

**EFEKTIVITAS PENGGUNAAN MIKORIZA (*Glomus* sp.) UNTUK
PENGENDALIAN NEMATODA SISTA KUNING *Globodera rostochiensis*
(WOLL.) PADA TANAMAN KENTANG (*Solanum tuberosum* L.)**

Oleh:

Dedi Yuli Restiawan



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2010**

**EFEKTIVITAS PENGGUNAAN MIKORIZA (*Glomus* sp.) UNTUK
PENGENDALIAN NEMATODA SISTA KUNING *Globodera rostochiensis*
(WOLL.) PADA TANAMAN KENTANG (*Solanum tuberosum* L.)**

**Oleh:
Dedi Yuli Restiawan**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar
Sarjana Pertanian Strata satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN**

**JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2010**

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan gagasan atau hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam daftar pustaka.

Malang, Januari 2010

Dedi Yuli Restiawan

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Judul : Efektivitas Penggunaan Mikoriza (*Glomus* sp.) untuk Pengendalian Nematoda Sista Kuning *Globodera rostochiensis* (Woll.) Pada Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.)
 Nama Mahasiswa : Dedi Yuli Restiawan
 Nim : 0510460012-46
 Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan
 Menyetujui : Dosen Pembimbing

Utama

Pendamping

Dr. Ir. Sri Karindah, MS.
 NIP. 19520517 197903 2 001

Dr. Anton Muhibuddin, SP., MP.
 NIP. 19771130 200501 1 002

Mengetahui,
 Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan

Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS.
 NIP. 19550522 1981031 1 006

Tanggal Persetujuan :

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS.
NIP. 19550522 1981031 1 006

Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.
NIP. 19550403 198303 1 003

Penguji III

Penguji IV

Dr. Ir. Sri Karindah, MS.
NIP. 19520517 197903 2 001

Dr. Anton Muhibuddin, SP., MP.
NIP. 19771130 200501 1 002

Tanggal Lulus :

RINGKASAN

Dedi Yuli Restiawan 0510460012-46. Efektivitas Penggunaan Mikoriza (*Glomus* sp.) Untuk Pengendalian Nematoda Sista Kuning *Globodera rostochiensis* (Woll.) Pada Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Dibawah Bimbingan, Dr. Ir. Sri Karindah, MS. Sebagai Pembimbing Utama dan Dr. Anton Muhibuddin, SP., MP. Sebagai Pembimbing Pendamping.

Kentang termasuk kelompok lima besar makanan pokok dunia selain gandum, jagung, beras dan terigu. Umbi kentang merupakan sumber karbohidrat dan vitamin. Di Indonesia kemampuan produksi kentang hanya dapat memenuhi 10% konsumsi kentang nasional yaitu 8,9 juta ton per tahun. Rendahnya produktivitas kentang di Indonesia disebabkan oleh beberapa faktor antara lain cara budidaya, iklim, hama dan penyakit, umur panen, kerusakan selama panen dan perlakuan pasca panen. *Globodera rostochiensis* merupakan nematode patogen pada tanaman kentang. Kerugian ekonomi yang disebabkan oleh *G. rostochiensis* sangat besar, serangan *G. rostochiensis* yang tidak terkontrol pada tanaman kentang dapat menyebabkan kerugian 50-80%. Mikoriza adalah agens hayati yang bersimbiosis secara mutualisme dengan akar tanaman, tanaman mendapatkan dukungan berupa serapan unsur hara sedangkan mikoriza mendapatkan habitat dan nutrisi dari tanaman. Simbiosis yang terjadi antara akar tanaman dengan mikoriza menyebabkan akar terhindar dari serangan patogen.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas mikoriza untuk pengendalian *G. rostochiensis* pada tanaman kentang. Hipotesis penelitian ini adalah mikoriza efektif untuk mengurangi tingkat serangan *G. rostochiensis* pada tanaman kentang. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan informasi tentang tingkat keefektifan mikoriza sebagai dasar guna merumuskan teknologi yang tepat untuk pengendalian *G. rostochiensis* pada tanaman kentang.

Penelitian dilaksanakan di laboratorium jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang dan *screen house* di Desa Sumberbrantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu dan. Pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Pebruari 2009 sampai Agustus 2009. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan. Perlakuan pertama adalah pemberian 0 spora *Glomus* sp. (kontrol), perlakuan kedua pemberian 40 spora *Glomus* sp., perlakuan ketiga pemberian 80 spora *Glomus* sp. dan perlakuan keempat pemberian 120 spora *Glomus* sp., masing-masing perlakuan diulang sebanyak 5 kali. Pengamatan dilakukan terhadap populasi sista *G. rostochiensis* pada 100 gram tanah, persentase akar yang terinfeksi *Glomus* sp., tinggi tanaman kentang dan bobot umbi kentang. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan uji F taraf 5%, dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian 40 spora *Glomus* sp. pada tanaman kentang dapat menurunkan populasi sista *G. rostochiensis*. Rerata sista pada 100 gram tanah disekitar tanaman kentang dapat dijumpai 30 sista pada perlakuan 0 spora *Glomus* sp., pada perlakuan 40 spora *Glomus* sp. adalah 16 sista, pada perlakuan 80 spora *Glomus* sp. adalah 12 sista dan pada perlakuan 120

spora *Glomus* sp. adalah 12 sista. Perbedaan jumlah aplikasi spora *Glomus* sp. berpengaruh nyata terhadap jumlah spora *Glomus* sp. yang bersimbiosis pada akar tanaman kentang. Persentase akar yang bersimbiosis dengan *Glomus* sp. tertinggi terdapat pada aplikasi 120 spora *Glomus* sp. yaitu sebesar 43%. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa aplikasi *Glomus* sp. pada tanaman kentang dapat meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman kentang, rerata tinggi tanaman kentang tertinggi terdapat pada perlakuan 120 spora *Glomus* sp. Sedangkan produktivitas tanaman kentang tertinggi terdapat pada perlakuan 120 spora *Glomus* sp. dengan rerata bobot umbi kentang 238,2 gram.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



SUMMARY

Dedi Yuli Restiawan 0510460012-46. The Effectiveness of Mycorrhizae (*Glomus* sp.) Uses to Control Golden Cyst Nematode (*Globodera rostochiensis*) on Potato Plant (*Solanum tuberosum* L.). Supervisor Dr. Ir. Sri Karindah, MS. and Dr. Anton Muhibuddin, SP., MP.

Potato is one of five major world staple foods other than wheat, corn, rice and flour. Potato is the source of carbohydrates and vitamins. In Indonesia, the potatoes production capacity can only fulfill 10% of the national potato consumption which is 8.9 million tons per year. The low productivity of potato in Indonesia is caused by several factors such as cultivation technique, climate, pests and diseases, harvesting age, damage during harvest and post harvest treatment. *Globodera rostochiensis* is one of the potato plant pathogens. The economic loss that is caused by *G. rostochiensis* is very large, in field about 50-80% losses. This fungi has function as biological control agents and interact with plant roots in mutualism symbiosis. Mycorrhizae help plant to absorb nutrient whereas the plant gives mycorrhizae habitat and carbon as its nutrient. Symbiosis between plants with micorrhizae can avoids causing root pathogen attack.

The research objective was to know the efectiveness of mycorrhizae to control *G. rostochiensis* on potato. Hypothesis of this research was mychorrhizae has a positive effect to reduce attack of *G. rostochiensis* and could increase reproduction of potato. This experiment results were expected to give an information about the effectiveness of mychorrhizae as biological control agents to *G. rostochiensis*.

This experiment was conducted at Plant Pest and Disease Laboratory, Plant Protection Department, Agriculture Faculty of Brawijaya University and a screen house at Desa Sumberbrantas, Kabupaten Batu, in February-August 2009. The experiment was arranged in randomize complete design which consist of 4 treatments, the first treatment was given 0 spore *Glomus* sp. (control), the second treatment was given 40 spore *Glomus* sp., third treatment was given 80 spore *Glomus* sp. and fourth treatment was given 120 spores *Glomus* sp., each treatment repeated with 5 repetitions. The observation were conducted on counting the population of *G. rostochiensis* cyst, the percentage of root infections by *Glomus* sp., the plant height and tuber weight. The resulted data were analyzed by the F test, then was continued with LSD ($p=0,05$).

The results showed that the inoculation of 40 spore of *Glomus* sp. on potato could control *G. rostochiensis* cyst. The avarage of *G. rostochiensis* cyst per 100 g soil were 30 cyst, 16 cyst, 12 cyst and 12 cyst which were caused by the applications of 0, 40, 80 and 120 spores of *Glomus* sp. respectively. The different amount of *Glomus* sp. spore influenced the percentage of root association with *Glomus* sp., and the highest association inoculated by 120 *Glomus* sp. spores as the highest inoculation and reached until 43%. The result also showed that the inoculation of *Glomus* sp. on potato had the ability to increase the hight of plant and the production of potato. The highest hight of plant on 120 *Glomus* sp. spores treatment. Whereas, the heaviest tuber on 120 *Glomus* sp. spores treatment and it was 238 g.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah Penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat, taufiq dan hidayah-Nya penulisan skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi yang berjudul Efektifitas Penggunaan Mikoriza (*Glomus* sp.) untuk Pengendalian Nematoda Sista Kuning (*Globodera rostochiensis*) Woll. pada Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) dilaksanakan sebagai syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pertanian pada Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan skripsi ini antara lain kepada:

1. Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS. selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan.
2. Dr. Ir. Sri Karindah, MS. dan Dr. Anton Muhibuddin, SP., MP. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan saran dan masukan dalam pelaksanaan skripsi ini.
3. Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU. selaku dosen pembimbing akademik dan dosen penguji.
4. Kedua orang tua, keluarga yang telah memberikan segalanya untuk pelaksanaan skripsi ini.
5. Bapak H. Subakar, Ibu Hj. Suparmi, Bapak Miftakul Ulum, SP. dan Bapak Khoirul Anwar, SP. sekeluarga yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan skripsi ini.
6. Teman-teman jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Universitas Brawijaya yang telah membantu dalam pelaksanaan skripsi ini.
7. Teman-teman jurusan Budidaya Pertanian yang telah membantu dalam pelaksanaan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna, oleh karena itu kepada semua pembaca, penulis mengharapkan untuk melengkapi skripsi ini di waktu yang akan datang.

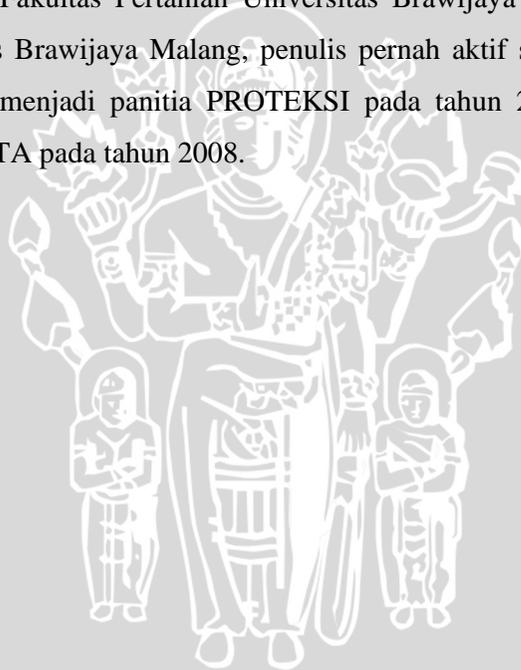
Malang, Januari 2010

Penulis



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Punjul, Kecamatan Plosoklaten Kabupaten Kediri pada tanggal 14 Juli 1986 dari pasangan Bapak Suwadi (Alm.) dengan Ibu Subadiyah. Penulis adalah anak terakhir dari sebelas bersaudara. Penulis menempuh pendidikan dasar di MI YPSM Punjul pada tahun 1993-1999. Penulis melanjutkan pendidikan di SLTPN 2 Pare dari tahun 1999-2002. Selanjutnya penulis menempuh pendidikan di SMAN 1 Plemahan dari tahun 2002-2005. Selanjutnya penulis menempuh pendidikan Strata Satu (S-1) Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Selama Kuliah di Universitas Brawijaya Malang, penulis pernah aktif sebagai pengurus HIMAPTA. Penulis menjadi panitia PROTEKSI pada tahun 2006 dan panitia EKSPEDISI HIMAPTA pada tahun 2008.



DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
RIWAYAT HIDUP	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Hipotesis	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Mikoriza	3
2.1.1. Interaksi Mikoriza dengan Tanaman dan Patogen.....	4
2.1.2. Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Mikoriza	6
2.1.3. <i>Glomus</i> sp.	8
2.2. <i>Globodera rostochiensis</i>	10
2.2.1. Bioekologi <i>G. rostochiensis</i>	10
2.2.2. Gejala Serangan <i>G. rostochiensis</i> dan Kerugian Produksi Tanaman Kentang.....	13
III. METODOLOGI	
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	15
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	15
3.2.1. Alat	15
3.2.2. Bahan	15
3.3. Metode Penelitian.....	15
3.4. Persiapan Penelitian	16
3.4.1. Sterilisasi Tanah.....	16
3.4.2. Isolasi Spora <i>Glomus</i> sp.....	16
3.4.3. Perbanyak Spora <i>Glomus</i> sp.	17
3.4.4. Inokulum <i>G. rostochiensis</i>	18
3.5. Pelaksanaan Penelitian	18
3.5.1. Inokulasi Sista <i>G. rostochiensis</i>	19
3.5.2. Pemeliharaan Tanaman.....	19
3.5.3. Pengamatan.....	19
3.5.3.1. Populasi Sista <i>G. rostochiensis</i>	19
3.5.3.2. Infeksi <i>Glomus</i> sp. pada Akar Tanaman Kentang	19
3.5.3.3. Tinggi Tanaman Kentang	20
3.5.3.4. Bobot Umbi kentang	20

3.6. Analisis Data	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Hasil.....	21
4.1.1. Pengaruh Inokulasi <i>Glomus</i> sp. terhadap Populasi Sista <i>G. rostochiensis</i>	21
4.1.2. Infeksi <i>Glomus</i> sp. Pada Akar Tanaman Kentang	22
4.1.3. Pengaruh Inokulasi <i>Glomus</i> sp. terhadap Tinggi Tanaman Kentang	23
4.1.4. Pengaruh Inokulasi <i>Glomus</i> sp. terhadap Bobot Umbi Kentang	25
4.2. Pembahasan	27
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan.....	35
5.2. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	40

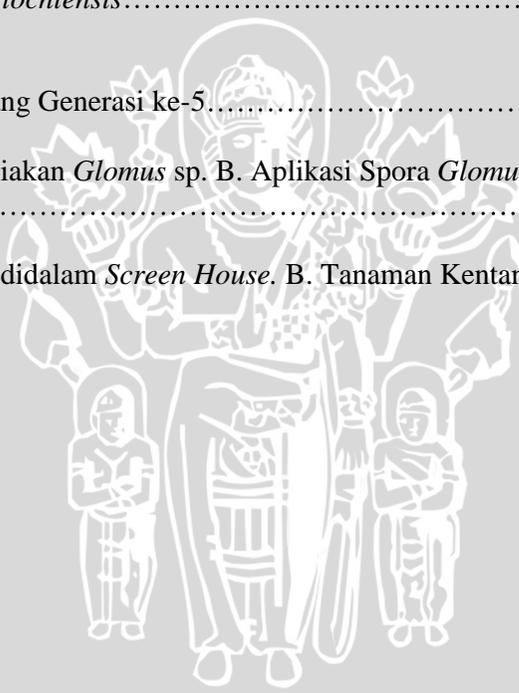


DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Skema Penyerapan P oleh Akar Bermikoriza.....	5
2.	Ciri Mikroskopis (A) Arbuskula, (B) Vesikel.....	8
3.	Skema Proses infeksi Vesikula Arbuskula Mikoriza pada Jaringan Tanaman.....	9
4.	Spora <i>Glomus</i> sp.....	10
5.	Perbedaan Morfologi <i>G. rostochiensis</i> dan <i>G. pallida</i> , (A) dan (B) Stilet <i>G. pallida</i> , (C) dan (D) Stilet <i>G. rostochiensis</i>	11
6.	Ciri Mikroskopis (A) Juvenil 2 <i>G. rostochiensis</i> (B) Sista <i>G. rostochiensis</i>	12
7.	Siklus Hidup <i>G. rostochiensis</i>	13
8.	Gejala Serangan <i>G. rostochiensis</i>	14
9.	Tahapan Metode <i>Sieving</i> and <i>Decanting</i>	16
10.	Metode Perbanyakan Spora <i>Glomus</i> sp.....	17
11.	Media Perbanyakan Spora <i>Glomus</i> sp.....	17
12.	Aplikasi Spora <i>Glomus</i> sp.....	18
13.	Ciri Makroskopis A. Akar Kentang Terinfeksi <i>G. rostochiensis</i> . Ciri Makroskopis B. Juvenil 2 <i>G. rostochiensis</i>	22
14.	Ciri Mikroskopis A. Spora <i>Glomus</i> sp. yang Menginfeksi Akar, B. Jaringan Akar yang Terinfeksi <i>Glomus</i> sp.....	23
15.	Tinggi Tanaman Kentang	25
16.	Umbi Kentang.....	26
17.	Hubungan antara Jumlah Spora <i>Glomus</i> sp. dengan Populasi Sista <i>G. rostochiensis</i>	28

- 18. Hubungan antara Jumlah Spora *Glomus* sp. dengan Persentase Akar Terinfeksi *Glomus* sp..... 29
- 19. Hubungan antara Jumlah Spora *Glomus* sp. dengan Bobot Umbi Kentang 33

Nomor	Lampiran	Halaman
1.	Ciri Mikroskopis A. Spora <i>Glomus</i> sp. Ciri Mikroskopis B. Vesikel <i>Glomus</i> sp.....	43
2.	Sista <i>G. rostochiensis</i>	43
3.	Bibit Kentang Generasi ke-5.....	43
4.	A. Tanah Biakan <i>Glomus</i> sp. B. Aplikasi Spora <i>Glomus</i> sp.....	44
5.	A. Kondisi didalam <i>Screen House</i> . B. Tanaman Kentang..	44



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Rerata Populasi sista <i>G. rostochiensis</i> per 100 g Tanah...	21
2.	Rerata Akar Tanaman Terinfeksi <i>Glomus</i> sp	22
3.	Rerata Tinggi Tanaman Kentang.....	24
4.	Rerata Bobot Umbi Kentang	26

Nomor	Lampiran	Halaman
1.	Analisis Ragam Populasi Sista <i>G. rostochiensis</i> per 100 g Tanah.....	40
2.	Analisis Ragam Akar Tanaman Kentang Terinfeksi <i>Glomus</i> sp.....	40
3.	Analisis Ragam Tinggi Tanaman Kentang Minggu ke-3 Setelah Tanam.....	40
4.	Analisis Ragam Tinggi Tanaman Kentang Minggu ke-4 Setelah Tanam	40
5.	Analisis Ragam Tinggi Tanaman Kentang Minggu ke-5 Setelah Tanam	40
6.	Analisis Ragam Tinggi Tanaman Kentang Minggu ke-6 Setelah Tanam	41
7.	Analisis Ragam Tinggi Tanaman Kentang Minggu ke-7 Setelah Tanam	41
8.	Analisis Ragam Tinggi Tanaman Kentang Minggu ke-8 Setelah Tanam.....	41
9.	Analisis Ragam Bobot Umbi Kentang	41
10.	Hasil Analisis Tanah untuk Media Tanam Kentang.....	41

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kentang (*Solanum tuberosum*) termasuk tanaman yang berbentuk semak (herba), dengan susunan tubuh utama terdiri dari stolon, umbi, batang, daun, bunga, buah, biji dan akar (Rukmana, 1997). Kentang termasuk kelompok lima besar makanan pokok dunia, selain gandum, jagung, beras, dan terigu. Bagian utama tanaman kentang yang menjadi bahan makanan adalah umbi. Umbi kentang merupakan sumber karbohidrat yang mengandung vitamin dan mineral yang cukup tinggi. Komposisi utama umbi kentang terdiri dari air 80%, pati 18%, dan protein 2%. Rendahnya produktivitas kentang di Indonesia disebabkan oleh berbagai faktor antara lain cara budidaya, iklim, hama dan penyakit, umur panen, kerusakan selama panen dan perlakuan pasca panen (Rukmana, 1997).

Mikoriza adalah agens hayati yang hidup di dalam tanah dengan bersimbiosis secara mutualisme dengan akar tanaman. Jamur ini disebut sebagai jamur akar (*root fungus*) karena mempunyai kemampuan untuk mendukung akar dalam menyerap unsur hara seperti layaknya akar itu sendiri. Tanaman mendapatkan dukungan berupa serapan unsur hara dari jamur dan jamur mendapatkan habitat serta nutrisi (karbon) dari tanaman. Simbiosis yang terjadi antara akar tanaman dengan mikoriza menyebabkan akar terhindar dari serangan patogen (Muhibuddin, 2007).

Menurut Anas (1997), mikoriza menggunakan semua kelebihan karbohidrat dan eksudat akar lainnya, sehingga tercipta lingkungan yang tidak cocok bagi patogen, selain itu mikoriza juga melepaskan antibiotik yang dapat mematikan patogen. Menurut Amaranthus (2001), mikoriza dapat mengendalikan penyakit tanaman, karena tanaman dipengaruhi kuat oleh adanya peningkatan nutrisi, sehingga ketahanan tanaman tersebut meningkat pula, atau ada faktor lain seperti mikoriza yang memainkan peran dalam mengurangi ketersediaan nutrisi yang dibutuhkan patogen, secara fisik merubah akar dan jaringan akar, perubahan kimia

di dalam jaringan akar, mengurangi *stress* lingkungan dan meningkatkan konsentrasi organisme bermanfaat di area perakaran.

Globodera rostochiensis merupakan nematoda patogen pada tanaman kentang. Kerugian ekonomi yang disebabkan oleh *G. rostochiensis* sangat besar. Serangan *G. rostochiensis* yang tidak terkontrol pada tanaman kentang dapat menyebabkan kerugian antara 50-80% (Mulyadi *et al.*, 2003). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa inokulasi akar oleh campuran tiga spesies *Glomus* dapat mempercepat penetasan telur *G. pallida* (Ryan *et al.*, 2000 dalam Delipoulos *et al.*, 2007).

Di Indonesia penelitian mengenai pemanfaatan mikoriza untuk pengendalian *G. rostochiensis* belum banyak dilakukan. Penelitian ini akan mengungkapkan tentang bagaimana tingkat efektivitas *Glomus* sp. untuk pengendalian *G. rostochiensis* pada tanaman kentang. Dari hasil penelitian ini diharapkan mikoriza dapat menjadi suatu produk yang dapat dimanfaatkan secara optimal, terutama untuk budidaya tanaman kentang.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui efektivitas *Glomus* sp. untuk pengendalian *G. rostochiensis* pada tanaman kentang.

1.3. Hipotesis

Hipotesis yang dikemukakan dalam penelitian ini adalah *Glomus* sp. efektif untuk mengurangi tingkat serangan *G. rostochiensis* pada tanaman kentang dan meningkatkan produksi tanaman kentang.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan informasi tentang tingkat keefektifan *Glomus* sp. sebagai dasar untuk merumuskan teknologi yang tepat untuk pengendalian *G. rostochiensis* pada tanaman kentang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Mikoriza

Mikoriza berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari dua kata, yaitu *mycos* yang berarti jamur dan *rhiza* yang berarti akar (Sieverding, 1991 dalam Husna *et al.*, 2007). Jamur mikoriza pertama kali ditemukan oleh Frank, seorang botanis dari Eropa pada tahun 1885 dan diartikan sebagai *root fungus* (jamur akar) karena kemampuannya mengambil unsur hara seperti layaknya fungsi akar tanaman (Muhibuddin, 2007). Subiksa (2002) menyebutkan bahwa mikoriza adalah suatu struktur yang khas yang mencerminkan adanya interaksi fungsional yang saling menguntungkan antara suatu tumbuhan tertentu dengan satu atau lebih galur mikobion dalam ruang dan waktu. Berdasarkan struktur tumbuh dan cara infeksi mikoriza dikelompokkan dalam dua kelompok yaitu Ektomikoriza dan Endomikoriza (VAM) (Husna *et al.*, 2007).

Jamur ektomikoriza mempenetrasi diantara dinding sel korteks dan membentuk cover yang menyelimuti akar, mantel, atau hifa yang menutupi seluruh akar. Kebanyakan jamur ektomikoriza memproduksi *mushrooms* (badan buah), dan dapat dikelola di media biakan dalam laboratorium. Endomikoriza atau *Arbuscular Mycorrhizae* tidak membentuk mantel yang menyelimuti akar, karena jamur ini berada di dalam korteks akar. Tipe jamur ini, adalah dengan adanya vesikula dan arbuskula yang berada di dalam korteks akar. Vesikel pada endomikoriza ada yang terbentuk dan ada yang tidak, fungsinya untuk cadangan makanan dan sebagai organ untuk perkembangbiakan, sedangkan arbuskula digunakan untuk menyerap nutrisi yang berada di area perakaran (Muchovej, 2001).

Pada awalnya mikoriza diduga sebagai struktur yang dibentuk secara teratur oleh akar tanaman. Akan tetapi saat ini diketahui bahwa keduanya berbeda dan terjadi interaksi antara keduanya, interaksi tersebut saling menguntungkan (simbiosis mutualisme) (Muhibuddin, 2007). Sieverding, 1991 (dalam Shamdas, 2006) mengemukakan bahwa, mikoriza merupakan mikroba tanah yang bersimbiosis dengan banyak tanaman dan tersebar luas di berbagai agroekosistem.

Bentuk simbiosis ditunjukkan secara nyata dengan cara memberikan tempat hidup dan nutrisi (karbon) bagi mikoriza oleh tanaman sebaliknya mikoriza memberi keuntungan kepada tanaman inang dengan cara membantu tanaman dalam menyerap unsur hara terutama unsur P (Husna *et al.*, 2007). Abdullah *et al.* (2005) menambahkan bahwa mikoriza berfungsi untuk memperbaiki tingkat serapan hara dan air terutama unsur fosfat dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan patogen tanah melalui simbiosis dengan akar tanaman, secara tidak langsung mikoriza dapat meningkatkan pembentukan dan penyebaran akar tanaman melalui hifa eksternal yang mengakibatkan meningkatnya serapan unsur hara lain oleh tanaman.

