

**PENGARUH PEMBERIAN CANGKANG KEPITING SEBAGAI SUMBER
KITIN TERHADAP POPULASI NEMATODA SISTA KUNING (*Globodera
rostochiensis* Wollenweber) PADA TANAMAN KENTANG (*Solanum
tuberosum* L.)**

Oleh :

UMARUL ANSHORI BIN ASYAR



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI ILMU HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2008**

**PENGARUH PEMBERIAN CANGKANG KEPITING SEBAGAI SUMBER
KITIN TERHADAP POPULASI NEMATODA SISTA KUNING (*Globodera
rostochiensis* Wollenweber) PADA TANAMAN KENTANG (*Solanum
tuberosum* L.)**

Oleh :
UMARUL ANSHORI BIN ASYAR
0210460062-46



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
2008**

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PENGARUH PEMBERIAN CANGKANG KEPITING
SEBAGAI SUMBER KITIN TERHADAP POPULASI
NEMATODA SISTA KUNING (*Globodera
rostochiensis* Wollenweber) PADA TANAMAN
KENTANG (*Solanum tuberosum* L.)

Nama Mahasiswa : Umarul Anshori Bin Asyar

Nim : 0210460062-46

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Dr. Ir. Toto Himawan, MS
NIP. 131 281 898

Hagus Tarno, SP. MP
NIP. 132 300 919

Mengetahui,
Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan
Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya

Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS
NIP. 130 936 225

Tanggal Persetujuan :

Mengesahkan,

MAJELIS PENGUJI

Penguji Pertama

Penguji Kedua

Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS
NIP. 130 936 225

Dr. Anton Muhibuddin, SP. MP
NIP. 132 310 390

Penguji Ketiga

Penguji Keempat

Dr. Ir. Toto Himawan, MS
NIP. 131 281 898

Hagus Tarno, SP. MP
NIP. 132 300 919

Tanggal Lulus: 13 Februari 2008

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Februari 2008

Umarul Anshori Bin Asyar



”Dan tidaklah kalian diberikan ilmu pengetahuan melainkan hanya sedikit saja“

”Dan janganlah kamu berjalan di muka bumi dengan sombong“

”Dialah Allah yang menjadikan matahari bersinar terang dan Bulan bercahaya dan Menentukan/menetapkan tempat-tempat peredarannya (orbitnya) supaya kalian mengetahui bilangan tahun dan perhitungan (waktu), tidaklah Allah menciptakan yang demikian itu kecuali dengan benar, Allah menjelaskan ayat-ayatnya (tanda-tanda kebesaran-Nya) bagi kaum (orang-orang) mengetahui” (Yunus : 5)

”Sesungguhnya pada pergantian malam dan siang, dan pada apa yang diciptakan Allah di langit dan di bumi, pasti terdapat tanda-tanda (kebesaran-Nya) bagi orang-orang yang bertaqwa” (Yunus : 6).

”Dan milik Allah-lah kerajaan langit dan bumi; dan Allah maha kuasa atas segala sesuatu. Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan pergantian malam dan siang terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berakal. Yaitu orang mengingat Allah diwaktu berdiri, duduk, atau dalam keadaan berbaring, dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi sehingga mereka berkesimpulan (seraya berkata) ya Rob kami (Allah), tidaklah engkau menciptakan segalanya ini dengan sia-sia, Maha suci engkau, maka jauhkanlah kami dari siksa api (neraka)“ (Ali – imron : 189-191)

”Dan (Ilah) Tuhan kamu adalah Tuhan yang Mahaesa, Tiada Tuhan selain Dia (yang hak untuk diibadahi dalam semua aspek), yang Maha pengasih, Maha Penyayang (Al-baqarah : 162).

”Dan Tidak ada satu pun makhluk bergerak (bernyawa/hidup) di bumi melainkan semuanya dijamin Allah Rizqinya. Allah mengetahui tempat kediamannya (dunia) dan tempat penyimpanannya (akherat) semua tertulis dalam kitab yang nyata (*lauh Mahfuz*)“ (Hud: 6)

”Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain.” (QS: Al-Insyirah : 6-7)

Skripsi ini ku persembahkan kepada :

Bapak dan Ibu tercinta, kakak dan adik, kau yang tercinta, tersayang dan kudambakan, semua teman-teman ta'mir dan Aktivis masjid (Qolbun Salim, Nurul Fallah, Raden Patah, Assalam, Muhajirin, Darul Muttaqin), teman PESMA dan para ustadz, serta teman-teman aktivis LDF dan LDK kampus, *and for my five best friend from HPT 02 (Alif imut dkk.) in the past (forgive me if i have mistake) so much*, dan juga kepada para pembina Ta'mir dan Ketua umum Ta'mir Masjid Nurul Fallah dan dosen pembimbing akademik Prof. Dr. Ir. Abdul latief Abadi, MS., Dr. Ir. Nufil Hanani, MS., *especially for Dr. Ir. Aminuddin Afandi, MS. Thanks for your advise, and to all my friends HPT 02 let's go from campus don't become forever student*

RINGKASAN

UMARUL ANSHORI BIN ASYAR. 0210460062-46. Pengaruh pemberian Cangkang Kepiting Sebagai Sumber Kitin Terhadap Populasi Nematoda Sista Kuning (*Globodera rostochiensis* Wollenweber) Pada Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) . Di bawah bimbingan Dr. Ir. Toto Himawan, MS dan Hagus Tarno, SP. MP.

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan komoditas hortikultura penting di Indonesia yang saat ini menjadi bahan pangan alternatif, sebagai sumber karbohidrat yang kaya protein untuk menunjang program diversifikasi pangan (Rukmana, 1997). Salah satu hama penting yang meresahkan petani kentang terutama di kabupaten Malang, Jawa Timur, adalah Nematoda Sista Kuning (NSK). Menurut laporan Departemen Pertanian, di Indonesia pada tahun 2003 luas tanaman terserang diperkirakan mencapai 25 % dari luas tanaman kentang yang seluruhnya seluas 800 hektar. Pengendalian telah dilakukan baik secara biologis maupun kimia. Alternatif pengendalian secara biologis diantaranya melalui pemanfaatan bahan yang tidak menguntungkan bagi lingkungan nematoda, yaitu melalui pemanfaatan kitin.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh beberapa konsentrasi kitin terhadap populasi NSK dan mengetahui mikrobial (jamur) yang berperan sebagai mikrobial kitinolitik. Hipotesis yang diajukan yaitu (1) semakin tinggi konsentrasi kitin maka populasi NSK semakin rendah, (2) terdapat mikrobial (jamur) yang berperan sebagai mikrobial kitinolitik.

Penelitian dilaksanakan di dalam *screen house* di desa pesanggrahan, Kota Batu dan Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya pada bulan Agustus 2006 sampai November 2007. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan yaitu konsentrasi kitin (0%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2%) yang masing-masing diulang 4 kali. Parameter pengamatan yang dilakukan meliputi berat basah umbi dan jumlah sista dalam tanah. Data dianalisis menggunakan uji F taraf 5% dan dilanjutkan dengan uji BNT taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan pemberian kitin mampu menekan populasi Nematoda Sista Kuning, namun menjadi fitotoksik terhadap tanaman jika diberikan ke tanah pada konsentrasi yang tinggi. Perlakuan terbaik yang mampu menekan populasi Nematoda sista kuning dan meningkatkan berat basah umbi adalah konsentrasi kitin 0.5%. Hasil isolasi mikrobial (jamur) tanah sebelum tanam ditemukan 5 jamur yang bersifat kitinolitik dan mampu mendegradasi kitin pada sista yaitu *Trichoderma* sp., *Paecilomyces* sp., *Aspergillus* sp., *Verticillium* sp. dan *Penicillium* sp., sedangkan pengamatan 100 hst terjadi peningkatan jamur *Trichoderma* sp. dari satu spesies menjadi empat spesies.

SUMMARY

UMARUL ANSHORI BIN ASYAR. 0210460062-46. The Effect Crab shell Amendment as Source of Chitin to Golden Cyst Nematode Population (*Globodera rostochiensis* Wollenweber) on Potato Crop (*Solanum tuberosum* L.) Supervisor Dr. Ir. Toto Himawan, MS and Hagus Tarno, SP. MP.

Potato is a kind of important vegetable commodity in Indonesia because as food alternative carbohydrate, rich protein to support diversification of food (Rukmana, 1997). One of the Major Pest disturbed potato farmer especially in Malang, East Java is Golden Cyst Nematode. According the report from agricultural department, in Indonesia 2003 the damage of potato crop is 25 % from wide potato crop 800 hectare. The control effort used as like biology and chemical. One of the kind alternative biological control is use chitin, a matter suppressiveness to nematode.

The objective of this research are to know effect of several concentration of chitin to nematode population and to know microbial (fungi) have role as chitinolytic fungi. Hypothesis are (1) higher rates concentration of chitin added, population of Golden cyst nematode become lower, (2) There are microbial chitinolytic (fungi) in the soil.

The research was conducted at Screen house Pesangrahan village, Batu City and Phytopathology Laboratory of Pest and Plant Disease Department, Agriculture Faculty, Brawijaya University start from August 2006 until November 2007. This research used randomized complete block design with five treatment concentration of chitin (0%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2%) which were repeated four times.

