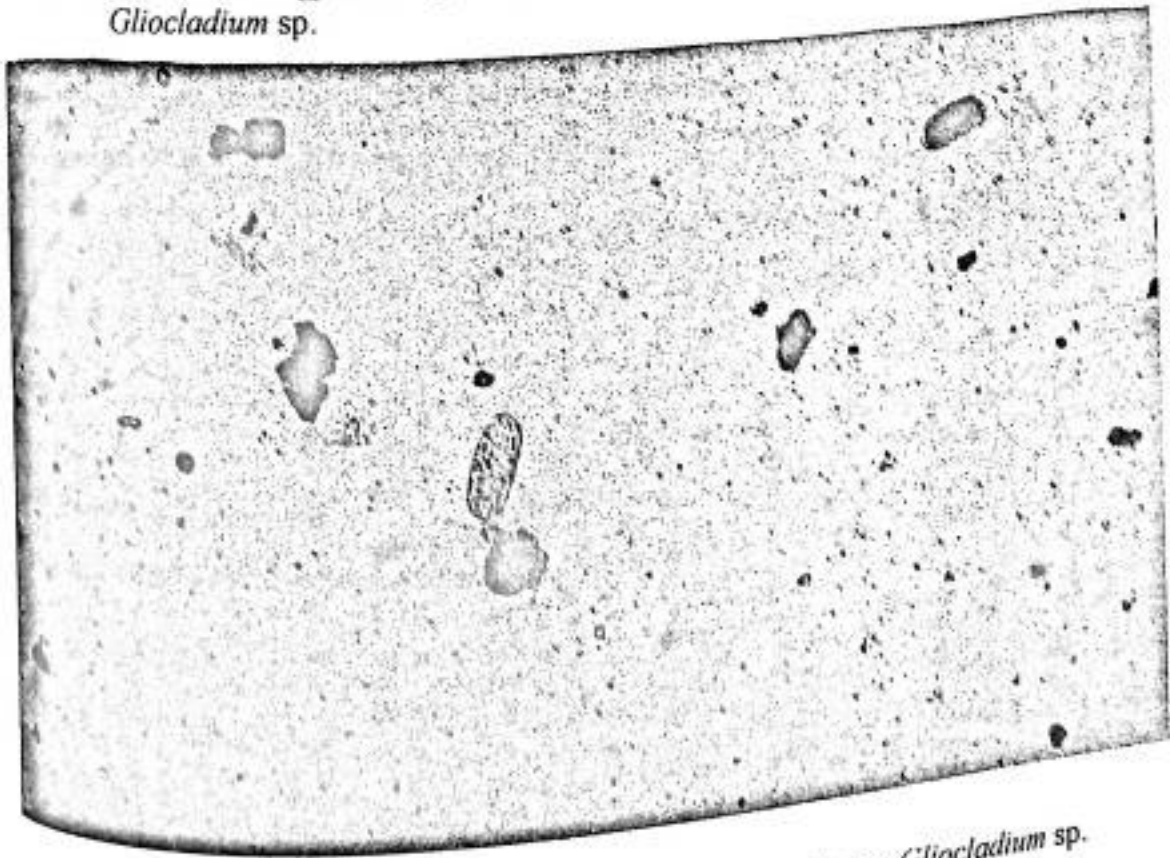
Gambar 1. Larva *Meloidogyne incognita* yang Tidak Terinfeksi Cendawan *Gliocladium* sp.



Gambar 2. Larva *Meloidogyne incognita* yang Terinfeksi Cendawan *Gliocladium* sp.



Gambar 3. Telur *Meloidogyne incognita* yang Tidak Terinfeksi Cendawan *Gliocladium* sp.



Gambar 4. Telur *Meloidogyne incognita* yang Terinfeksi Cendawan *Gliocladium* sp.