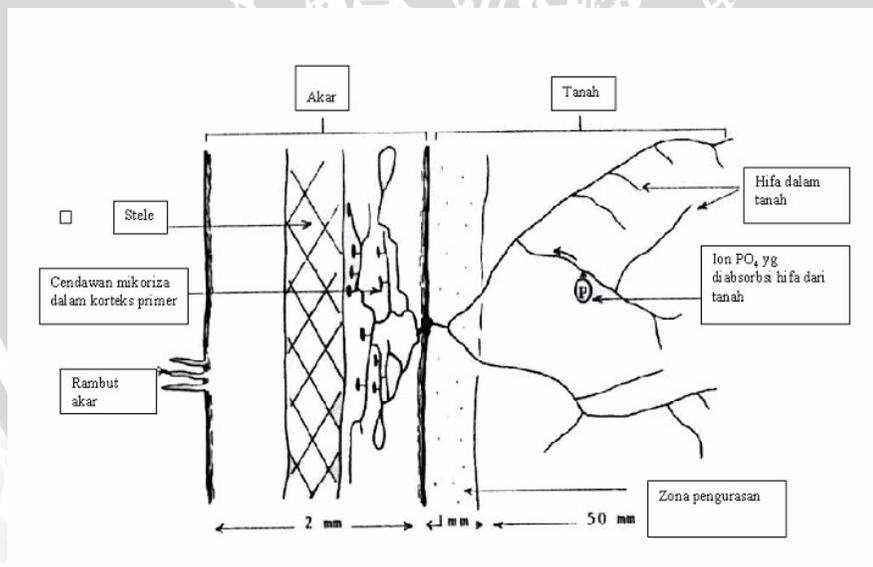
2.1.1. Interaksi Mikoriza dengan Tanaman dan Patogen

Mikoriza juga memiliki peran sebagai *biocontrol* bagi tanaman dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan, dan sebaliknya mikoriza tidak menyebabkan penyakit pada tanaman. Mikoriza dapat meningkatkan kemampuan tanaman untuk menyerap hara mineral dalam tanah dan menyediakan unsur-unsur hara N, Ca, dan P bagi tanaman inang (Muhibuddin, 2007). Menurut Bolan, 1991 (*dalam* Kabirun, 2002) mengemukakan bahwa, kecepatan masuknya unsur P kedalam tanaman melalui hifa mikoriza akan mencapai enam kali lebih cepat dari pada kecepatan masuknya P melalui rambut akar. (Gambar 1.)

Pengendalian penyakit tanaman yang mempunyai prospek baik dan ramah lingkungan adalah pengendalian hayati dengan memanfaatkan mikroba antagonis disekitar akar tanaman. Mikoriza dapat mengendalikan penyakit diduga karena tanaman dipengaruhi kuat oleh adanya peningkatan nutrisi tanaman, sehingga ketahanan tanaman tersebut meningkat, atau ada faktor lain seperti mikoriza yang memainkan peran dalam mengurangi ketersediaan nutrisi yang dibutuhkan patogen, secara fisik merubah akar dan jaringan akar, perubahan kimia di dalam jaringan akar, mengurangi *stress* lingkungan dan meningkatkan konsentrasi organisme bermanfaat di area perakaran (Amaranthus, 2001). Keberadaan mikoriza dalam tanah bersinergis dengan mikroba potensial seperti bakteri

penambat nitrogen, dan jasad renik selulotik seperti *Tricoderma* sp. (Husna *et al.*, 2007).

Menurut Hardiatmi (2008), mikoriza dapat memberikan kekebalan bagi tanaman inang. Mikoriza ini menjadi pelindung fisik yang kuat, sehingga perakaran sulit ditembus patogen, sebab mikoriza mampu membuat bahan antibiotik untuk melawan patogen selain itu mikoriza dapat membentuk hormon seperti auxin, sitokinin, dan giberalin, yang berfungsi sebagai perangsang pertumbuhan tanaman. Pena *et al.* (2005) memperkuat hasil penelitian sebelumnya mengenai pemanfaatan mikoriza untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen tular tanah (nematoda), dengan memaparkan hasil penelitian mengenai mekanisme pengendalian nematoda *Pratylenchus penetrans* dengan memanfaatkan pada rumput *Ammophila arenaria*. Mekanisme yang terjadi dalam pengendalian ini adalah mikoriza menekan kolonisasi dan reproduksi nematoda *P. penetrans*. Proses penekanan *P. penetrans* tersebut dilakukan dengan *locally operating mechanisms*.



Gambar 1. Skema Penyerapan P oleh Akar Bermikoriza (Mosse, 1986)

2.1.2. Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Mikoriza

Menurut Atmaja (2001), dalam lingkungan tanah, perkembangan mikoriza dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain:

1. Suhu

Suhu yang relatif tinggi akan meningkatkan aktifitas mikoriza. Untuk daerah tropika basah, hal ini menguntungkan. Proses perkecambahan pembentukan mikoriza melalui tiga tahap yaitu perkecambahan spora di tanah, penetrasi hifa ke dalam sel akar dan perkembangan hifa didalam konteks akar. Suhu optimum untuk perkecambahan spora sangat beragam tergantung jenisnya. Beberapa spesies Gigaspora yang diisolasi dari tanah Florida, diwilayah subtropika mengalami perkecambahan paling baik pada suhu 34°C, sedangkan untuk spesies Glomus yang berasal dari wilayah beriklim dingin, suhu optimal untuk perkecambahan adalah 20°C. Penetrasi dan perkecambahan hifa diakar peka terhadap suhu tanah. Pada umumnya infeksi oleh mikoriza meningkat dengan meningkatnya suhu.

2. Kadar Air Tanah

Untuk tanaman yang tumbuh didaerah kering, adanya mikoriza menguntungkan karena dapat meningkatkan kemampuan tanaman untuk tumbuh dan bertahan pada kondisi yang kurang air. Adanya mikoriza dapat memperbaiki dan meningkatkan kapasitas serapan air tanaman inang. Ada beberapa dugaan mengapa tanaman bermikoriza lebih tahan terhadap kekeringan diantaranya adalah:

- a) Adanya mikoriza, resitensi akar terhadap gerakan air menurun sehingga transfer air ke akar meningkat.
- b) Tanaman kahat P lebih peka terhadap kekeringan, adanya mikoriza menyebabkan status P tanaman meningkat sehingga daya tahan terhadap kekeringan juga meningkat.
- c) Pengaruh tidak langsung karena adanya miselia eksternal menyebabkan mikoriza efektif didalam mengagregasi butir-butir tanah sehingga kemampuan tanah menyimpan air meningkat.

3. pH Tanah

Jamur umumnya lebih tahan terhadap perubahan pH tanah. Tetapi daya adaptasi masing-masing spesies mikoriza terhadap pH tanah berbeda-beda, karena pH tanah mempengaruhi perkecambahan, perkembangan dan peran mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman. *G. fasciculatus* berkembang biak pada pH masam. Pada pH 5,1 dan 5,9 *G. fasciculatus* menampakkan pertumbuhan yang terbesar, *G. fasciculatus* memperlihatkan pengaruh yang lebih besar terhadap pertumbuhan tanaman pada pH 5,1. *G. mosseae* memberikan pengaruh terbesar pada pH netral sampai alkalis (pH 6,0-8,1).

4. Bahan Organik

Bahan organik merupakan salah satu komponen penyusun tanah yang penting disamping air dan udara. Jumlah spora mikoriza berhubungan erat dengan kandungan bahan organik didalam tanah. Jumlah maksimum spora ditemukan pada tanah-tanah yang mengandung bahan organik 1-2 persen sedangkan pada tanah-tanah berbahan organik kurang dari 0,5 persen kandungan spora sangat rendah. Residu akar mempengaruhi ekologi mikoriza, karena serasah akar yang terinfeksi mikoriza merupakan sarana penting untuk mempertahankan generasi mikoriza dari satu tanaman ke tanaman berikutnya. Serasah akar tersebut mengandung hifa, vesikel dan spora yang dapat menginfeksi. Disamping itu juga berfungsi sebagai inokulasi untuk tanaman berikutnya.

5. Cahaya dan Ketersediaan Hara

Intensitas cahaya yang tinggi akan meningkatkan jumlah karbohidrat di dalam akar sehingga membuat tanaman lebih peka terhadap infeksi cendawan mikoriza. Infeksi mikoriza terbesar terjadi pada tanah-tanah yang mempunyai kesuburan yang rendah. Pertumbuhan perakaran yang sangat aktif jarang terinfeksi oleh mikoriza. Jika pertumbuhan dan perkembangan akar menurun infeksi mikoriza meningkat.

6. Fungisida

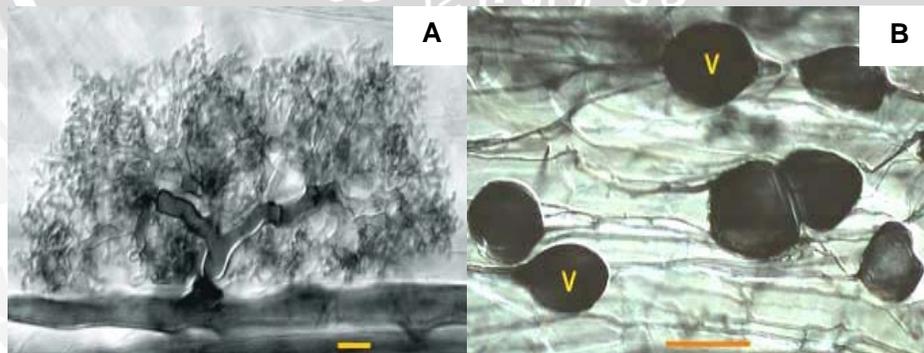
Fungisida merupakan racun kimia yang diracik untuk membunuh cendawan penyebab penyakit pada tanaman, akan tetapi selain membunuh cendawan penyebab penyakit fungisida juga dapat membunuh mikoriza, dimana pemakaian

fungisida ini menurunkan pertumbuhan dan kolonisasi serta kemampuan mikoriza dalam menyerap P.

2.1.3. *Glomus* sp.

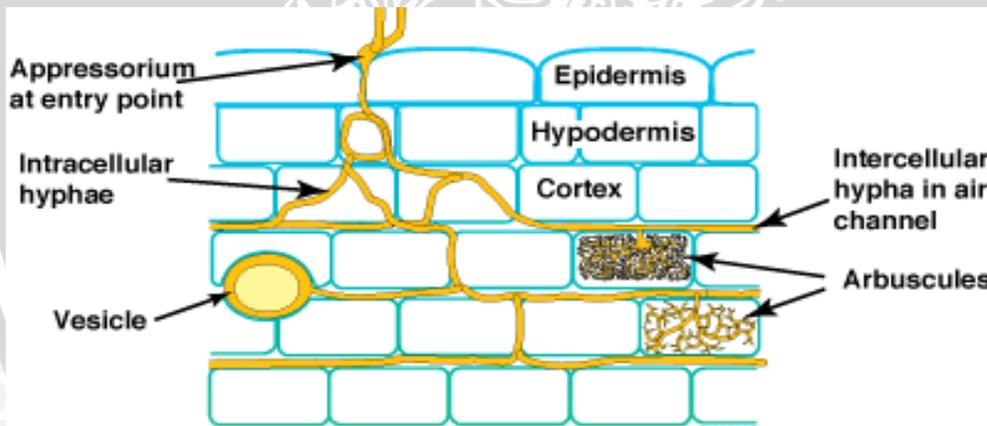
Klasifikasi *Glomus* sp. adalah: Devisi: Eumycota; Kelas: Zygomycetes; Bangsa: Glomales; Suku: Glomaceae; Marga: *Glomus*; Jenis: *Glomus* sp. (Anonymous, 2007). *Glomus* sp. termasuk dalam golongan Endomikoriza, jamur ini tidak membentuk selubung yang padat, namun membentuk miselium yang tersusun longgar pada permukaan akar. Jamur juga membentuk vesikula dan arbuskula yang besar di dalam sel korteks, sehingga sering disebut dengan VAM (Gambar 2).

Menurut Feronika (2003), vesikel merupakan struktur berbentuk lonjong atau bulat yang mengandung cairan lemak, yang berfungsi sebagai penyimpan cadangan makanan atau berkembang menjadi klamidospora yang berfungsi sebagai organ reproduksi dan struktur tahan. Vesikel biasanya dibentuk lebih banyak di luar jaringan korteks pada daerah infeksi yang sudah tua dan terbentuk setelah pembentukan arbuskula, Vesikula terbentuk pada ujung-ujung arbuskula. Arbuskula adalah struktur hifa yang bercabang-cabang, berfungsi sebagai tempat penukaran nutrisi antara tanaman inang dan VAM. Struktur ini dibentuk 2-3 hari setelah infeksi, diawali dengan penetrasi cabang hifa lateral yang dibentuk oleh hifa ekstraseluler dan intraseluler kedalam dinding sel inang.



Gambar 2. (A). Arbuskula (B). Vesikel (CSIRO Forestry and Forest Products, 1999)

Proses infeksi dimulai dari pembentukan appressorium yaitu struktur yang berupa penebalan masa hifa yang kemudian menyempit seperti tanduk. Appressorium membantu hifa menembus ruang sel epidermis melalui permukaan akar, atau rambut-rambut akar dengan cara mekanis dan enzimatis. Hifa yang telah masuk ke lapisan korteks kemudian menyebar didalam dan diantara sel-sel korteks, hifa ini akan membentuk benang-benang bercabang yang mengelompok: disebut arbuskula yang berfungsi sebagai jembatan transfer unsur hara, antara cendawan dengan tanaman inang. Arbuskula merupakan hifa bercabang halus yang dapat meningkatkan luas permukaan akar dua hingga tiga kali. Pada sistem perakaran yang terinfeksi akan muncul hifa yang terletak diluar, yang menyebar disekitar daerah perakaran dan berfungsi sebagai alat pengabsorpsi unsur hara. Hifa yang terletak diluar ini dapat membantu memperluas daerah penyerapan hara oleh akar tanaman (Hardiatmi, 2008).



Gambar 3. Skema Proses infeksi Vesikula Arbuskula Mikoriza pada Jaringan Tanaman (CSIRO Forestry and Forest Products, 1999)

Spora *Glomus* sp. berwarna coklat kekuningan berbentuk bulat, berukuran 80-140 μm . Dinding spora dari *Glomus* sp. terdiri dari tiga lapis, lapisan pertama berwarna hialin dengan ketebalan 4-14 μm , lapisan ini pada permukaannya terdegradasi yang menunjukkan penampilan berlapis-lapis. Pada lapisan kedua berwarna kuning pucat dengan ketebalan dinding spora 6-12 μm , lapisan ketiga

berwarna bening dengan ketebalan 1 μm . Hifa berbentuk silinder dengan lebar 8-13 μm , strukturnya terdiri dari 2 lapis pada lapisan pertama ketebalannya 1,2-2,4 μm sedangkan pada lapisan kedua ketebalannya 1 μm (Anonymous, 2007).