Our results indicated that amendment of soil with chitin was suppress Golden Cyst Nematode population, but become phytotoxic to potato if added to the soil at high concentrations. The best treatment which can reduce nematode population and increase fresh weight tuber of potato was chitin concentration 0.5%. Isolation result of soil microbial (fungi) before planting was founded five isolates chitinolytic fungi that potential to degradation of chitin on cyst. There are *Trichoderma* sp., *Paecilomyces* sp., *Aspergillus* sp., *Verticillium* sp., *Penicillium* sp., and population of *Trichoderma* sp. was increase from one species become four species at isolation 100 days after planting.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik serta hidayahnya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Pemberian Cangkang Kepiting Sebagai Sumber Kitin Terhadap Populasi Nematoda Sista Kuning (*Globodera rostochiensis* Wollenweber) Pada Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.).”

Penyusunan Laporan Penelitian ini ditujukan sebagai pemenuhan salah satu syarat dalam penyelesaian studi S1 di Fakultas Pertanian UNIBRAW. Dalam penyelesaian Laporan Penelitian ini penulis mendapat banyak bantuan baik dalam bentuk teknis maupun pemikiran dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Toto Himawan, MS selaku Pembimbing I
2. Hagus Tarno SP. MP selaku Pembimbing II
3. Orang tua dan keluarga atas semangat dan bantuan yang diberikan
4. Teman-teman (PESMA Mujahidin, MA’HAD Roudlotul ‘Ulum Qolbun Salim, Ta’mir Masjid Kampus Raden Patah, Ta’mir Masjid Nurul Fallah FP UB, FORSIKA UB, UAKI UB)
5. Semua pihak yang telah membantu penulis sehingga laporan penelitian ini dapat terselesaikan.

Akhirnya, penulis berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Malang, Februari 2008

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada 28 Nopember 1983 di Magetan, anak kesepuluh dari 11 bersaudara dengan ayah bernama Ismuni dan ibu Suwartun.

Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-Kanak pada tahun 1990 di TK SD Negeri Jajar 1. Kemudian menyelesaikan pendidikan sekolah dasar tahun 1996 di SD Negeri Jajar 1 dan tahun 1999 menyelesaikan pendidikan di Madrasah Tsanawiyah Negeri Karangmojo 1. Pada tahun 2002, Penulis menyelesaikan studi di SMU Negeri 1 Maospati. Pada tahun yang sama, penulis diterima di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya melalui jalur SPMB pada Program Studi Ilmu Hama Penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan.

Penulis pernah aktif dalam organisasi, diantaranya ketua Departemen Humas Forum Amal dan Studi Islam SMU Negeri 1 Maospati Periode 2000-2001, Ketua Taman Pendidikan Al-Qur'an Masjid Baitul Muttaqin periode 2001-2002. Selama di bangku kuliah penulis juga aktif berorganisasi dan menjadi pengurus Unit Aktivitas Kerohanian Islam (UAKI) UB sebagai Ketua Departemen Usaha dan Dana periode 2004-2005, Ketua Bidang Kaderisasi Departemen Pengembangan Sumber Daya Manusia Forum Studi Insan Kamil (FORSIKA) FP UB pada periode 2004-2005, Ketua Ma'had Roudlotul 'Ulum Yayasan Masjid Qolbun Salim periode 2004-2005, Ketua Harian Takmir Masjid Nurul Fallah FP periode 2006-2008, Ketua Bidang Da'wah PESMA Mujahidin Yayasan Mujahidin pada periode 2005-2007 dan 2007-2008 sebagai ketua Umum. Penulis juga pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Acarologi (tahun ajaran 2007-2008).

DAFTAR ISI

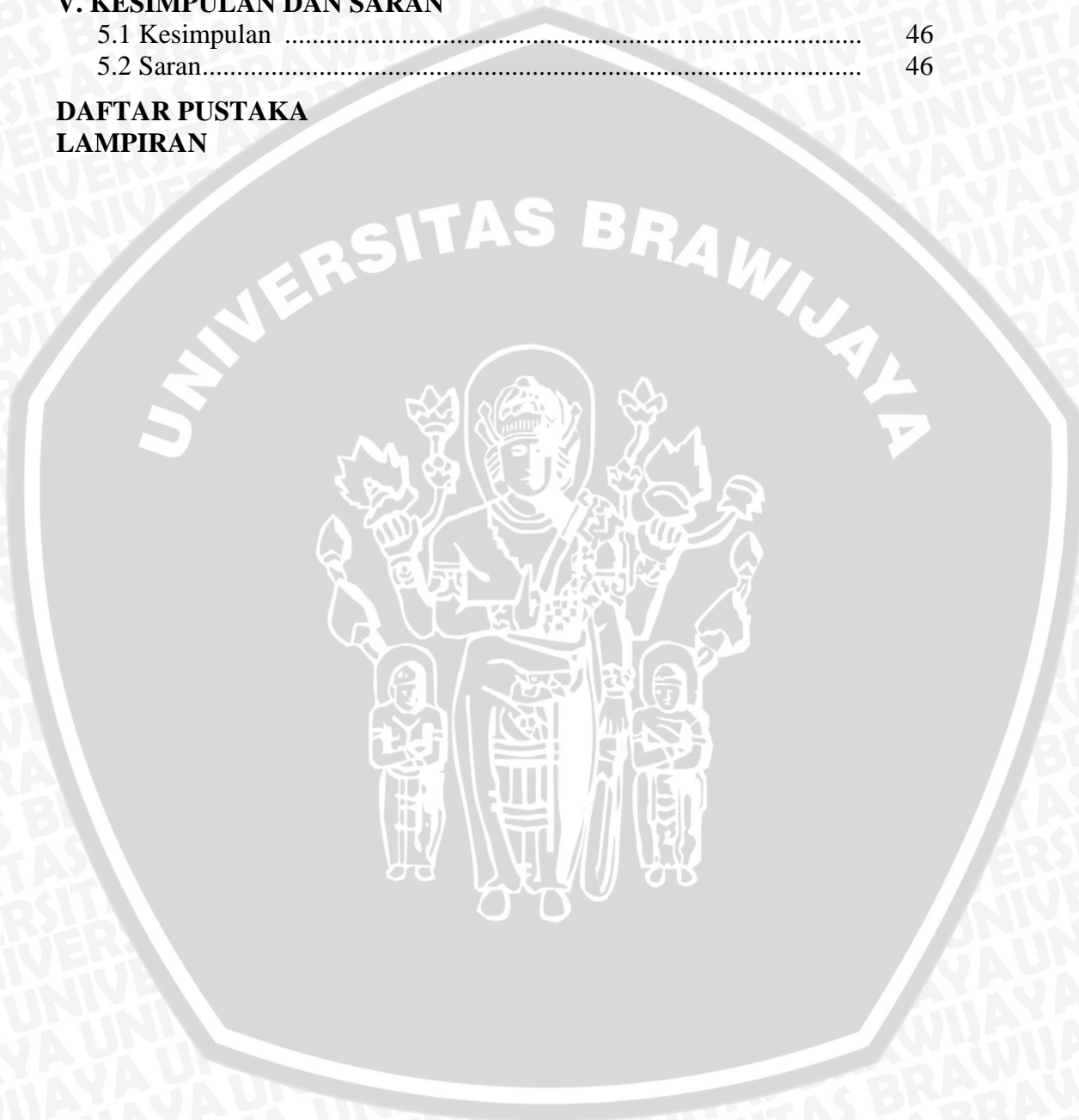
LEMBAR PERSETUJUAN	
LEMBAR PENGESAHAN	
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	4
1.3 Hipotesis	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Nematoda Sista Kuning	5
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi	5
2.1.2 Bioekologi	7
2.1.3 Gejala Serangan	9
2.1.4 Tanaman Inang	11
2.1.5 Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi	12
2.1.6 Arti Penting Nematoda Sista Kuning	12
2.1.7 Perkembangan Penyakit	13
2.1.8 Pengendalian	14
2.2 Kitin	16
2.2.1 Deskripsi Kitin	16
2.2.2 Mikroorganisme Penghasil Kitin	16
2.2.3 Mikroorganisme Penghasil Kitinase	17
2.2.4 Potensi Kandungan Kitin	18
2.3 Deskripsi Tanaman Kentang	20
2.3.1 Klasifikasi	20
2.3.2 Morfologi	20
2.3.3 Syarat Tumbuh	20
III. BAHAN DAN METODE	
3.1 Tempat dan Waktu	22
3.2 Alat dan Bahan	22
3.3 Metode Penelitian	23
3.4 Pelaksanaan Percobaan	23
3.5 Pengamatan Percobaan	26
3.6 Analisa Data	27
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil	28
4.1.1 Jumlah Sista per Tanaman Kentang	28
4.1.2 Berat Basah Umbi Kentang	30