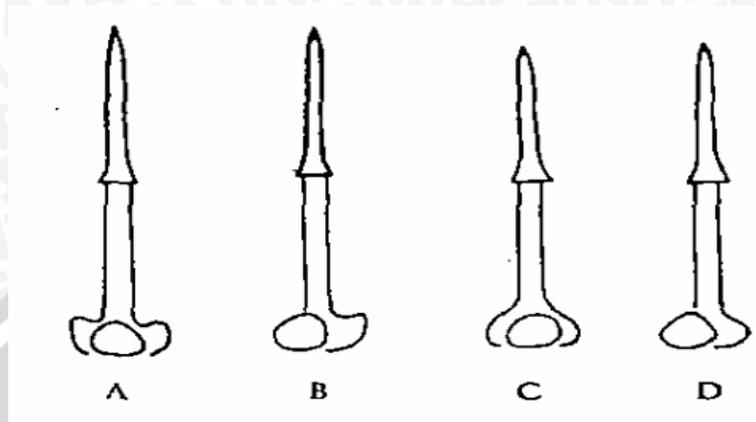
Gambar 4. Spora *Globoderia* sp. (Agriculture and Agri-Food Canada, 2009)

2.2. *Globoderia rostochiensis*

2.2.1. Bioekologi *G. rostochiensis*

Menurut Dropkin (1996), klasifikasi *G. rostochiensis* adalah: Kerajaan: Animalia; Devisi: Nemata; Kelas: Secernentea; Bangsa: Tylenchida; Suku: Heteroderidae; Marga: Globodera; Jenis: *G. rostochiensis*

Nematoda yang dikenal sebagai parasit utama pada tanaman kentang adalah dari Genus Globodera. Spesies yang terkenal menyerang tanaman kentang ada dua yaitu : *G. rostochiensis* yang dikenal sebagai Nematoda Sista Kuning (*Golden Potato Cyst Nematode*) dan *G. pallida* (*White Potato Cyst Nematode*). Perbedaan utama kedua spesies Globodera tersebut terletak pada warna sista dewasa betina dan stiletnya. Bentuk sista membulat (*globular atau spheroid*). Betina dewasa *G. rostochiensis* berwarna putih kemudian menjadi kuning keemasan, sedangkan *G. pallida* dewasa betinanya berwarna putih kemudian menjadi putih tetapi pada beberapa populasi ada yang berubah menjadi coklat, stilet *G. rostochiensis* memiliki pangkal (*knob*) membulat dan menjorok ke belakang sedangkan *G. pallida* meruncing ke depan (Deptan, 2004).

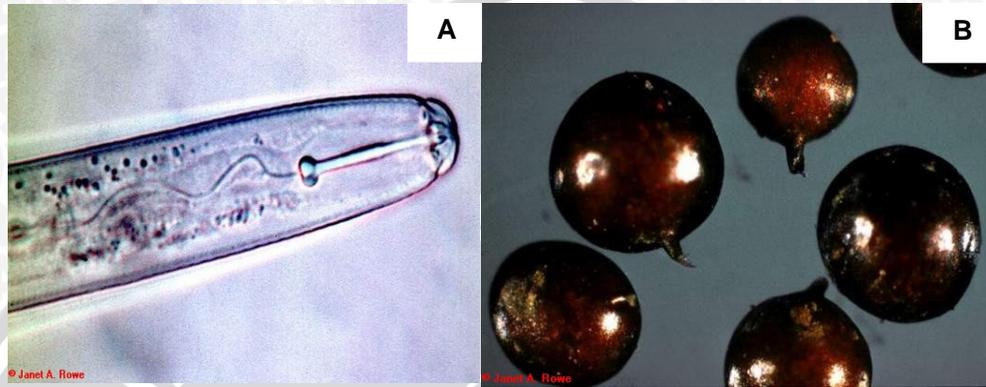


Gambar 5. Perbedaan Morfologi *G. rostochiensis* dan *G. pallida*, (A) dan (B) Stilet *G. pallida*, (C) dan (D) Stilet *G. rostochiensis* (Mulyadi *et al.*, 2003)

Telur didalam sista akan menetas apabila mendapatkan rangsangan oleh eksudat akar kentang, larva nematoda menjadi aktif pada suhu 10⁰C dan invasi maksimum ke dalam akar terjadi pada suhu 16⁰C (Luc *et al.*, 1990). Stadium larva kedua (J-2) berbentuk memanjang dan merupakan nematoda yang aktif, panjang larva stadia dua antara 400-500 μ m, kepalanya berbentuk setengah bola, beranulasi dan berlekuk serta berkerangka kepala yang kuat. Nematoda jantan berbentuk memanjang dan aktif bergerak. Panjangnya bervariasi meskipun dalam satu jenis, biasanya 1 sampai 1,5 mm dengan perbandingan panjang dan lebar tubuhnya antara 23-30 μ m. Median bulbusnya berbentuk oval dan panjang. Bagian posterior tubuhnya biasanya terputar 90^o atau lebih. Ekornya tumpul membulat, mempunyai sepasang spikula melengkung dekat dengan ujung dan tidak mempunyai sayap ekor (Dropkin, 1996).

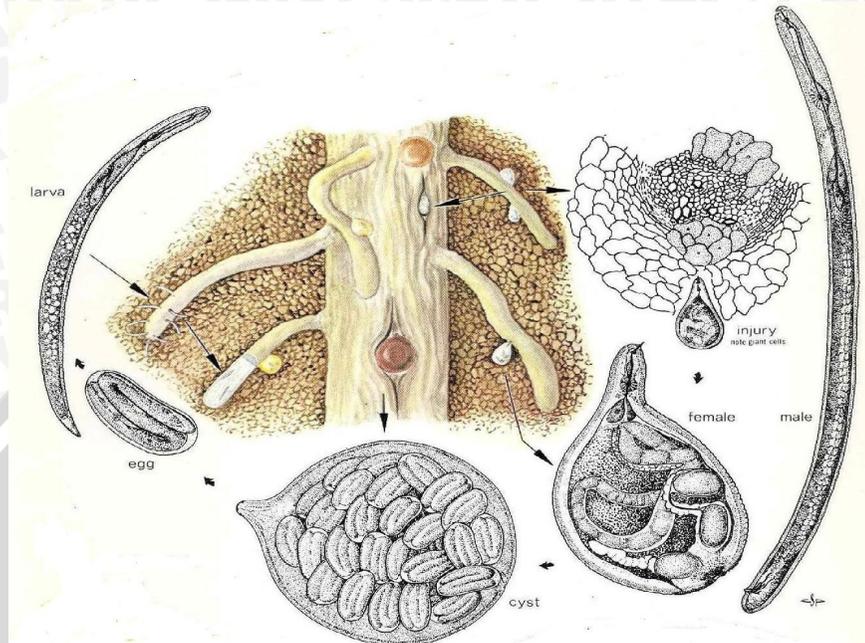
Tubuh nematoda betina berbentuk membulat (globose) yang merupakan ciri dari Globodera, sedangkan nematoda yang lain yang membentuk sista yaitu genus Heterodera berbentuk *lemon shape*. Tubuh berwarna putih kemudian pada perkembangan selanjutnya berubah menjadi kuning keemasan sehingga disebut *golden cyst nematode*. Perubahan warna tubuh menjadi kuning keemasan tersebut disebabkan adanya pengaruh pigmen tubuh. Sista berbentuk membulat, kepala dan

leher relatif kecil dan tampak menonjol, sista berwarna coklat atau coklat kehitaman (Anonymous, 2008).



Gambar 6. (A) Juvenil 2 *G. rostochiensis* (B) Sista *G. rostochiensis* (CABI, 2003)

Kelangsungan hidup, reproduksi nematoda sista kuning dipengaruhi oleh kelembaban, suhu, panjang hari, dan faktor edafik. Siklus hidupnya dari telur sampai dewasa antara 38-48 hari tergantung dari suhu tanah. NSK dalam perkembangannya melalui tahapan stadium telur, larva, dan dewasa. Daur hidup antara 5-7 minggu tergantung pada kondisi lingkungan. Produksi telur 200-500 butir. Kemampuan bertahan hidup pada kondisi lingkungan kurang menguntungkan (tidak ada inang, suhu sangat rendah, suhu tinggi, dan kekeringan) dengan cara membentuk sista. Sista yang mengandung telur dapat bertahan di dalam tanah tanpa tanaman inang. Dalam kondisi seperti ini ketahanan terhadap pengaplikasian nematisida sangat tinggi. Pada suhu 10°C dan kondisi lingkungan sesuai, terutama adanya eksudat akar tanaman inang, juvenil dua (J2) akan keluar (menetas) dan bergerak untuk mencari perakaran tanaman inang (Anonymous, 2008).

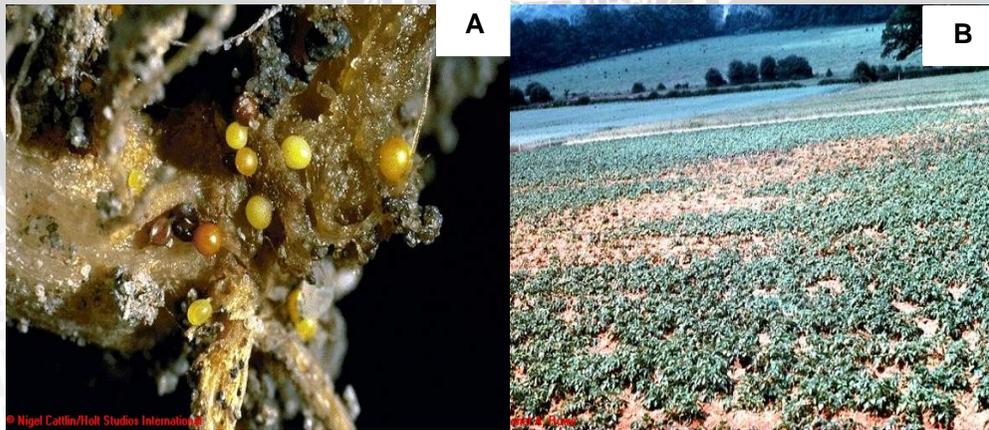


Gambar 7. Siklus Hidup *G. rostochiensis* (Anonymous, 2008)

2.2.2. Gejala Serangan *G. rostochiensis* dan Kerugian Produksi Tanaman Kentang

Gejala serangan mulai terlihat apabila persediaan makanan dalam umbi (bibit) sudah habis dan tanaman harus menyerap air dan hara dari dalam tanah dengan kemampuan akarnya sendiri. Perakaran yang rusak dan tidak berfungsi secara normal dalam menyerap unsur hara, maka pertumbuhan tanaman terganggu, klorosis, dan cenderung layu pada kelembaban yang relatif kering, pada areal tanaman tanaman yang luas akan terlihat gejala botak (*patch symptom*), sedangkan pada akar gejalanya tidak spesifik tetapi akan terlihat sista-sista berwarna kuning, krem, atau putih yang menempel pada perakaran (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 1989). Luc *et al.* (1990) menambahkan kerusakan akar yang disebabkan oleh serangan *G. rostochiensis* pada perakaran tanaman kentang menyebabkan *stress* dan berkurangnya penyerapan air dan hara sehingga tanaman menjadi kerdil, berwarna kekuningan dan daun-daun menjadi layu apabila keadaan kering.

Kerugian produksi kentang karena serangan *G. rostochiensis* adalah substansional. Pada serangan berat produksi umbi kentang akan lebih rendah dibandingkan dengan berat umbi yang digunakan untuk bibit. *G. rostochiensis* juga dapat berinteraksi dengan penyakit yang disebabkan oleh bakteri dan jamur sehingga kerugian produksi kentang akan lebih besar. Faktor –faktor yang mendukung tingginya kerugian produksi yang disebabkan *G. rostochiensis* antara lain adalah sifat-sifat biologis yang istimewa dari *G. rostochiensis*. Sifat-sifat tersebut antara lain dapat membentuk sista yang mampu melindungi dan dapat bertahan apabila kondisi lingkungan tidak menguntungkan untuk perkembangannya. Sista-sista tersebut dapat bertahan pada kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan dan pengaplikasian nematisida. Telur yang tersimpan di dalam sista dapat bertahan selama 30 tahun. Jumlah populasi awal yang dapat menimbulkan kerugian produksi kentang adalah sekitar 31 sista hidup per 100 gram tanah (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 1989). Brown (1969) menyatakan, kerugian akibat serangan NSK dapat mencapai 2 ton per hektar untuk setiap 20 sista per gram tanah.



Gambar 8. Gejala Serangan *G. rostochiensis* (CABI, 2003)

III. METODOLOGI

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Desa Sumberbrantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu pada ketinggian 1.650 meter di atas permukaan laut dalam kondisi *screen house* dan laboratorium jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang. Pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Pebruari 2009 sampai Agustus 2009.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sentrifuse, mikroskop binokuler, cawan petri diameter 9 cm, jarum suntik, saringan berdiameter 160 μm , 135 μm , 55 μm , 35 μm , objek glass, autoclave, polybag ukuran 20 kg, pipet tetes, kuas kecil, gelas plastik, kertas tissue, handcounter, penggaris dan sprayer.

3.2.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah steril, tanah biakan *Glomus* sp., sista *G. rostrchiensis*, biji jagung, bibit kentang varietas granola generasi 5, pupuk kompos (kotoran kambing), gula pasir, air, lactofenol trypan blue 0,05%, larutan KOH 10%, H₂O₂, HCl.

3.3. Metode Penelitian

Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri dari 4 perlakuan, perlakuan pertama dengan 0 spora *Glomus* sp., perlakuan kedua dengan 40 spora *Glomus* sp., perlakuan ketiga 80 spora *Glomus* sp. dan perlakuan keempat dengan 120 spora *Glomus* sp. Dari 4 perlakuan tersebut masing-masing perlakuan diulang sebanyak 5 kali.

3.4. Persiapan Penelitian

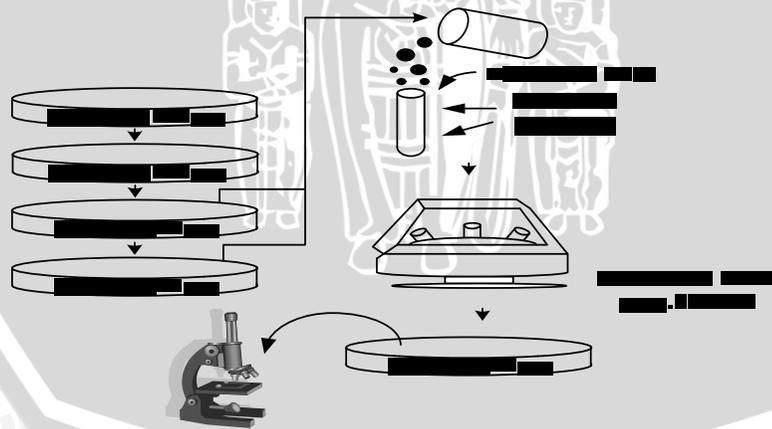
3.4.1. Sterilisasi Tanah

Sterilisasi tanah dilakukan dengan menggunakan autoclave. Tanah yang akan disterilkan dimasukkan ke dalam kantung plastik ukuran 20 kg, kemudian

dimasukkan ke dalam autoclave dan disterilkan dengan suhu 121°C selama 120 menit.

3.4.2. Isolasi Spora *Glomus* sp.

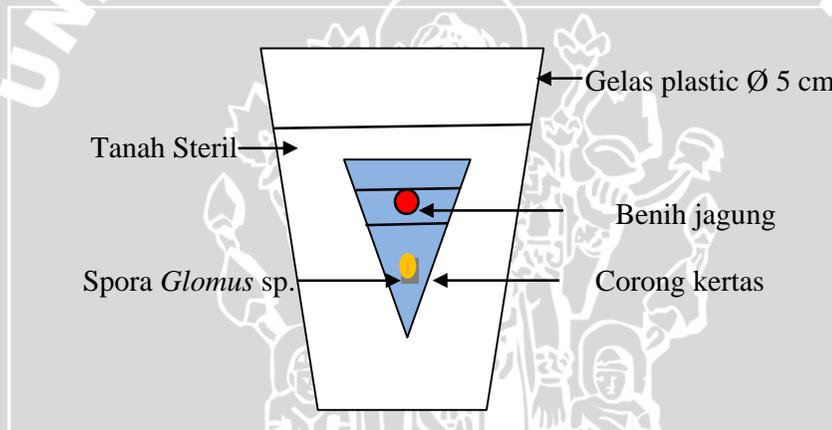
Persiapan isolasi spora *Glomus* sp. terlebih dahulu dilakukan dengan pengambilan sampel tanah biakan *Glomus* sp. koleksi dari jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Universitas Brawijaya Malang. Sampel tanah yang diambil seberat 100 gram tersebut kemudian diperlakukan lebih lanjut dengan metode *sieving and decanting*. Metode ini digunakan untuk memisahkan spora dari partikel tanah dan bahan organik. *Sieving* dilakukan secara berurutan pada saringan berdiameter 160 μm , 135 μm , 55 μm , 35 μm . Suspensi yang tertinggal pada saringan 55 μm dan 35 μm selanjutnya dimasukkan ke dalam tabung sentrifuse dengan ditambahkan larutan gula 60 % sebanyak $\frac{1}{3}$ dari volume suspensi, disentrifuse pada kecepatan 2000 rpm selama 3 menit. Supernatan yang dihasilkan dari hasil sentrifuse selanjutnya langsung dituangkan ke dalam cawan petri dan dilakukan pengamatan mikroskopis. Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan cara meletakkan satu spora diatas *object glass*.



Gambar 9. Tahapan Metode *Sieving and Decanting*

3.4.3. Perbanyak Spora *Glomus* sp.

Perbanyak spora *Glomus* sp. dilakukan pada inang tanaman jagung yang ditanam pada pot plastik (gelas plastik) dengan media tumbuh tanah steril. Spora *Glomus* sp. yang akan dibiakkan diinokulasikan sebanyak 1-2 spora (2 cm di bawah letak benih yang telah ditanam). Spora yang diinokulasikan diletakkan dalam corong kertas yang terbuat dari kertas tisu untuk menghindari merembesnya spora ke bagian yang lebih dalam. Selanjutnya biji jagung ditutup dengan tanah setinggi 3 cm dan dilakukan perawatan. Setelah tanaman berumur 45 hst (hari setelah tanam), tanaman dipanen dengan cara membongkar akar beserta tanahnya untuk mendapatkan spora *Glomus* sp.



Gambar 10. Metode Perbanyak Spora *Glomus* sp.



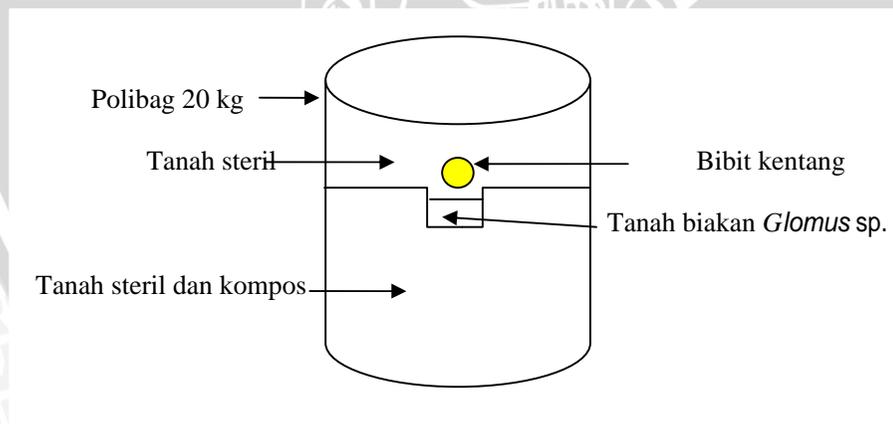
Gambar 11. Media Perbanyak Spora *Glomus* sp.

3.4.4. Inokulum *G. rostochiensis*

Bahan inokulum didapatkan dari sampel tanah dan akar tanaman kentang yang mengandung sista *G. rostochiensis* di lahan pertanian tanaman kentang Desa Sumberbrantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Tanah dan akar yang mengandung sista diletakkan pada saringan, kemudian tanah tersebut disemprot dengan air, tujuannya agar sista *G. rostochiensis* yang berada di dalam tanah dapat mengalir mengikuti aliran air. Sista *G. rostochiensis* yang terperangkap diambil menggunakan kuas dan dimasukkan dalam fial, kemudian diletakkan didalam lemari pendingin.

3.5. Pelaksanaan Penelitian

Percobaan tentang efektivitas penggunaan *Glomus* sp. untuk pengendalian *G. rostochiensis* dilakukan bersamaan dengan penanaman bibit tanaman kentang, yaitu dengan meletakkan tanah biakan *Glomus* sp. dan cacahan akar tanaman jagung yang mengandung spora *Glomus* sp. kedalam lubang tanam. Langkah selanjutnya yaitu meletakkan bibit tanaman kentang diatas tanah biakan *Glomus* sp., kemudian lubang tanam ditutup dengan tanah dan disiram dengan air.



Gambar 12. Aplikasi Spora *Glomus* sp.

3.5.1. Inokulasi Sista *G. rostochiensis*

Inokulasi sista *G. rostochiensis* ke tanaman kentang dilakukan pada saat tanaman kentang berumur 21 hari setelah tanam (hst). Pada proses inokulasi, sista

G. rostochiensis diletakkan pada jarak 1 cm dari akar pokok disetiap polibag. Setiap polibag di inokulasi dengan 31 sista *G. rostochiensis*.

3.5.2. Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan dan perawatan tanaman dilakukan di *screen house* meliputi:

1. Pengairan, pemberian air dilakukan sesuai dengan kondisi tanaman.
2. Pengendalian tumbuhan liar, hama dan penyakit. Pengendalian gulma dan OPT dilakukan secara mekanik dengan cara penyiangan (dicabut), membunuh hama dan memotong tanaman yang terserang penyakit.

3.5.3. Pengamatan

Variabel yang diamati dalam percobaan efektivitas penggunaan *Glomus* sp. untuk pengendalian *G. rostochiensis* meliputi:

3.5.3.1. Populasi Sista *G. rostochiensis*

Pengamatan populasi *G. rostochiensis* dilakukan dengan melakukan perhitungan terhadap jumlah sista *G. rostochiensis* per 100 gram tanah kering.

3.5.3.2. Infeksi *Glomus* sp. pada Akar Tanaman Kentang

Pengamatan persentase akar yang terinfeksi oleh *Glomus* sp. bertujuan untuk mengetahui kemampuan spora *Glomus* sp. untuk bersimbiosis dengan akar tanaman kentang. Langkah-langkah untuk menghitung persentase akar yang terinfeksi *Glomus* sp. yaitu dengan menggunakan metode penjernihan dan pengecatan (*Clearing and Staining*). penjernihan (*Clearing*) dilakukan dengan mencuci sampel akar tanaman kentang dengan air untuk menghilangkan partikel tanah yang melekat pada sampel akar kentang yang akan diamati, kemudian sampel akar tanaman kentang tersebut dipotong-potong sepanjang 2 cm. Langkah selanjutnya yaitu merendam potongan akar tersebut kedalam larutan 10% KOH selama 10 menit, selanjutnya rendam dengan HCl 1% selama 1 menit. Proses selanjutnya yaitu pengecatan (*Staining*). Pengecatan dilakukan dengan cara merendam potongan akar yang telah melalui tahap penjernihan dengan lactofenol trypan blue 0,05 % selama 1-2 hari, selanjutnya melakukan pengamatan mikroskopis untuk mengetahui persentase akar yang terinfeksi *Glomus* sp. dengan menggunakan rumus:

$$\text{Akar Terinfeksi} = \frac{\text{Jumlah potongan akar terinfeksi}}{\text{Jumlah potongan akar yang diamati}} \times 100\%$$

3.5.3.3. Tinggi Tanaman Kentang

Pengukuran tinggi tanaman kentang bertujuan untuk mengetahui kemampuan *Glomus* sp. untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman kentang. Pengukuran dilakukan 3-8 mst (minggu setelah tanam).

3.5.3.4. Bobot Umbi Kentang

Pengamatan terhadap bobot umbi kentang bertujuan untuk mengetahui kemampuan *Glomus* sp. dalam meningkatkan produktivitas tanaman kentang. Pengamatan terhadap bobot umbi kentang dilakukan pada saat panen.

3.6. Analisis Data

Data pengamatan yang diperoleh dari percobaan efektivitas penggunaan *Glomus* sp. untuk pengendalian *G. rostochiensis*, dianalisis dengan menggunakan uji F pada taraf 5% dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

4.1.1. Pengaruh Inokulasi *Glomus* sp. terhadap Populasi Sista *G. rostochiensis*

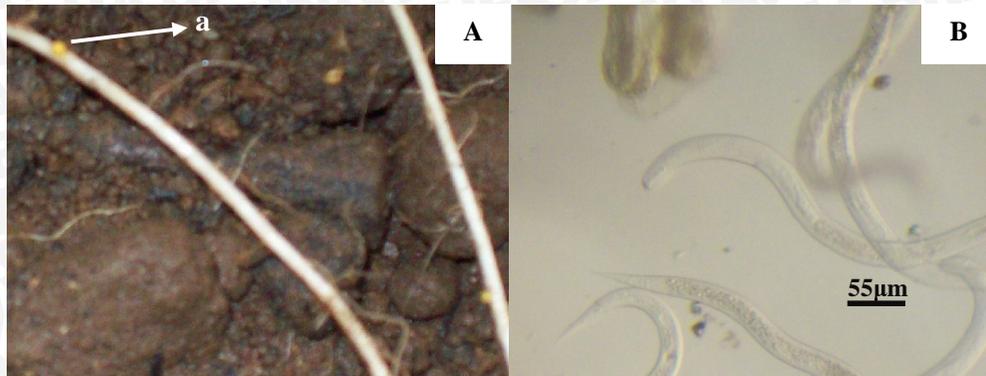
Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan inokulasi *Glomus* sp. dengan jumlah inokulum yang berbeda pada setiap perlakuan berpengaruh terhadap populasi sista *G. rostochiensis* (Tabel lampiran 1). Data rerata populasi sista *G. rostochiensis* disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata populasi sista *G. rostochiensis* per 100 g Tanah

Perlakuan Jumlah Spora <i>Glomus</i> sp.	Populasi Sista <i>G. rostochiensis</i>
0	30 b
40	16 a
80	12 a
120	12 a

Keterangan: Nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5 %

Dari hasil uji BNT pada taraf 5% menunjukkan inokulasi *Glomus* sp. dapat menurunkan populasi sista *G. rostochiensis*. Dari tabel 1 menunjukkan rerata populasi sista *G. rostochiensis* tertinggi terdapat pada kontrol yaitu 30 sista, sedangkan rerata populasi sista *G. rostochiensis* terendah terdapat pada perlakuan 80 spora *Glomus* sp. dan 120 spora *Glomus* sp. yaitu 12 sista *G. rostochiensis*. Dari tabel 1 menunjukkan perlakuan 40 spora *Glomus* sp., 80 spora *Glomus* sp. dan 120 spora *Glomus* sp. menghasilkan rerata populasi sista *G. rostochiensis* yang lebih rendah dibandingkan dengan kontrol.



Gambar 13. (A) Akar Kentang Terinfeksi *G. rostochiensis* (a) Sista *G. rostochiensis* (B) Juvenil 2 *G. rostochiensis*

4.1.2. Infeksi *Glomus* sp. pada Akar Tanaman Kentang

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan inokulasi *Glomus* sp. dengan jumlah inokulum yang berbeda pada setiap perlakuan, berpengaruh terhadap persentase akar tanaman kentang yang terinfeksi *Glomus* sp. (Tabel lampiran 2). Data rerata akar tanaman kentang terinfeksi *Glomus* sp. disajikan pada Tabel 2.