4.1.3 Mikrobia (jamur) Kitinolitik	31
4.1.4 Patogenisitas Jamur Kitinolitik Terhadap Sista	34
4.2 Pembahasan	39

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran.....	46

**DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN**



DAFTAR TABEL



Nomor	Teks	Halaman
1.	Kandungan Kitin Dalam Beberapa Organisme	17
2.	Mikroorganisme Penghasil Kitinase	18
3.	Pengaruh Kitin 0%, 1.5% dan 1% Terhadap Jumlah Nematoda Parasit dan Nematoda Keseluruhan di Dalam Tanah.....	19
4.	Rata-rata Jumlah Sista Per 100 g Tanah Pada Setiap Perlakuan ...	28
5.	Rata-rata Berat Basah Umbi Kentang Pada Setiap Perlakuan	30
6.	Jamur Kitinolitik Yang Diisolasi Dari Tanah Sebelum Tanam Dan 100 hst	34
7.	Rata-rata Dan Persentase Sista Yang Terdegradasi oleh Jamur Kitinolitik	35



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Penampang Membujur Nematoda Sista Kuning	6
2.	Perbedaan Stilet <i>Globodera Pallida</i> dan <i>Globodera rostochiensis</i> ..	7
3.	Siklus Hidup Nematoda Sista Kuning	8
4.	Gejala Tanaman Terserang Nematoda Sista Kuning	10
5.	Sista Nematoda Sista Kuning	11
6.	Histogram Rata-rata Jumlah Sista Per 100 g Tanah Pada Setiap Perlakuan	29
7.	Histogram Rata-rata Berat Basah Umbi Kentang Per Pot Pada Setiap Perlakuan	31
8.	Jamur <i>Trichoderma</i> sp.	32
9.	Jamur <i>Paecilomyces</i> sp.	32
10.	Jamur <i>Aspergillus</i> sp.	33
11.	Jamur <i>Verticillium</i> sp.	33
12.	Jamur <i>Penicillium</i> sp.	34
13.	Pengujian Patogenisitas Jamur Terhadap Sista	36
14.	Sista Yang Terinfeksi Oleh Jamur Kitinolitik.....	36
15.	Koloni Jamur Hasil Isolasi 100 hst dan Sista Terinfeksi	37
16.	Sista Terinfeksi	37
17.	Sista dan Telur Yang Terinfeksi Jamur <i>Trichoderma</i> sp.	38
18.	Gambar Telur dan Juvenil Dua (J2) Nematoda Sista Kuning.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
-------	---------



Teks

1. Perhitungan Kapasitas Lapang	51
2. Perhitungan Pupuk	52
3. Perhitungan Dosis Kitin	53
4. Persiapan Tanam	54
5. Tanaman Kentang Umur 30 Sampai 100 hst	55
6. Hasil Identifikasi <i>Globodera rostochiensis</i>	56
7. Gambar Umbi Kentang Umur 50 hst	58
8. Gambar Umbi Kentang Umur 100 hst	61
9. Tanaman Kentang Yang Menunjukkan Gejala Fitotoksik dan Terinfeksi Nematoda Sista Kuning	64
10. Jamur Kitinolitik Yang Ditumbuhkan Pada Media Kitin-Agar	65
11. Telur dan Juvenil Yang Terdegradasi Oleh Jamur Kitinolitik Serta Telur dan Juvenil Dari Sista Yang Sehat	66
12. Jumlah Sista Rusak Dari 300 Sista Yang akan Diinokulasikan dan Gambar Sista Rusak Maupun Sehat Yang Diambil Dari Lapang ...	68
13. Tabel ANOVA	69
14. Hasil Uji Laboratorium Kadar Kitin Dalam Cangkang Kepiting ..	70
15. Hasil Uji Laboratorium Kadar NPK Dalam Tanah.....	73



I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan komoditas hortikultura penting di Indonesia yang saat ini menjadi bahan pangan alternatif dan sebagai sumber karbohidrat yang kaya protein untuk menunjang program diversifikasi pangan. Di Indonesia kebutuhan konsumsi kentang diperkirakan akan terus meningkat. Meningkatnya permintaan kentang disebabkan oleh semakin meluasnya pendayagunaan produksi kentang untuk berbagai bahan makanan baik sebagai bahan sayur maupun makanan ringan. Selain itu kentang merupakan komoditas ekspor dan impor antar negara di dunia (Rukmana, 1997).

Salah satu faktor risiko dalam usahatani kentang sejak di lapangan sampai di penyimpanan adalah adanya serangan Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT). Salah satu OPT penting yang meresahkan petani kentang pada saat ini terutama di Kabupaten Malang (Jawa Timur) adalah Nematoda Sista Kuning (NSK), yang di luar negeri dikenal dengan nama “*golden cyst nematode*” yang disebabkan oleh *Globodera rostochiensis*. Nematoda jenis ini termasuk nematoda yang sangat berbahaya untuk tanaman kentang, sehingga seluruh dunia mewaspadainya (Anonymous, 2004).

Nematoda ini tidak hanya menyerang tanaman kentang di Malang, tetapi juga di Jawa Tengah. Menurut laporan kompas 10 oktober 2005, Nematoda Sista Kuning menyerang kentang di Dieng, kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah. Kerusakan yang diakibatkan mencapai 34 hektar. Selain itu serangannya terus meluas dan diketahui menyerang tanaman kentang di Desa Karangtengah, Sumberejo; Desa Bakal, Kecamatan Batur; dan telah menyebar ke beberapa desa di Kecamatan Pejawaran, Wonosobo.

Tanaman kentang yang terserang NSK daun-daunnya menguning lebih awal, perakaran terganggu, umbi berukuran kecil dan jumlahnya sedikit. Produksi tanaman kentang yang terserang berat Nematoda Sista Kuning jauh menurun dibandingkan dengan keadaan normal, sebagai contoh dari lahan kentang seluas

1,5 ha yang biasanya mencapai 24 ton menjadi 14 ton bahkan tinggal 7 ton (Anonymous, 2004).

Pengendalian Nematoda Sista Kuning antara lain diatur melalui undang – undang dengan pembatasan produksi bibit pada lahan yang terserang, penggunaan nematisida fumigan dan non-fumigan, penanaman varietas tahan selama 2 tahun dan tanaman selain famili *solanaceae* selama 3 tahun (Ockey and Thomson, 2000). Selain itu pengendalian juga bisa dilakukan terutama dengan pemanfaatan agen hayati baik itu jamur dan bakteri maupun penambahan bahan yang tidak menguntungkan bagi lingkungan nematoda (Hallmann, Rodriguez-kabana, and Kloepper, 1999).

Salah satu alternatif pengendalian nematoda yaitu melalui perbaikan tanah dan pemanfaatan kitin. Pemberian kitin ke dalam tanah akan memacu potensi mikrobial kitinolitik (mikrobial yang mampu memanfaatkan kitin sebagai sumber nutrisinya). Peningkatan populasi mikrobial kitinolitik akan menekan populasi nematoda, karena kitin merupakan salah satu komponen utama penyusun dinding tubuh nematoda (Sikora, Hagan, Gazaway, and Kemble, 2000), dan kitin terutama terdapat pada kulit atau cangkang telur nematoda (Doubrava and blak, 1999).

Penelitian Brown, Neville, Sarathchandra, Watson dan Cox (1995), menunjukkan bahwa jumlah populasi nematoda parasit *Meloidogyne* sp. dan *Heterodera trifoli* dapat ditekan dengan kitin. Demikian pula hasil penelitian Hallmann *et al.* (1999), membuktikan bahwa penambahan kitin mampu menekan populasi *Meloidogyne incognita* pada tanaman kapas. Hasil penelitian Bell, Watson dan Sarathchandra (2000), menunjukkan penurunan populasi *Heterodera trifoli*, *Paratylenchus* sp. dan *Paratrichodorus minor* dengan dilakukannya penambahan kitin, sedangkan hasil penelitian Korthals, Visser dan Molendijk (2004), menunjukkan bahwa pemberian kitin mampu menekan populasi *Tichodorids*.

Kitin merupakan homopolimer dari β -1, 4 N-setil-D-glukosamin dan merupakan polimer kedua terbanyak di alam setelah selulosa. Senyawa ini dapat ditemukan pada cangkang udang, kepiting, moluska, Serangga, Annelida, dan beberapa dinding sel jamur dan alga. Meskipun sumber kitin di alam bermacam-

macam, namun sampai saat ini sumber utama yang praktis dieksplorasi yaitu cangkang udang yang secara ekonomis potensial (Yurnaliza, 2002).

Hasil penelitian menggunakan kompos limbah cangkang kepiting mampu menekan populasi nematoda. Pemberian kompos limbah cangkang kepiting sebesar 10-20% (berat kompos: berat tanah) mampu menekan pembentukan puru dan produksi masa telur *Meloidogyne javanica* pada tanaman tomat. Sedangkan pecahan kepiting mentah sebesar 0,05 % lebih efektif menekan pembentukan puru akar dari pada menggunakan kompos limbah cangkang kepiting sebesar 20 % (Peet, 2001).

Berdasarkan penelitian–penelitian di atas, terutama pengaruh kitin terhadap nematoda, maka perlu dikaji tentang pengaruh pemanfaatan cangkang kepiting untuk menekan populasi nematoda sista kuning pada tanaman kentang.



1.2 Tujuan

1. Mengetahui pengaruh beberapa konsentrasi kitin terhadap populasi Nematoda Sista Kuning.
2. Mengetahui mikrobia (jamur) tanah yang berperan sebagai mikrobia kitinolitik.