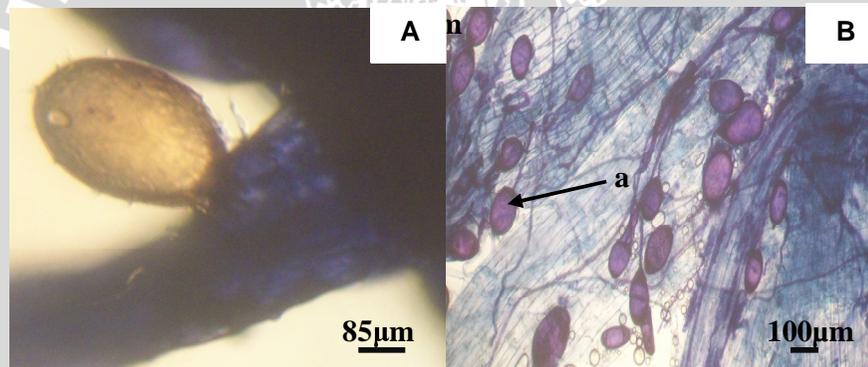
Tabel 2. Rerata akar tanaman kentang terinfeksi *Glomus* sp.

Perlakuan Jumlah Spora <i>Glomus</i> sp.	Akar Terinfeksi (%)
0	0 a
40	21 b
80	31 c
120	43 d

Keterangan: Nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5 %

Dari hasil uji BNT pada taraf 5% menunjukkan, inokulasi *Glomus* sp. dengan jumlah inokulum yang berbeda menghasilkan rerata yang berbeda terhadap persentase akar tanaman kentang yang terinfeksi *Glomus* sp. (Gambar 14). Dari tabel 2 diatas, rerata akar tanaman kentang terinfeksi *Glomus* sp. tertinggi terdapat pada perlakuan 120 spora *Glomus* sp. yaitu 43%, sedangkan rerata akar tanaman kentang terinfeksi *Glomus* sp. terendah terdapat pada kontrol

yaitu 0%. Dari tabel 2 menunjukkan perlakuan 120 spora *Glomus* sp. menghasilkan rerata akar tanaman kentang terinfeksi *Glomus* sp. yang lebih tinggi dibandingkan dengan ketiga perlakuan yang lain (kontrol, 40 spora *Glomus* sp. dan 80 spora *Glomus* sp.). Dari tabel 2 juga menunjukkan perlakuan 80 spora *Glomus* sp. menghasilkan rerata akar tanaman kentang terinfeksi *Glomus* sp. yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan 40 spora *Glomus* sp. dan kontrol. Sedangkan pada perlakuan 40 spora *Glomus* sp. menghasilkan rerata akar tanaman kentang terinfeksi *Glomus* sp. yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol



Gambar 14. (A) Spora *Glomus* sp. yang Menginfeksi Akar (B) Jaringan Akar yang Terinfeksi *Glomus* sp. (B). (a) Vesikel

4.1.3. Pengaruh Inokulasi *Glomus* sp. terhadap Tinggi Tanaman

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan inokulasi *Glomus* sp. pada tanaman kentang dengan jumlah inokulum yang berbeda berpengaruh terhadap tinggi tanaman kentang (Tabel lampiran 3-8). Data rerata tinggi tanaman kentang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata tinggi tanaman kentang

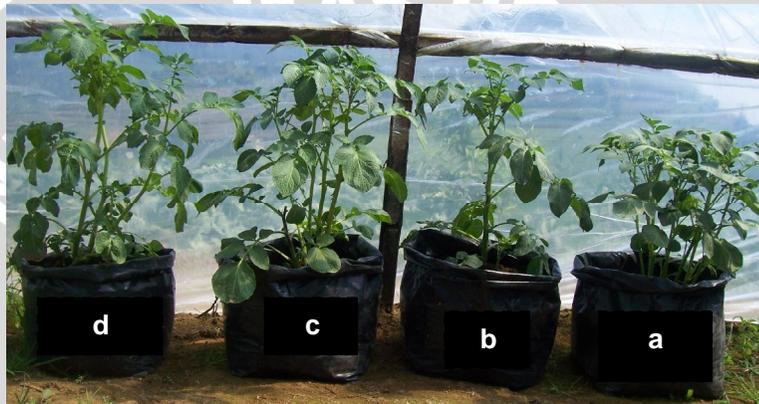
Perlakuan Jumlah Spora <i>Glomus</i> sp.	Pengamatan (minggu setelah tanam) Cm					
	3	4	5	6	7	8
0	9,8	19,1	24,4 a	31,1 a	34,9 a	36,9 a
40	10,5	20,1	28,9 b	35,8 b	39,1 b	41,3 b
80	10,7	20,4	28,9 b	36,5 b	41,7 b	45,5 c
120	10,4	22,3	33,9 c	43,8 c	47,8 c	50,2 d

Keterangan : Nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5 %

Dari hasil uji BNT pada taraf 5 % menunjukkan pada perlakuan 40 spora *Glomus* sp., 80 spora *Glomus* sp. dan 120 spora *Glomus* sp. menghasilkan rerata tinggi tanaman kentang yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol (Gambar 15). Dari tabel 3 diatas, pada minggu ke-3 dan ke-4 setelah tanam, antara perlakuan 40 spora *Glomus* sp., 80 spora *Glomus* sp. dan 120 spora *Glomus* sp. tidak menghasilkan rerata tinggi tanaman kentang yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Pada minggu ke-5 setelah tanam, perlakuan 120 spora *Glomus* sp. menghasilkan rerata tinggi tanaman kentang yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan 40 spora *Glomus* sp., 80 spora *Glomus* sp. dan kontrol, sedangkan untuk perlakuan 40 spora *Glomus* sp. dan 80 spora *Glomus* sp. pada minggu ke-5 setelah tanam juga menghasilkan rerata tinggi tanaman kentang yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol tetapi antara perlakuan 40 spora *Glomus* sp. dan 80 spora *Glomus* sp. tidak menghasilkan tinggi tanaman yang lebih tinggi diantara keduanya.

Dari tabel 3 diatas, pada minggu ke-6 dan ke-7 setelah tanam, perlakuan 120 spora *Glomus* sp. menghasilkan rerata tinggi tanaman kentang yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan 40 spora *Glomus* sp, 80 spora *Glomus* sp. dan kontrol, sedangkan perlakuan 40 spora *Glomus* sp. dan 80 spora *Glomus* sp. pada minggu ke-6 dan ke-7 setelah tanam juga menghasilkan rerata tinggi tanaman kentang yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol tetapi antara perlakuan 40 spora *Glomus* sp. dan 80 spora *Glomus* sp. pada minggu ke-6 dan ke-7 tidak menghasilkan tinggi tanaman yang lebih tinggi diantara keduanya.

Dari Tabel 3 pada minggu ke-8 setelah tanam perlakuan 120 spora *Glomus* sp. menghasilkan rerata tinggi tanaman kentang yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan 40 spora *Glomus* sp. 80 spora *Glomus* sp. dan kontrol, sedangkan antara perlakuan 40 spora *Glomus* sp. dan 80 spora *Glomus* sp. juga menghasilkan rerata tinggi tanaman kentang yang lebih tinggi diantara keduanya dan kontrol.



Gambar 15. Tinggi Tanaman Kentang (a) kontrol (b) 40 spora *Glomus* sp. (c) 80 spora *Glomus* sp. (d) 120 spora *Glomus* sp.

4.1.4. Pengaruh Inokulasi *Glomus* sp. terhadap Bobot Umbi Kentang

Berdasarkan hasil analisis ragam, inokulasi *Glomus* sp. dengan jumlah inokulum yang berbeda pada setiap perlakuan berpengaruh terhadap bobot umbi kentang (Tabel Lampiran 9). Data rerata bobot umbi kentang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata bobot umbi kentang pada setiap perlakuan

Perlakuan Jumlah Spora <i>Glomus</i> sp.	Bobot Umbi (g)
0	128,4 a
40	163,9 b
80	200,9 c
120	238,2 d

Keterangan: Nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5 %

Dari hasil uji BNT pada taraf 5% menunjukkan inokulasi *Glomus* sp. dengan jumlah inokulum yang berbeda memberikan pengaruh terhadap hasil produksi tanaman kentang (Gambar 16). Dari tabel 4 diatas, perlakuan 120 spora *Glomus* sp. menghasilkan rerata bobot umbi kentang terberat dibandingkan dengan perlakuan 40 spora *Glomus* sp., 80 spora *Glomus* sp. dan kontrol yaitu 238,2 gram. Dari tabel 4, perlakuan 80 spora *Glomus* sp. menghasilkan rerata bobot umbi kentang yang lebih berat dibandingkan dengan perlakuan 40 spora *Glomus* sp. dan kontrol. Sedangkan pada perlakuan 40 spora *Glomus* sp. menghasilkan rerata bobot umbi kentang yang lebih berat di bandingkan dengan kontrol.



Gambar 16. Umbi Kentang (a) kontrol (b) 40 spora *Glomus* sp. (c) 80 spora *Glomus* sp. (d) 120 spora *Glomus* sp.

4.2. Pembahasan

4.2.1. Pengaruh Inokulasi *Glomus* sp. terhadap Populasi Sista *G. rostochiensis*

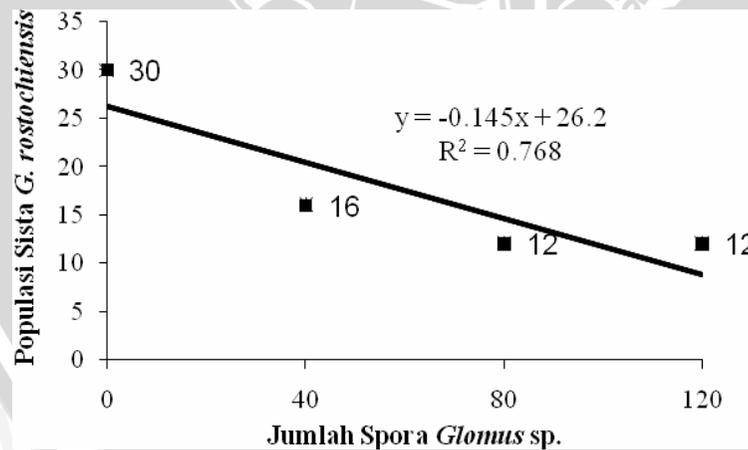
Berdasarkan tabel 1 inokulasi *Glomus* sp. pada tanaman kentang berpengaruh terhadap populasi sista *G. rostochiensis*, perbedaan jumlah spora *Glomus* sp. yang diinokulasikan memberikan pengaruh terhadap perkembangan *G. rostochiensis*. Dari hasil analisis regresi (Gambar 17) didapatkan hubungan matematis secara linear antara perbedaan jumlah spora *Glomus* sp. dengan populasi sista *G. rostochiensis* dengan nilai persamaan $Y = 26,2 - 0,145X$.

Hasil analisis tersebut dapat diartikan bahwa setiap penambahan jumlah spora *Glomus* sp. dapat menurunkan populasi sista *G. rostochiensis* sebanyak 0,145 sista untuk setiap kenaikan jumlah spora *Glomus* sp. sebanyak 1 spora *Glomus* sp. Berdasarkan tabel 1 perlakuan yang diinokulasi dengan jumlah 40 spora *Glomus* sp., 80 spora *Glomus* sp. dan 120 spora *Glomus* sp. menghasilkan rerata populasi sista *G. rostochiensis* yang lebih rendah dibandingkan dengan kontrol tetapi antara perlakuan 40 spora *Glomus* sp., 80 spora *Glomus* sp. dan 120 spora *Glomus* sp. menghasilkan rerata populasi sista *G. rostochiensis* yang sama rendahnya. Hal ini diduga perlakuan dengan jumlah inokulum 40 spora *Glomus* sp. sudah dapat menurunkan populasi sista *G. rostochiensis* yang populasi awalnya berjumlah 31 sista.

Menurut Amaranthus (2001), pada tanaman yang bermikoriza gejala serangan akibat infeksi nematoda parasit akan menurun yang diikuti penurunan populasi nematoda parasit tersebut. Turunnya populasi *G. rostochiensis* akibat adanya infeksi *Glomus* sp. pada perakaran tanaman kentang diduga kuat karena *Glomus* sp. dapat melepaskan senyawa anti patogen yang dapat mematikan *G. rostochiensis*. Akar tanaman yang bermikoriza akan terlindung dari serangan patogen akar, karena secara fisik dilindungi oleh hifa dan secara kimiawi akar tanaman yang bermikoriza menghasilkan senyawa yang bersifat anti patogen dan dapat memproduksi hormon dan zat pengatur tumbuh bagi tanaman (Hahn *et al.*, 1999 dalam Nusantara, 2004).

Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa mikoriza dapat meningkatkan produksi senyawa fenol, fitoaleksin dan lignin, meningkatnya senyawa fenol dan

lignin pada akar yang bermikoriza berpengaruh terhadap perkembangbiakan *Meloidogyne javanica* pada tanaman tomat (Waceke *et al.*, 2001). Senyawa fenol, lignin dan fitoaleksin merupakan proteksi alami dari tanaman terhadap faktor biotik (Waceke *et al.*, 2001). Pada tanaman pisang senyawa fenol dan lignin memiliki hubungan yang sangat erat dengan ketahanan terhadap nematoda *R. similis* (Volette *et al.*, 1998 dalam Mariska dan Husni, 2006). Ditambahkan lagi menurut Powers *et al.* (1992), fitoaleksin diproduksi setelah adanya infeksi oleh nematoda parasit, menyebabkan gangguan metabolisme dan menyebabkan kematian pada nematoda parasit, sedangkan senyawa fenol diproduksi setelah adanya infeksi nematoda yang menyebabkan kematian jaringan (nekrotik) pada daerah yang terinfeksi menyebabkan menurunnya populasi nematoda parasit. Fitoaleksin merupakan zat toksin yang dihasilkan oleh tanaman dalam jumlah yang cukup setelah tanaman dirangsang oleh berbagai mikroorganisme patogenik atau oleh kerusakan mekanis dan kimia (Lisnawita, 2003).

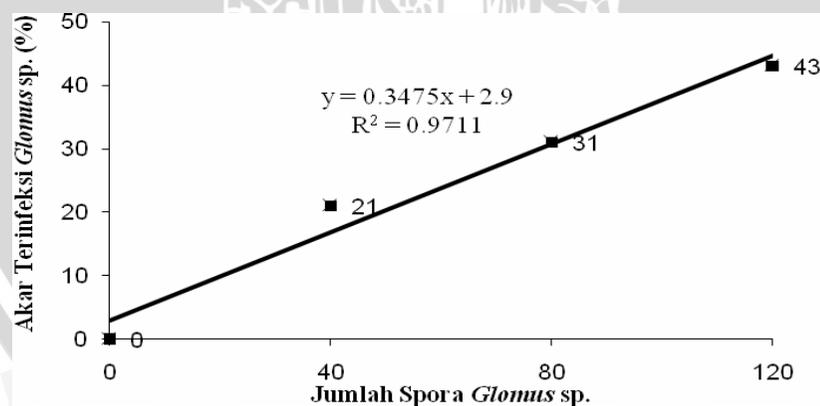


Gambar 17. Hubungan antara Jumlah Spora *Glomus* sp. dengan Populasi Sista *G. rostochiensis*

4.2.2. Infeksi *Glomus* sp. pada Akar Tanaman Kentang

Berdasarkan tabel 2 perbedaan jumlah spora *Glomus* sp. yang diinokulasikan pada setiap perlakuan memberikan pengaruh terhadap persentase akar tanaman kentang yang terinfeksi *Glomus* sp. Dari Hasil analisis regresi (Gambar 18) didapatkan hubungan matematis secara linear antara perbedaan jumlah spora *Glomus* sp. dengan persentase akar tanaman kentang yang terinfeksi *Glomus* sp. dengan nilai persamaan $Y = 2,9 + 0,3475X$.

Hasil analisis tersebut dapat diartikan bahwa setiap penambahan jumlah spora *Glomus* sp. dapat meningkatkan persentase akar yang terinfeksi *Glomus* sp. sebesar 0,3475 persen untuk setiap kenaikan jumlah spora *Glomus* sp. sebanyak 1 spora *Glomus* sp. Hal ini memperkuat dugaan bahwa semakin banyak jumlah spora *Glomus* sp. yang diinokulasikan, kesempatan spora *Glomus* sp. untuk menginfeksi perakaran tanaman kentang akan semakin tinggi. Sesuai dengan pendapat Sanders dan Sheikh, 1983 (dalam Widiastuti dan Sukarno, 2005) mengemukakan bahwa kerapatan propagul merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi infeksi primer disamping perkecambahan spora, kecepatan pertumbuhan hifa dan kecepatan pertumbuhan akar tanaman.



Gambar 18. Hubungan antara Jumlah Spora *Glomus* sp. dengan Persentase Akar Terinfeksi *Glomus* sp.

Perkembangan kolonisasi mikoriza didalam perakaran tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kandungan bahan organik tanah dan tingkat keasaman tanah (pH). Berdasarkan hasil analisa, kandungan bahan organik tanah yang digunakan untuk media tanam adalah 5,32 persen sedangkan pH tanah 5,3 (masam) (tabel lampiran 10). Kandungan bahan organik tanah yang tinggi diduga berpengaruh terhadap perkembangan *Glomus* sp. di dalam tanah. Menurut Anas (1997), jumlah maksimum spora mikoriza ditemukan pada tanah yang mengandung bahan organik 1-2 persen, sedangkan pada tanah yang kandungan bahan organiknya kurang dari 0,5 persen kandungan spora mikorizanya sangat rendah. Sedangkan menurut Mosse, 1981 (dalam Octaviatani, 2009) mengemukakan bahwa pH tanah berpengaruh terhadap perkecambahan, perkembangan dan peran mikoriza terhadap pertumbuhan tanaman.

Pada pH rendah (4) tanaman mengabsorpsi fosfat 10 kali lipat lebih tinggi dari pada pH tinggi (7-8) dan kecepatan maksimum diperoleh pada pH 5,6 dan akan menurun dengan semakin naiknya pH (Subiksa, 2002). Berdasarkan hasil analisa, kandungan fosfat pada tanah yang digunakan untuk media tanam adalah sebesar 66,49 mg kg⁻¹. Berdasarkan penilaian sifat kimia tanah FAO (Food and Agriculture Organizations) adalah tergolong tinggi. Tingginya kandungan fosfat pada tanah yang digunakan untuk media tanam diduga sebagai penyebab rendahnya persentase akar yang terinfeksi *Glomus* sp. (Tabel 2). Menurut Suhardi (1987), tanah yang kadar fosfatnya rendah lebih cepat membentuk koloni mikoriza dibandingkan dengan tanah yang berkadar fosfat tinggi.

4.2.3. Pengaruh Inokulasi *Glomus* sp. terhadap Tinggi Tanaman Kentang

Berdasarkan tabel 3 inokulasi 40 spora *Glomus* sp., 80 spora *Glomus* sp. dan 120 spora *Glomus* sp. memberikan rerata tinggi tanaman kentang yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Perbedaan tinggi tanaman kentang antara perlakuan yang diinokulasi *Glomus* sp. dengan kontrol memperkuat dugaan bahwa *Glomus* sp. dapat bersimbiosis dengan perakaran tanaman kentang dan dapat berperan dalam membantu penyerapan unsur hara, baik unsur hara makro dan mikro yang digunakan untuk pertumbuhan tanaman kentang. Menurut Smith dan Read, 1987 (dalam Delvian, 2006) mengemukakan bahwa mikoriza

mempunyai kisaran jenis inang yang sangat luas dan tidak ada kekhususan inang untuk membentuk simbiosis tersebut.

Sejalan dengan itu Norman *et al.*, 1996 (*dalam* Mukerji dan Ciancio, 2007) mengemukakan bahwa mikoriza dapat bersimbiosis dengan lebih dari 80% spesies tanaman dan terdapat pada semua ekosistem tanah. Tanaman yang bersimbiosis dengan mikoriza menyebabkan volume dan panjang akar semakin luas, sehingga unsur hara yang diserap oleh akar akan semakin besar, sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Pujiyanto (2001) menyatakan, adanya asosiasi simbiotik antara mikoriza dengan akar tanaman inang akan menyebabkan terbentuknya luas serapan yang lebih besar dan lebih mampu memasuki ruang pori yang lebih kecil sehingga meningkatkan kemampuan tanaman untuk menyerap unsur hara yang relatif tidak tersedia seperti P, Zu, dan Cu.

Sejalan dengan itu Anas (1997) berpendapat bahwa tanaman bermikoriza akan tumbuh lebih baik dibandingkan dengan tanaman yang tidak bermikoriza, penyebab utama adalah mikoriza secara efektif dapat meningkatkan penyerapan unsur hara. Berdasarkan tabel 3, pada minggu ke-3 dan ke-4 setelah tanam menunjukkan inokulasi *Glomus* sp. ke tanaman kentang tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman, sedangkan pada minggu ke-5 sampai ke-8 menunjukkan inokulasi *Glomus* sp. pada tanaman kentang berpengaruh terhadap tinggi tanaman. Diduga pada minggu ke-3 dan ke-4 setelah tanam simbiosis antara perakaran tanaman kentang dengan *Glomus* sp. belum terjadi dengan baik, sedangkan pada minggu ke-5 sampai ke-8 setelah tanam, diduga simbiosis antara perakaran tanaman kentang dengan *Glomus* sp. sudah terjadi dengan baik.

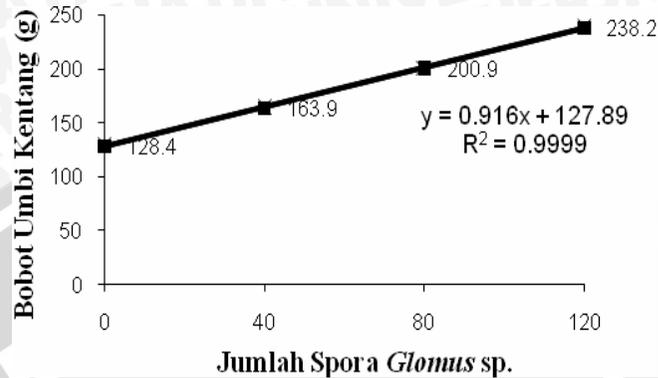
Menurut Madjid (2009), inokulasi spesies mikoriza berpengaruh terhadap tinggi bibit hanya pada umur 4-20 mst. Berdasarkan tabel 3, perbedaan jumlah spora *Glomus* sp. yang diinokulasikan pada setiap perlakuan berbanding lurus dengan tinggi tanaman kentang. Jika dihubungkan dengan persentase akar tanaman kentang yang terinfeksi *Glomus* sp. (Tabel 2), menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah spora *Glomus* sp. yang diinokulasikan semakin tinggi juga persentase akar tanaman kentang yang terinfeksi *Glomus* sp. yang diikuti dengan meningkatnya tinggi tanaman kentang.

Perbedaan tinggi tanaman kentang antara tanaman yang diinokulasi *Glomus* sp. dengan kontrol juga memperkuat dugaan bahwa simbiosis antara *Glomus* sp. dengan perakaran tanaman kentang dapat mengurangi serangan *G. rostochiensis*, (Tabel 1), karena dengan adanya simbiosis dengan *Glomus* sp. tanaman kentang akan tumbuh lebih baik dibandingkan dengan tanaman yang tidak bersimbiosis dengan *Glomus* sp. Menurut Nusantara (2004), bahwa kolonisasi sistem perakaran oleh mikoriza menghasilkan manfaat langsung bagi tanaman inang yaitu meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman biotik misalnya serangan patogen akar.

4.2.4. Pengaruh Inokulasi *Glomus* sp. terhadap Bobot Umbi Kentang

Berdasarkan tabel 4 inokulasi *Glomus* sp. pada tanaman kentang berpengaruh terhadap produktivitas tanaman kentang. Perbedaan jumlah spora *Glomus* sp. yang diinokulasikan, berpengaruh terhadap bobot umbi kentang. Hasil analisis regresi (Gambar 19) menunjukkan adanya hubungan antara perbedaan jumlah spora *Glomus* sp. dengan peningkatan bobot umbi kentang. Terdapat hubungan matematis secara linear antara perbedaan jumlah spora *Glomus* sp. dengan bobot umbi kentang dengan nilai persamaan $Y = 127,89 + 0,916X$.

Hasil analisis tersebut dapat diartikan bahwa setiap penambahan jumlah spora *Glomus* sp. dapat meningkatkan bobot umbi kentang sebesar 0,916 gram untuk setiap kenaikan jumlah spora *Glomus* sp. sebanyak 1 spora *Glomus* sp. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan jumlah spora *Glomus* sp. memberikan pengaruh terhadap produktivitas tanaman kentang. Hal ini juga menambah dugaan bahwa adanya simbiosis antara akar tanaman kentang dengan *Glomus* sp. dapat meningkatkan produktivitas tanaman kentang, adanya simbiosis dengan *Glomus* sp. tingkat penyerapan air dan hara mineral oleh tanaman semakin meningkat. Menurut Rao (1982), bahwa adanya infeksi akar tanaman oleh mikoriza dapat meningkatkan penyerapan P dan meningkatkan produksi tanaman.



Gambar 19. Hubungan antara Jumlah Spora *Glomus* sp. dengan Bobot Umbi Kentang

Meningkatnya bobot umbi kentang pada perlakuan 40 spora *Glomus* sp. 80 spora *Glomus* sp. dan 120 spora *Glomus* sp. jika dibandingkan dengan kontrol didukung oleh rendahnya populasi sista *G. rostochiensis* (Tabel 1), persentase akar yang terinfeksi *Glomus* sp. yang lebih tinggi (Tabel 2) dan pertumbuhan tinggi tanaman yang lebih tinggi (Tabel 3). Pertumbuhan vegetatif tanaman yang lebih baik pada tanaman yang bersimbiosis dengan *Glomus* sp. mengakibatkan tanaman dapat melakukan fotosintesis secara optimal, sehingga karbohidrat sebagai hasil fotosintesis dapat dimanfaatkan dengan baik untuk pembentukan umbi kentang. Menurut Hardiatmi (2008), tanaman yang bermikoriza memiliki daya tahan dan laju fotosintesis lebih tinggi dibanding tanaman tanpa mikoriza.

Berdasarkan tabel 4 meningkatnya bobot umbi kentang pada perlakuan yang diinokulasi *Glomus* sp. juga memperkuat dugaan bahwa adanya simbiosis antara *Glomus* sp. dengan tanaman kentang dapat mengurangi tingkat kerusakan akibat serangan *G. rostochiensis*. Adanya simbiosis dengan *Glomus* sp. tanaman akan tumbuh lebih baik sehingga secara tidak langsung akan berpengaruh terhadap ketahanan tanaman terhadap serangan *G. rostochiensis*. Meningkatnya ketahanan tanaman terhadap serangan patogen berpengaruh terhadap produktivitas tanaman

tersebut. Di samping memberikan efek penekanan secara langsung terhadap patogen, mikroorganisme antagonis umumnya dapat meningkatkan pertumbuhan dan kesehatan tanaman sehingga meningkatkan ketahanan tanaman tersebut terhadap patogen (efek tidak langsung) (Indrawati *et al.*, 2001 dalam Kumalawati; 2006).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan:

1. Inokulasi *Glomus* sp. pada tanaman kentang dapat mengendalikan *G. rostochiensis* dengan menurunkan populasi sista *G. rostochiensis*.
2. Inokulasi *Glomus* sp. dapat meningkatkan tinggi tanaman kentang dan produksi tanaman kentang.