1.3 Hipotesis

1. Semakin tinggi konsentrasi kitin, maka populasi Nematoda Sista Kuning semakin rendah.
2. Terdapat mikrobia (jamur) tanah yang berperan sebagai mikrobia kitinolitik.



II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nematoda Sista Kuning

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Menurut Kleynhans (1999), klasifikasi Nematoda Sista Kuning adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Nemata
Kelas	: Secernentea
Ordo	: Tylenchida
Famili	: Heteroderidae
Genus	: Globodera
Spesies	: <i>Globodera rostochiensis</i> .

Genus *Globodera* diketahui ada 14 spesies, masing-masing memiliki inang spesifik. Spesies terkenal pada tanaman kentang ada dua yaitu : *Globodera rostochiensis* yang dikenal sebagai Nematoda Sista Kuning (NSK, *Golden Cyst Nematode*) dan *Globodera pallida* (nematoda sista kuning berwarna putih).

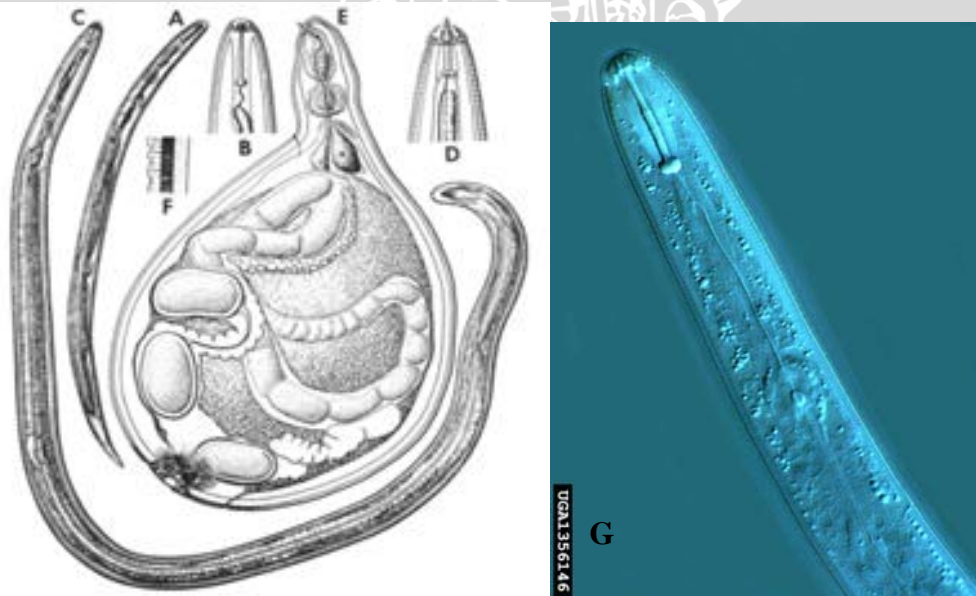
Perbedaan utama kedua spesies *Globodera* tersebut terletak pada warna sista dewasa betina dan stiletnya. Bentuk sista membulat (*globular atau spheroid*) (Gambar 1). Betina dewasa *Globodera rostochiensis* berwarna putih kemudian menjadi kuning keemasan, sedangkan *Globodera pallida* dewasa betinanya berwarna putih tetapi pada beberapa populasi ada yang berubah menjadi krem. Stilet *Globodera rostochiensis* memiliki pangkal (knob) membulat dan menjorok ke belakang, sedangkan *Globodera pallida* meruncing ke depan (Gambar 2) (Anonymous, 2004).

Pada marga Heterodera nematoda mempunyai panjang 300-1000 μm . Lebarnya lebih dari setengah panjang tubuhnya. Bibirnya beranulasi, tidak berlekuk dari lehernya yang pendek sehingga nampak membengkak. Panjang stiletnya kurang lebih 25 μm dan mempunyai knob kecil. Nematoda tidak mempunyai ekor. Median bulbusnya berbentuk bola dan kelenjar esofagusnya jelas. Nematoda tersebut mempunyai uterus ganda mengandung telur 200-500

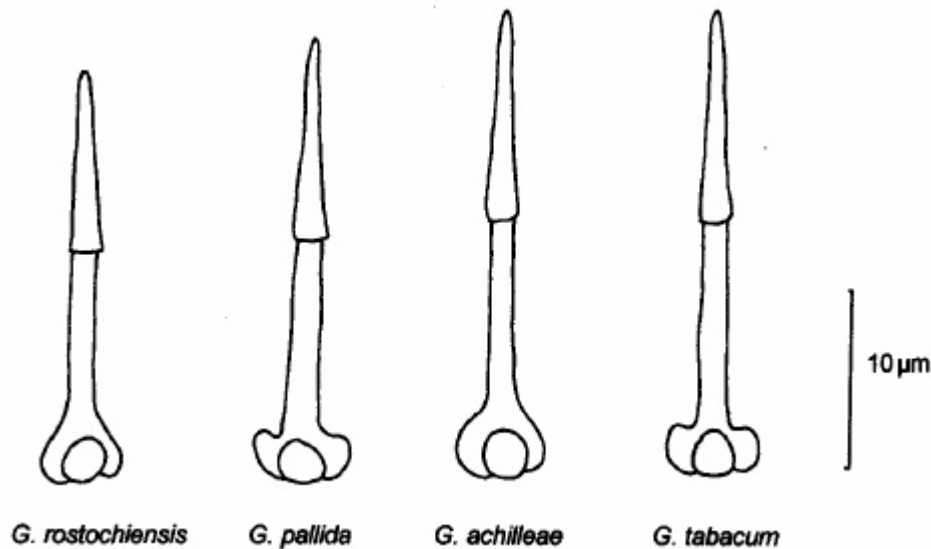
butir atau lebih serta hampir mengisi seluruh rongga tubuh nematoda betina dewasa. Pada nematoda dewasa, dinding kutikulanya tebal. Apabila nematoda betina mati, maka dinding nematoda mengeras dan berwarna lebih tua, ditandai oleh suatu pola seperti jala atau zig-zag (Dropkin, 1991).

Stadium larva kedua berbentuk memanjang dan merupakan nematoda yang aktif, panjangnya antara 400-500 μm dengan perbandingan panjang dan lebar antara 2-26. Kepalanya berbentuk setengah bola, beranulasi dan berlekuk serta berkerangka kepala yang kuat (Dropkin, 1991).

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 32-51. Kepalanya membulat, berlekuk dengan bagian bibir beranulasi dan mempunyai kerangka kepala yang kuat. Panjang stiletnya bervariasi antara 23-30 μm , tergantung jenisnya. Median bulbusnya berbentuk oval dan panjang. Bagian posterior tubuhnya biasanya terputar 90⁰ atau lebih. Ekornya tumpul membulat, mempunyai sepasang spikula melengkung dekat dengan ujung dan tidak mempunyai sayap ekor (Dropkin, 1991).



Gambar 1. Penampang Membujur Nematoda Sista Kuning. (A) larva yang baru ditetaskan, (B) kepala larva, (C) jantan dewasa, (D) kepala jantan dewasa, (E) betina dewasa, (F) irisan dinding sista, (G) bagian anterior juvenil (J2) (Sumber: Anonymous, 2004 dan Zunke, 2005).



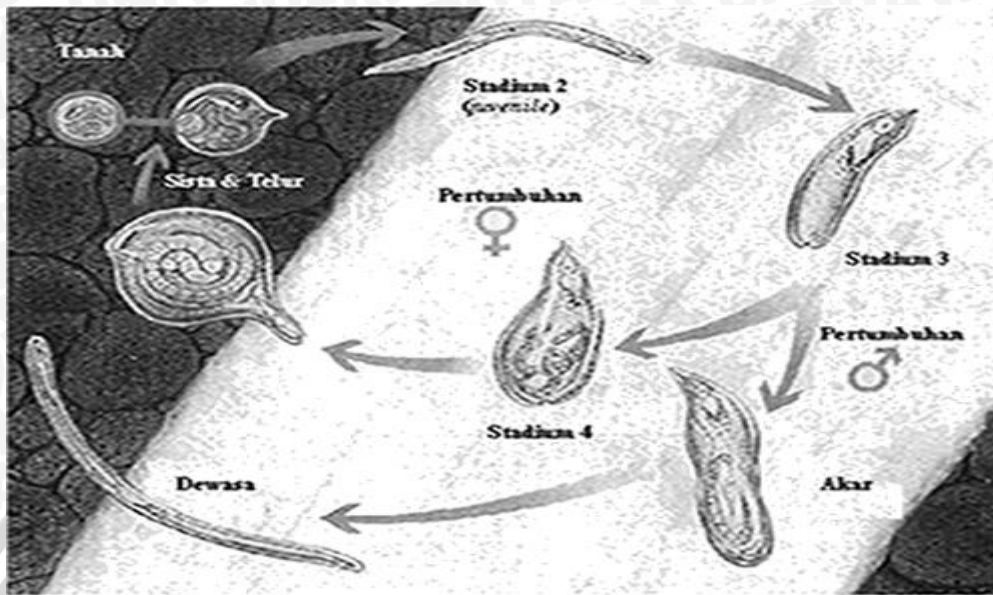
Gambar 2. Perbedaan bentuk stilet *Globodera rostochiensis*, *Globodera pallida*, *Globodera achilleae* dan *Globodera tabacum* (Anonymous, 2003).

2.1.2 Bioekologi

2.1.2.1 Siklus Hidup

Globodera rostochiensis dalam perkembangannya melalui tahapan stadium telur, larva dan dewasa (Gambar 3). Siklus hidup dari telur sampai dewasa berlangsung selama 38 - 48 hari (Spears dan Joseph, 1967 dalam Anonymous, 2004). NSK betina bersifat *amphimictic*, berbentuk bulat (*globose*), *sessile*, dan *motile* (bergerak). Sedangkan NSK jantan berbentuk seperti cacing (*vermiform*) (Anonymous, 2004).

Daur hidup antara 5-7 minggu tergantung 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 membentuk sista. Nematoda aktif kembali setelah kondisi lingkungan sesuai, terutama adanya eksudat akar tanaman inang. Sista dapat bertahan lebih dari 10 tahun. Larva stadium dua aktif pada suhu 10°C. Suhu optimum untuk menginfeksi 16°C. Kisaran suhu optimum untuk pertumbuhan dan perkembangan pada suhu 15-20 °C (Anonymous, 2004).



Gambar 3. Siklus hidup Nematoda Sista Kuning (Sumber: Deptan, 2004).

2.1.2.2 Perilaku

Telur menetas di dalam badan yang membengkak (yang disebut sista). Sista berbentuk bulat, masing-masing sista berisi \pm 500 butir telur (Hunt, 1983 dalam Anonymous, 2004). Sista pada awalnya berwarna putih mutiara, kemudian berubah menjadi keemasan, oranye, dan akhirnya coklat. Sista menempel pada akar dan tinggal dalam tanah setelah tanaman dipanen. Sista dibentuk dari kutikula yang menghitam (tanning) dari nematoda betina. Sista melindungi telur dan tahan terhadap kemikalia, kekeringan dan organisme tanah (Spears dan Joseph, 1967 dalam Anonymous, 2004).

Larva terdiri atas empat stadium (Hunt, 1983 dalam Anonymous, 2004). Larva stadium dua resisten, dorman (bertahan) dan merupakan stadium infeksi yang berada dalam telur di dalam sista. Sista tetap berada di dalam tanah pada kedalaman 30 cm setelah inangnya mati. Setelah menetas, larva stadium kedua masuk ke akar tanaman inang pada bagian ujung akar atau akar lateral baru. Selanjutnya larva bergerak menjauh dari ujung akar sebelum mulai makan pada sekelompok sel *pericycle*, korteks atau sel endodermis dan makan sampai menjadi dewasa (Anonymous, 2004).

Jenis kelamin ditentukan oleh kecukupan nutrisi. Nutrisi yang kurang akan menghasilkan NSK jantan, sebaliknya jika nutrisi cukup tersedia akan

menghasilkan betina. Pada saat terjadi infeksi berat, NSK jantan menjadi lebih dominan dan sebaliknya. Dalam perkembangannya NSK jantan melingkar di dalam kutikula larva stadium terakhir dan memecah kutikula, kemudian keluar dari akar dan menarik NSK betina melalui sekresi. NSK jantan dan betina kawin beberapa kali. NSK jantan tidak makan, tetapi tetap aktif sampai 10 hari. NSK betina biasanya segera kawin setelah memecah korteks akar (Anonymous, 2004).

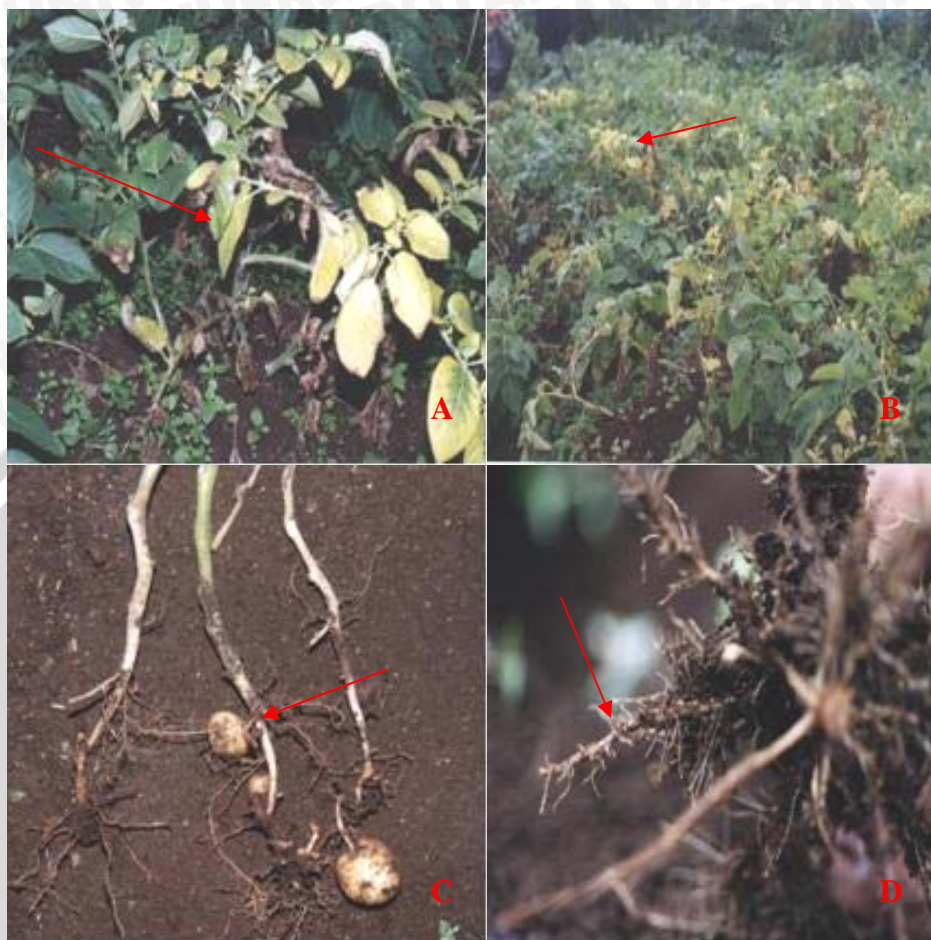
2.1.2.3 Ras

Menurut Mulley dan Stone, 1976 (dalam Luc, Sikora, and Bridge, 1995), berdasarkan adanya perbedaan morfologi antara populasi nematoda tertentu, *Heterodera rostochiensis* dibagi menjadi *Globodera pallida* dan *Globodera rostochiensis*. Kort *et al.*, 1977 (dalam Luc *et al.*, 1995), mengemukakan suatu cara baku untuk memisahkan ras yaitu Ro 1-5 untuk ras *Globodera rostochiensis* dan Pa 1-3 untuk ras-ras *Globodera pallida* yang berasal dari Inggris, Belanda dan Jerman. Cole dan Howard, 1996 (dalam Luc *et al.*, 1996), mengatakan bahwa penanaman kentang resisten secara monokultur akan menimbulkan perubahan keberadaan ras-ras yaitu salah satu diantaranya mampu berkembang biak pada kultivar yang resisten.

2.1.3 Gejala Serangan

Pada awalnya, tidak tampak adanya kerusakan tanaman pada bagian tanaman di atas permukaan tanah ketika populasinya rendah. Namun setelah lahan yang terinfestasi NSK ditanami berkali-kali, maka kepadatan populasi naik, kemudian muncul gejala. Gejala diawali dengan pertumbuhan tanaman yang kerdil secara *spot-spot* yang kemudian terus meluas. Gejala pada tanaman mirip dengan gejala akibat kekurangan air atau unsur hara, yaitu tanaman tumbuh merana, daun-daun menguning, tanaman layu, terutama pada siang hari dan matinya tanaman yang masih muda (Stevenson, Loria, and Weingartner, 2001).

Di lapangan, gejala serangan yang muncul adalah tanaman tampak layu, daun-daun menguning yang berlanjut menjadi kering, kemudian tanaman mati. Bila tanaman dicabut sistem perakaran tidak normal/jarang dan umbi yang terbentuk hanya sedikit, bahkan jika serangan berat tanaman gagal membentuk umbi (Gambar 4).



Gambar 4. Gejala pada daun dan akar tanaman terserang NSK. (A) hamparan yang terserang, (B) daun menguning kemudian mengering, (C) umbi yang terbentuk sedikit, (D) akar yang terserang NSK (Sumber: Deptan, 2004).

Sebelum populasi nematoda mencukupi untuk menimbulkan gejala, nematoda betina yang belum dewasa terlihat pada perakaran. Dengan mencabut tanaman secara perlahan, nematoda betina yang berbentuk bulat, berwarna putih, kuning atau keemasan masih menempel pada perakaran, dan dapat dilihat tanpa menggunakan alat bantu lensa pembesar (Gambar 5).



Gambar 5. Sista Nematoda Sista Kuning. (A) sista NSK dengan perbesaran 10 kali, (B) sista NSK dengan perbesaran 50 kali (Sumber: Anonymous, 2004).