5.2. Saran

1. Dari hasil Penelitian ini disarankan untuk melakukan penelitian lapang tentang efektivitas penggunaan *Glomus* sp. untuk pengendalian *G. rostochiensis* pada tanaman kentang.
2. Pengamatan mikroskopis tentang intensitas serangan *G. rostochiensis* pada akar tanaman kentang perlu untuk dilakukan untuk mengetahui tingkat serangan *G. rostochiensis*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S. Y. Musa, dan H. Feranita. 2005. Perbanyakkan Cendawan Mikoriza Arbuskular pada Berbagai Varietas Jagung (*Zea mays*) dan Pemanfaatannya pada Dua Varietas Tebu (*Saccharum officinarum* L.). Jurnal Sains dan Teknologi. 5(1):12-20.
- Agriculture and Agri-Food Canada. 2009. Catalogue of Arbuscular Mycorrhizae fungi strains available in the Glomeromycota in vitro Collection. (Online, <http://www.agr.gc.ca/AAFC-AAC/display-afficher.do>, diakses 14 Juni 2009)
- Amaranthus, M. 2001. Mycorrhizae and Turfgrass (Online, <http://www.mycorrhizae.com/index.php?cid=387>, diakses 19 Juni 2008).
- Anas, I. 1997. Bioteknologi Tanah. Laboratorium Biologi Tanah. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. IPB.
- Anonymous. 2007. *Glomus* sp. (Online, <http://www.data.gbif.org/species/browse/taxon>, di akses 20 Juni 2008).
- Anonymous. 2008. *Globodera rostochiensis*. (Online, <http://www.plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/g053s2.htm>, diakses 14 Juni 2008)
- Atmaja, I. W. D. 2001. Bioteknologi Tanah. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Udayana. Denpasar. Hal. 3-7.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 1989. Kentang. Balai Penelitian Hortikultura. Lembang.
- Brown, E. B. 1969. Assessment of the Damage Caused to Potatoes by Potato Cyst Eelworm *Heterodera rostochiensis* Woll. Ann of Applied Biology 63, 493-502.
- CAB International. 2003. Crop Protection Compendium. Wallingford, UK: CAB International.
- CSIRO Forestry and Forest Products. 1999. Arbuscular Mycorrhizas. (Online, <http://www.sft66.com/fungi/htm/vam.html>, diakses 20 Pebruari 2009)
- Delipoulos, T., K.J. Devine, P.P.J. Haydock, and P.W. Jones. 2007. Studies on the Effect of Mycorrhization of Potato Roots on the Hatching Activity of Potato Root Leachate Towards the Potato Cyst Nematodes. J. Nematol. 9(5): 719-729.

Delvian. 2006. Dinamika Sporulasi Cendawan Mikoriza Arbuskular. Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatra Utara. Sumatra.

Departemen Pertanian. 2004. Pengenalan dan pengendalian NSK (Nematoda Sista Kuning) (Online, <http://www.deptan.go.id>, diakses 14 juni 2009)

Dropkin, V. H. 1996. Pengantar Nematologi Tumbuhan. Edisi kedua. Diterjemahkan oleh Supratoyo. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. Hal 179-190.

Feronika, A. 2003. Mikoriza Peran Prospek dan Kendalanya. Makalah Fitopatologi Program Pasca Sarjana Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Hardiatmi, J. M. S. 2008. Pemanfaatan Jasad Renik Mikoriza untuk Memacu Pertumbuhan Tanaman Hutan. Jurnal Inovasi Pertanian. 7(1): 1-10.

Husna. F. D. Tuheteru, dan Mahfudz. 2007. Aplikasi Mikoriza untuk Memacu Pertumbuhan Jati di Muna. Jurnal Info Teknis. 5(1): 1-4.

Kabirun, S. 2002. Tanggapan Padi Gogo terhadap Inokulasi Jamur Mikoriza Arbuskular dan Pemupukan Fosfat di Entisol. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan. 3(2):49-56.

Kumalawati, Z. 2006. Ketahanan Bibit Vanili (*Vanilla planifolia* Andrews) terhadap Penyakit Busuk Batang (*fusarium oxysporum* f.sp vanillae) yang Diaplikasi Mikoriza (*Glomus fasciculatus*). Jurnal Agr. 2(2):74-86.

La An. 2007. Mikoriza. (online, [http:// www. mikoriza.blogspot.com.html](http://www.mikoriza.blogspot.com.html). diakses pada tanggal 20 Oktober 2008).

Lisnawita. 2003. Penggunaan Tanaman Resisten Suatu Strategi Pengendalian Nematoda Parasit Tanaman. Jurusan Hama Dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Sumatra.

Luc, M., R. A. Sikora. dan J. Bridge. 1990. Nematoda Parasitik Tumbuhan di Pertanian Subtropika dan Tropika. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Madjid, A. 2009. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Bahan Ajar Online. Fakultas Pertanian Unsri dan Program Studi Ilmu Tanaman, Program Magister (S2), Program Pascasarjana, Universitas Sriwijaya. Palembang.

Mariska, I. dan A. Husni. 2006. Perbaikan Sifat Genotipe Melalui Fusi Protoplas pada Tanaman Lada, Nilam dan Terung. Jurnal Litbang Pertanian. 25(2): 55-60.

- Muchovej, R. M. 2001. Importance of Mycorrhizae for Agricultural Crops. Agronomy Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Florida, p 1-5.
- Muhibuddin, A. 2007. Model Matematik Populasi Vesicular Arbuscular Mikoriza pada Pergiliran Tanaman Jagung Kedelai di Jatikerto, Malang. Disertasi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang. Agrivita. 29 (2): 97-105.
- Mukerji, K. G, dan C. Ciancio. 2007. Mycorrhizae in the Integrated Pest and Disease Management. General Concepts in Integrated Pest and Disease Management, p 245–266. Springer.
- Mulyadi, T. P. B., Rahayu, B. Triman, dan S. Indarti,. 2003. Identifikasi Nematoda Sista Kuning (*Globodera rostochiensis*) pada Tanaman Kentang di Batu Jawa Timur. Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia. 9 (1): 46-53.
- Mosse, B. 1986. Mycorrhiza in a Sustainable Agriculture. Biol. Agric. Hort. 3: 191-209.
- Nusantara, A. D. 2004. Strategi Produksi Inokulum Mikoriza Arbuskular Bebas Patogen. Makalah pribadi dan falsafah sains. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Octaviatani, N. 2009. Pemanfaatan Cendawan Mikoriza Arbuskular Sebagai Pupuk Hayati untuk Meningkatkan Produksi Pertanian. Jurnal Lingkungan.
- Pena, E., S. R. Echeverria, W. H. van der Putten, H. Freitas and M. Moens. 2005. Mechanism of Control of Root-Feeding Nematodes by Mychorrizal Fungi in the Dune Grass *Ammophila arenaria*. J. Comp. New phytologist. 169: 829-840.
- Powers, L. E., R. A. Dunn, R. McSorley, D. D. Baltensperger, and D. S. Wofford. 1992. Effect of Resistance in Alyce Clover (*Alysicarpus* spp.) on Root-Knot Nematode (*Meloidogyne* spp.) populations. J. Tropical Grassland. 26: 30-39.
- Pujianto. 2001. Pemanfaatan Jasad Mikro Jamur Mikoriza dan Bakteri dalam Sistem Pertanian Berkelanjutan Di Indonesia: Tinjauan dari perspektif falsafah sains. Makalah Falsafah Sains Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rao, N. S. S. 1982. Mikroorganisme tanah dan pertumbuhan tanaman. UI Press. Jakarta. Hal 299-312.
- Rukmana, R . 1997. Kentang Budidaya dan Pascapanen. Kanisius. Yogyakarta. Hal 18-108.

Shamdas, G. B. N. 2006. Potensi Mikoriza Vesikular Arbuskular Indigenus dalam Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Jagung Lokal Gorontalo Varietas Lamuru.

Subiksa, I. G. M. 2002. Pemanfaatan Mikoriza untuk Penanggulangan Lahan Kritis. Makalah Falsafah Sains Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Suhardi. 1987. Pemanfaatan Mikoriza Bagi Pertanian dan Kehutanan di Indonesia. Makalah Seminar Bioteknologi Indonesia. Yogyakarta

Waceke, J. W., S. W. Waudu, and R. Sikora. 2001. Response of *Meloidogyne hapla* to Mycorrhizae Fungi Inoculations Pyrethrum. African Journal of Science and Technology. 2(2): 63-70.

Widiastuti, H. dan N. Sukarno. 2005. Penggunaan Spora Cendawan Mikoriza Arbuskula sebagai Inokulum untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Serapan Hara Bibit Kelapa Sawit. Jurnal Menara Perkebunan. 73(1): 26-34.



Tabel Lampiran 1. Analisis Ragam Jumlah sista *G. rostochiensis* per 100 g Tanah.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F 5%
Perlakuan	3	1090	363,33	19,64*	3,24
Acak	16	296	18,5		
Total	19	1386			

Tabel Lampiran 2. Analisis Ragam Akar Tanaman Kentang Terinfeksi *Glomus* sp.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F 5%
Perlakuan	3	4973,75	1657,92	34,45*	3,24
Acak	16	770	48,13		
Total	19	5743,75			

Tabel Lampiran 3. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Kentang Minggu ke-3 Setelah Tanam.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F 5%
Perlakuan	3	2,9	0,76	0,88 ^{Tn}	3,24
Acak	16	139,05	8,69		
Total	19				

Tabel Lampiran 4. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Kentang Minggu ke-4 Setelah Tanam.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F 5%
Perlakuan	3	26,87	8,96	1,28 ^{Tn}	3,24
Acak	16	112,35	7,02		
Total	19	139,23			

Tabel Lampiran 5. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Kentang Minggu ke-5 Setelah Tanam.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F 5%
Perlakuan	3	225,94	75,31	7,14*	3,24
Acak	16	168,77	10,55		
Total	19	394,71			

Tabel Lampiran 6. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Kentang Minggu ke-6 Setelah Tanam.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F 5%
Perlakuan	3	414,56	138,19	11,78*	3,24
Acak	16	187,83	11,74		
Total	19	602,39			

Tabel Lampiran 7. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Kentang Minggu ke-7 Setelah Tanam.

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F 5%
Perlakuan	3	440,52	146,84	24,41*	3,24
Acak	16	96,23	6,014		
Total	19	536,76			

Tabel Lampiran 8. Analisis Ragam Tinggi Tanaman Kentang Minggu ke-8 Setelah Tanam.

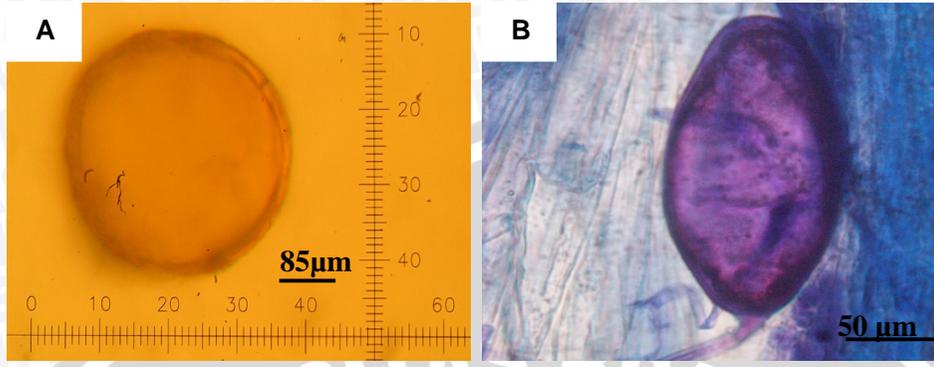
Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F 5%
Perlakuan	3	492,77	164,26	29,03*	3,24
Acak	16	90,53	5,66		
Total	19				

Tabel Lampiran 9. Analisis Ragam Bobot Umbi Kentang.

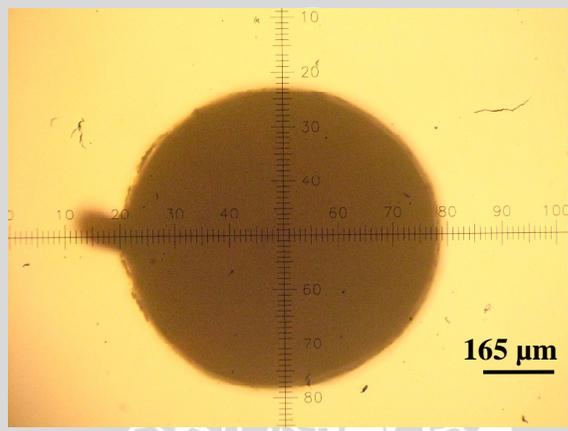
Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F 5%
Perlakuan	3	33600,17	11200,06	20,84*	3,24
Acak	16	8600,69	537,54		
Total	19	42200,87			

Tabel Lampiran 10. Hasil Analisis Tanah untuk Media Tanam Kentang.

H ₂ O	pH 1:1	C. Organik (%)	Bahan Organik (%)	P.Br ¹ mg kg ¹
	KCl			
6,3	5,3	3,07	5,32	66,49



Gambar Lampiran 1.(A) Spora *Glomus* sp. (B) Vesikel *Glomus* sp.



Gambar Lampiran 2. Sista *G. rostochiensis*



Gambar Lampiran 3. Bibit Kentang Generasi ke-5 (Ukuran ± 45 gram)



Gambar Lampiran 4. (A) Tanah Biakan *Glomus* sp.(B) Aplikasi Spora *Glomus* sp.



Gambar Lampiran 5. (A) Kondisi Didalam *Screen House* (B) Tanaman Kentang