Nematoda betina dari *Globodera rostochiensis* akan menjadi stadium yang berwarna kuning, sedang *Globodera pallida* betina tetap berwarna putih sampai mati. Apabila nematoda betina mati akan menjadi sista, kutikulanya berwarna coklat atau berwarna seperti kulit dan berisi telur sebanyak kurang lebih 500 telur (Luc *et al.*, 1995).

2.1.4 Tanaman Inang

Tanaman komersial yang diserang dan menjadi inang utama adalah kentang (*Solanum tuberosum*), tomat (*Lycopersicon esculentum*), dan terung (*Solanum melongena*). Selain itu, dilaporkan terdapat tanaman inang lainnya, yaitu *Solanum dulcamara* (bitter nightshade), *Solanum rostratum* (buffalo bur), *Solanum triflorum* (cutleaf nightshade), *Solanum elaeagnifolium* (silverleaf nightshade), *Solanum blodgettii*, *Solanum xanti* (purple nightshade), dan *Solanum integrifolium* (tomato eggplant). Pemulia tanaman juga menemukan 90 spesies *Solanum* di Amerika Selatan yang menjadi inang NSK (Anonymous, 2004).

Beberapa spesies gulma juga dapat menjadi inang NSK. Hasil pemantauan di Malang, Jawa Timur, beberapa spesies gulma dari famili solanaceae yaitu *Datura stramonium*, *Nicandra physaloides*, dan spesies-spesies lain yang berasosiasi dengan tanaman kentang, perlu diwaspadai sebagai inang alternatifnya (Widjaya, 2003 dalam Anonymous, 2004).

2.1.5 Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi

Faktor lingkungan yang berpengaruh adalah biotik (tanaman dan organisme yang lain), dan abiotik (tanah, suhu, kelembaban, senyawa kimia, dll). Aktivitas larva berlangsung pada suhu mulai 10°C dan terhenti pada suhu 40°C. Dalam satu tahun terdapat lebih dari satu generasi (Hunt, 1983 *dalam* Anonymous, 2004). Sedangkan Stevenson *et al.* (2001), menyatakan bahwa juvenil menjadi aktif pada suhu 10°C dan serangan tertinggi pada akar terjadi pada suhu 16°C. Reproduksi dan kemampuan hidup mereka terhenti pada suhu di atas 26°C. Spot-spot tanaman terserang pada tahun basah lebih sedikit dibandingkan pada tahun kering (Spears dan Joseph, 1967 *dalam* Anonymous, 2004).

Populasi larva hidup dalam tanah tanpa adanya tanaman inang akan menurun \pm 18% per tahun pada tanah dingin dan sampai 50 - 80% pada tanah hangat. Tipe tanah juga berpengaruh terhadap laju perkembangan. Larva yang menetas pada tanah berpasir jumlahnya lebih banyak dibandingkan dengan pada tanah gembur dan tanah liat. Beberapa nematoda dapat bertahan sampai 28 tahun dalam tanah yang dingin (Anonymous, 2004).

Eksudat akar dari tanaman inang dapat merangsang 60-80% larva untuk menetas. Ketika tidak ada tanaman kentang, umbi kentang yang ditaruh di atas tanah (kentang kerap kali ditinggalkan di atas tanah pada saat panen bahkan sampai keluar tunas) dapat mempertahankan sejumlah nematoda.

Laju perkembangbiakan pada tanaman inang tergantung pada kepadatan populasi awal. Hal tersebut disebabkan oleh adanya kompetisi untuk ruang pada akar yang berpengaruh terhadap *sex ratio*. Ketika terdapat sedikit telur per gram tanah maka laju perkembangbiakan sebanyak 60 kali lipat, tetapi ketika terdapat > 100 telur/g tanah, populasi setelah panen lebih kecil karena sistem perakaran terbatas, sehingga serangan yang terjadi menurun (Anonymous, 2004).

2.1.6 Arti Penting Nematoda Sista Kuning

Nematoda mengambil nutrisi dari akar dengan cara melukai akar, sehingga pasokan nutrisi dan air ke batang dan daun berkurang, akibatnya tanaman tumbuh kerdil. Tingkat infestasi yang sedang (*moderate*) mempunyai sedikit pengaruh

Kehilangan hasil berkorelasi dengan tingkat infestasi. Dilaporkan bahwa setiap 20 telur/g tanah dapat menyebabkan kehilangan hasil 1 ton/acre (Anonymous, 2004). Stevenson *et al.* (2001) menyebutkan bahwa kehilangan hasil rata-rata 2,75 ton/hektar untuk setiap 20 telur per gram tanah dengan kerusakan maksimal 22 ton/hektar.

2.1.7 Perkembangan Penyakit

Ketika kentang ditanam, eksudat akar merangsang 60 sampai 80% juvenil stadia kedua untuk keluar dari telur di dalam sista (Stevenson *et al.*, 2001). Larva stadium dua yang infeksiif mengadakan penetrasi secara langsung pada akar primer muda atau bagian ujung meristem dari akar sekunder. Selanjutnya dia masuk ke dalam *cortex* secara intraseluler dan menyebabkan kerusakan dan kematian sel. Larva kerap kali melewati *cortex* dan menusukkan stiletnya ke dalam sel endodermis atau *pericycle*. Selama dua hari melakukan penetrasi, kemudian larva beristirahat dan makan pada sel *cortex* dan jaringan *stele*, sehingga menyebabkan pembengkakan sel. Kelompok sel yang membengkak tersebut dinamakan *syncytia*, yang dikelilingi oleh satu lapisan sel hiperplastik (Anonymous, 2004).

Nematoda menetap, makan dari sel yang membengkak dan dua kali berganti kulit kemudian berkembang menjadi stadia juvenil ketiga dan keempat. Setelah ganti kulit yang terakhir, nematoda jantan berbentuk cacing keluar dari akar. Sedangkan nematoda betina tumbuh membesar dan memecahkan akar, sehingga tubuh mereka menonjol dan hanya kepala dan lehernya yang melekat di dalam akar. Mereka melepaskan zat yang menarik nematoda jantan, yang kemudian kawin lagi dengan mereka. Embrio berkembang di dalam telur menjadi juvenil stadia kedua, telur tetap berada di dalam tubuh betina. Kutikula *Globodera rostochiensis* betina awalnya berwarna putih dan kemudian menjadi krem kekuningan sebelum berubah warna menjadi keemasan dan akhirnya berwarna coklat berbentuk sista (Stevenson *et al.*, 2001).

2.1.8 Pengendalian

A. Pengendalian dengan Peraturan

Pengendalian dengan peraturan dilakukan dalam rangka mencegah OPT masuk, menyebar dan berkembang. Pengendalian ini perlu dilakukan karena jika NSK memasuki suatu area pertanaman kentang, maka relatif sulit untuk mengatasinya. Kegiatan yang dilaksanakan meliputi *surveillance*, dan menentukan tindakan karantina serta eradikasi (Anonymous, 2004).

B. Rotasi tanaman

Rotasi tanaman dilaksanakan dengan menanam jenis tanaman yang tahan dan atau bukan inang NSK, digilirkan dengan tanaman pokok (kentang), sehingga diharapkan jumlah populasi awal NSK sangat rendah pada waktu kentang ditanam. Tanaman rotasi harus diusahakan yang memiliki manfaat, baik langsung maupun tidak langsung (Anonymous, 2004).

C. Penanaman varietas toleran

Penanaman varietas toleran misalnya Marion, Culva, Elvira, Gitte, Vevi, Aula, Villi tahan terhadap NSK *biotipe* A, sedangkan Cordia tercatat tahan terhadap NSK *biotipe* A dan B. Penelitian lain mencatat bahwa varietas Granola, Miranda, Renema, dan Aalexia tahan terhadap NSK *biotipe* A. Selain itu varietas Herold, Pirola dan Dextra tercatat juga tahan terhadap NSK *biotipe* A (Kratzig, 1977 dalam Anonymous, 2004).

D. Penggunaan Nematisida

1. Penggunaan nematisida selektif

Dalam mengaplikasikan nematisida, perlu memperhatikan ambang kendali NSK. Ambang pengendalian pada tanaman inang komersial di Jepang adalah 31 sista hidup/100 gr tanah.

a. Nematisida Fumigan

Fumigasi dengan *metil bromida* efektif untuk mematikan semua stadium nematoda. *Metil bromida* termasuk pestisida terbatas, oleh karena itu penggunaannya hanya boleh dilakukan oleh operator yang terlatih dan bersertifikat, menggunakan cara dan peralatan khusus. Untuk keperluan ini perlu izin Menteri Pertanian melalui Komisi Pestisida (Anonymous, 2004).

b. Non Fumigan

Nematisida yang terdaftar dan diizinkan untuk NSK belum ada, namun demikian sementara dapat digunakan nematisida yang diizinkan untuk *Meloidogyne* sp. pada tomat atau kentang, misalnya *karbofuran* (Furadan 3 G, Petrofur 3 G) *etoprofos* (Rhocap 10 G), *kadusafos* (Rugby 10 G), *azadirachtin* (Nosfoil 8 EC) (Anonymous, 2004).

E. Pengendalian Hayati

Kemampuan musuh alami sebagai pengendali hayati terhadap nematoda masih sangat terbatas. Beberapa cendawan diketahui mampu memarasit telur dan induk nematoda seperti *Verticillium chlamydosporium* parasit telur *Meloidogyne* spp., *M. Cydrocarpon destructans*, *Acremonium strictum*. Untuk meyakinkan efektifitasnya, masih perlu dilakukan kajian lapang (Anonymous, 2004). Jamur lainnya yaitu *Fusarium oxysporum* (Parasit telur *Heterodera schachtii*), *Paecilomyces lilacinus* (Parasit telur *Meloidogyne* spp.) dan *Nematophthora gynophila* (Parasit kista *Heterodera* spp.) (Mustika dan Ahmad, 2004).

Nour *et al.* (2003), menyatakan bahwa beberapa genus aktinobakteri (menghasilkan komponen anti bakteri dan anti jamur) yang bersifat antineoplastik dan cytotoksik seperti *Streptomyces*, *Agromyces*, *Microbacterium*, *Saccharothrix* dan *Williamsin*. Kemudian *Lysobacter antibioticus*, *gamma-proteobacterium* dalam kelompok *Xanthomonas* yang menghasilkan antibiotic, proteolitik kuat mampu mendegradasi kitin dan bisa melisis dinding sel bakteri, jamur maupun nematoda.

Pemberian kitin untuk memperbiki tanah juga sangat bermanfaat untuk menekan sista. Kitin akan merangsang mikrobia yang mendegradasi kitin yang dimiliki nematoda. Pada akhirnya juvenil yang dihasilkan akan menurun (O'gara, 2005).

2.2 Kitin

2.2.1 Deskripsi kitin

Kitin merupakan homopolimer dari β -1,4 N-setil-D-glukosamin dan merupakan polimer kedua terbanyak di alam setelah selulosa. Senyawa ini dapat ditemukan pada cangkang udang, kepiting, Moluska, serangga, Annelida dan beberapa dinding sel jamur serta alga tertentu. Meskipun sumber kitin bermacam-macam namun secara komersial kitin dieksplorasi dari cangkang udang-udangan dan *Crustacea*. Sebanyak 50-60 % dari limbah udang dihasilkan 25 % kitin dari 32 berat kering limbah tersebut. (Yurnaliza, 2002).

Kitin merupakan bentuk padat dan bersifat tidak larut dalam air atau pelarut organik biasa. Namun kitin dapat dimodifikasi secara kimiawi menjadi turunan-turunannya yang mempunyai sifat-sifat khas dan kegunaannya sendiri. Kitin dapat dihirolisis secara enzimatik oleh enzim kitinase, menghasilkan monomer β -1,4 N-setil-D-glukosamin (Yurnaliza, 2002).

2.2.2 Mikroorganisme Penghasil Kitin

Pada serangga lebih dari 80 % komponen kutikulanya merupakan kitin. Pada *Crustacea*, kitin melekat pada suatu matriks dari CaCO_3 dan fosfat. Pada serangga matriksnya berupa *protecinaceous* yaitu protein yang sudah mengalami pentaninan. Kitin pada jamur berbentuk mikrofibril yang memiliki panjang yang berbeda tergantung pada spesies dan lokasi selnya. Mikrofibril merupakan struktur utama dinding sel jamur yang terdiri atas jalinan polisakarida yang saling bersilangan membentuk anyaman. Kandungan kitin pada jamur bervariasi dari 4-5% berat kering (Suryanto, Munir, dan Yurnaliza, 2005).

Mahluk hidup yang menghasilkan kitin, mempunyai kandungan kitin dengan kadar yang berbeda (Tabel 1).

Tabel 1. Kandungan kitin dalam beberapa organisme.

Jenis organisme	Persentase kandungan kitin
1. Jamur	5-20 %
2. Cacing	20-38 %
3. Cumi-cumi, Gurita	3-20 %
4. Kalajengking	30 %
5. laba-laba	38 %
6. kecoa	35 %
7. kumbang air	37 %
8. ulat sutera	44 %
9. kepiting pertapa	69 %
10. kepiting konsumsi	70 %
11. Kulit udang	15-20 %

(Sumber: Anonim, 2005 dan Marganof, 2003).

2.2.3 Mikoorganisme Penghasil Kitinase

Kitinase dapat dihasilkan oleh beberapa macam bakteri, aktinomicetes, jamur dan tumbuhan. Kitinase juga disintesis oleh protozoa, saluran pencernaan nematoda, polikhatea dan Moluska. Kitinase juga ditemukan pada lendir pencernaan burung-burung pemakan serangga, lendir pencernaan dan pankreas ikan, amfibia dan reptil pemakan serangga (Yurnaliza, 2002).

Sebagian besar mikroorganisme tanah dan air adalah pendegradasi kitin yang baik. Di dalam tanah setiap gramnya mengandung 10^6 mikroorganisme yang mampu mengolah kitin. Sebanyak 90-99 % dari organisme tersebut adalah aktinomisetes dan selebihnya bakteri dan jamur. Genus aktinomisetes yang dapat memanfaatkan kitin sebagai sumber karbon dan nitrogennya yaitu *Streptomyces*, *Nocardia*, *Streptosporangium*, *Micromonospora* dan *Actinoplanes*. (Yurnaliza, 2002). Genus bakteri yang sudah banyak dilaporkan memiliki kitinase antara lain *Aeromonas*, *Alteromonas*, *Chromobacterium*, *Enterobacter*, *Ewingella*,

Pseudoalteromonas, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Vibrio*, *Bacillus* dan *Pyrococcus* (Suryanto *et al.*, 2005). Jenis bakteri dan jamur penghasil kitinase pada (Tabel 2.)

Tabel 2. Mikroorganisme Penghasil kitinase.

Bakteri	Jamur
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	<i>Mucor subullisimum</i>
<i>Vibrio alginolyticus</i>	<i>Aspergillus fumigatus</i>
<i>Flavobacterium indoltheticum</i>	<i>Trichoderma viridae</i>
<i>Serratia marcencens</i>	<i>Mortierella</i> sp
<i>Enterobacter liquefaciens</i>	
<i>Bacillus cereus</i>	
<i>Klebsiella</i> sp	
<i>Micrococcus colpogenes</i>	
<i>Bacillus cereus</i>	
<i>Clostridium</i> sp	
<i>Pseudomonas</i> sp	
<i>Aeromonas</i> sp	
<i>Mortierella</i> sp	

(Sumber: Yurnaliza, 2002).

2.2.4 Potensi Kandungan Kitin

Penggunaan kitin melauai perbaikan tanah mampu mengubah lingkungan di dalam tanah menjadi kondisi *suppressive soil patogen* (mampu menekan perkembangan dan populasi patogen dalam tanah). Penggunaan kitin berpengaruh memacu perkembangan mikroorganisme dalam tanah (Brown *et al.*, 1995). Penambahan kitin mampu menekan populasi nematoda dengan melepaskan amoniak yang bersifat nematisida selama dekomposisi dengan memacu organisme kitinolitik, diantaranya bakteri dan aktinomicetes yang menyerang cangkang atau kulit telur nematoda (Caswell, Edward, and Bugg, 1991). Pemecahan atau degradasi kitin oleh kitinase dapat menyebabkan menetasnya telur sebelum waktunya, sehingga juvenil yang dihasilkan sedikit. Di dalam tanah kitinase dihasilkan oleh aktinomisetes, jamur dan bakteri. Selain itu kitinase juga dilepaskan oleh banyak tanaman sebagai bagian dari pertahanan mereka melawan bermacam-macam patogen dan nematoda parasit tumbuhan (Hallmann *et al.*, 1999).

Penelitian yang dilakukan oleh Cato (1990), untuk menguji pengaruh kompos cangkang kepiting pada tingkat yang berbeda terhadap nematoda puru akar pada tanaman tomat di rumah kaca, menunjukkan pertambahan berat daun dan akar yang berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol. Selain itu pemberian kompos cangkang kepiting sebesar 20% memberikan hasil reproduksi nematoda dan pembentukan puru yang terendah.

Hallmann *et al.* (1999), menyatakan bahwa penambahan kitin ke tanah sebesar 1% mampu menekan populasi nematoda parasit *Meloidogyne incognita* pada kapas. Penambahan ini meningkatkan populasi bakteri dan jamur, khususnya jamur dan bakteri kitinolitik, baik itu Rhizosfer dan endofit. Kontribusi dalam menekan populasi nematoda *Meloidogyne incognita* ditunjukkan dengan indikasi jumlah puru akar. Dalam konsentrasi kitin 1% jumlah puru akar yang dihasilkan akibat infeksi *Meloidogyne incognita* hanya 0, sedangkan pada perlakuan kontrol terdapat 8 puru.

Penelitian Bell *et al.* (2000), menunjukkan bahwa dengan perlakuan kitin dengan konsentrasi 0.5 % dan 1% dapat menurunkan populasi nematoda *Heterodera trifolii*, *Meloidogyne sp.*, *Pratylenchus sp.* dan *Paratrichodorus minor* (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh kitin 0%, 0.5 % dan 1% terhadap jumlah nematoda parasit dan nematoda keseluruhan di dalam tanah.

Nematoda	jumlah nematoda/100 g tanah					
	0	0.5	0.5	0.5	1	1
<i>Heterodera trifolii</i>	10.5	6.3	10.7	5.4	0	0
<i>Meloidogyne sp.</i>	12.6	7.7	2.8	1.5	1.1	1.1
<i>Pratylenchus sp.</i>	0	0	5.1	3.5	1.1	1.1
<i>Paratrichodorus minor</i>	24.7	13.1	11.7	6.9	0.9	0.9
Nematoda total	515.2	85.8	225.7	388.2	378	704.6

(Sumber : Bell *et al.*, 2000)

2.3 Deskripsi Tanaman Kentang

2.3.1 Klasifikasi

- Kingdom : Plantae
Divisi : Angiospermae
Kelas : Dicotyledonae
Ordo : Solanales
Famili : Solanaceae
Genus : Solanum
Spesies : *Solanum tuberosum* L. (Steenis, 1988).

2.3.2 Morfologi

Kentang merupakan tanaman setahun, bentuk sesungguhnya menyemak dan bersifat menjalar. Batangnya berbentuk segiempat, panjangnya bisa mencapai 50-120 cm, dan tidak berkayu (tidak keras bila dipijat). Batang dan daun berwarna hijau kemerah-merahan atau keungu-unguan. Bunganya berwarna kuning keputihan atau ungu, tumbuh di ketiak daun teratas dan berjenis kelamin dua. Benangsarinya berwarna kekuning-kuningan dan melingkari tangkai putik (Setiadi dan Surya, 1993).

Biji kentang berukuran kecil, bergaris tengah kurang lebih 0,5 mm, berwarna krem dan memiliki masa beristirahat (dormansi) sekitar 6 bulan. Perakaran tanaman kentang berstruktur halus, berwarna keputih-putihan, dapat menembus kedalaman tanah sampai 45 cm, namun umumnya berkumpul sedalam kurang lebih 20 cm (Rukmana, 1997).

Umbi berasal dari cabang samping yang masuk ke dalam tanah. Cabang ini merupakan tempat penyimpanan karbohidrat sehingga membengkak dan bisa dimakan. Umbi bisa mengeluarkan tunas dan membentuk cabang-cabang baru (Setiadi dan Surya, 1993).

2.3.3 Syarat Tumbuh

Tanaman kentang membutuhkan tanah yang subur, gembur, banyak mengandung bahan organik bersolum dalam, aerasi dan drainasinya baik, PH 5-6,5. Jenis tanah yang paling baik adalah andosol, namun baik pula tanah lempung

yang mengandung pasir, seperti latosol, aluvial dan Grumosol, asalkan diikuti dengan pemberian pupuk organik dan pengapuran tanah yang memadai (Rukmana, 1997).

Kelembaban tanah yang cocok untuk umbi adalah 70%, suhu udara yang ideal untuk kentang berkisar antara 15-18 °C pada malam hari dan 24-30 °C pada siang hari. Tempat yang ideal berkisar 1000-1300 dpl. Curah hujan yang agak tepat bila besarnya kira-kira 1500 mm per tahun (Setiadi dan Surya, 1993).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



III BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di dalam *screen house* di desa Pesanggrahan, Kota Batu dan laboratorium Penyakit Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2006 sampai dengan selesai.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah wadah plastik, cawan Petri, spatula, botol sempot, kuas halus, mikroskop, saringan 50 dan 60 mesh, gelas ukur 600 ml, gelas ukur 10 ml, nampan plastik, cutter, gunting, timbangan, plastik kecil dan besar, polibag ukuran 10 kg, kain kasa, cetok atau cangkul, hand-counter, mortar, kompor, botol media steril, tabung reaksi, jarum ose, pipet, Bunsen, kertas label, obyek glass.

Bahan yang digunakan:

1. Sista Nematoda Sista Kuning berasal dari lahan kentang yang terinfestasi di Sumber Brantas, desa Tulung Rejo, kecamatan Bumi Aji, kota Batu.
2. Tanah sebagai media tanam. Tanah yang digunakan bebas infestasi Nematoda Sista Kuning dan mempunyai jenis tanah andosol. Sebelum digunakan, jamur kitinolitik dan kandungan unsur hara di dalam tanah di analisa terlebih dahulu (Lampiran 15).
3. Umbi kentang varietas Granola generasi kedua yang siap tanam telah berumur satu bulan. Dipilih umbi yang mempunyai ukuran sama (diameter kurang lebih 5 cm).
4. Pupuk majemuk NPK.
5. Kitin yang berasal dari bahan cangkang kepiting dalam bentuk serbuk.
6. Insektisida dan Fungisida.
7. Media kitin-agar. Media dibuat dengan bahan (kitin murni 10 gram, agudes 1000 ml, garam 40 gram, HCL 50 ml). Bahan 1, 2 dan 3 direbus sampai mendidih dan diangkat dari kompor, setelah itu HCL dituang perlahan-lahan ke dalam media menggunakan pipet. Campuran bahan-

bahan ini dimasukkan botol media dan diautoklaf. Media kemudian dicampur dengan media water-agar 20 % (agar 20 gram dan 1000 ml aquades) sebagai media tumbuh jamur kitinolitik (Logan *et al.*, 2005).

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Rancangan Percobaan di dalam *Screen house*

Penelitian dilaksanakan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang diujikan adalah :

1. 0 gram serbuk cangkang kepiting/pot (kitin 0 %) = P1
2. 125 gram serbuk cangkang kepiting/pot (kitin 0,5 %) = P2
3. 250 gram serbuk cangkang kepiting/pot (kitin 1 %) = P3
4. 375 gram serbuk cangkang kepiting/pot (kitin 1,5 %) = P4
5. 500 gram serbuk cangkang kepiting/pot (kitin 2 %) = P5

3.4 Pelaksanaan Percobaan

3.4.1 Persiapan Penelitian

a. Pembuatan kitin.

Cangkang kepiting dijemur, kemudian ditumbuk sampai halus menggunakan mortar dan diayak dengan saringan ukuran 20 mesh (Hallmann *et al.*, 1999). Setelah itu dimasukkan ke dalam plastik dan disimpan sampai waktu aplikasi. Untuk persentase kandungan kitin dalam bahan diperoleh dari hasil analisa laboratorium sebesar 32% (Lampiran 14).

b. Bahan Inokulum

Sista yang diinokulasikan, didapatkan dari ekstraksi tanah yang terinfeksi Nematoda Sista Kuning (NSK), yaitu tanah yang berasal dari pertanaman kentang di dusun Sumber Brantas. Prosedur ekstraksi menggunakan alat *Fenwick can* yaitu sampel tanah basah atau kering diletakkan pada saringan bagian atas *Fenwick can*. Kemudian tanah tersebut disemprot dengan air curah tinggi, tujuannya supaya sista yang berada di dalam tanah dapat mengalir mengikuti aliran air. Air hasil saringan ditampung dengan saringan ukuran 50 dan 60 mesh

yang disusun bertumpuk. Sista yang terperangkap diambil menggunakan kuas dan dimasukkan dalam vial, kemudian disimpan dalam lemari es.

3.4.2 Pelaksanaan

3.4.2.1 Percobaan dalam *Screen house*

a. Penanaman Kentang, Inokulasi Sista dan Pemeliharaan Tanaman.

Tanah ditimbang sebanyak 8 kg, dicampur dengan serbuk cangkang kepiting sesuai dengan perlakuan. Percampuran dilakukan langsung pada polibag. Kemudian tanah diberi air sampai mencapai kapasitas lapang dan dibiarkan di bawah kapasitas lapang selama satu bulan agar kitin terdekomposisi (Hallmann *et al.*, 1999). Seminggu sebelum penanaman diberikan pupuk dasar NPK dan pupuk kandang. Setelah media tanam siap, dibuat lubang sedalam 8-10 cm, selanjutnya ditanam benih kentang yang telah berumur 30 hari (Reginawati, 1999). Inokulasi sista dilakukan sebanyak 300 sista yang telah dibungkus dengan kain kasa. Sista diletakkan pada kedalaman 1 cm dan jaraknya dengan akar pokok sejauh 1 cm (Hallmann *et al.*, 1999). Tanaman kentang yang telah tumbuh dan diinokulasi dengan Nematoda Sista Kuning dipelihara sampai tanaman berumur 50 dan 100 hari setelah tanam (hst).

3.4.2.2 Percobaan Laboratorium

a. Pengujian Mikrobia Kitinolitik (jamur).

Jamur kitinolitik yang akan diidentifikasi diperoleh dengan cara isolasi jamur dari tanah. Isolasi jamur menggunakan metode pengenceran (*dilution plate*) pada media kitin-agar. Cara kerjanya sebagai berikut:

1. Tanah dari media tanam ditimbang sebanyak 1 gram. Kemudian tanah tersebut dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 10 ml aquades steril dan dikocok selama 15 menit sehingga diperoleh pengenceran 10^{-1} . Dari hasil pengenceran diambil 1 ml dan dicampurkan dalam 9 ml air steril sehingga diperoleh konsentrasi 10^{-2} , begitu seterusnya sampai didapatkan konsentrasi yang diinginkan yaitu 10^{-5} . Masing-masing suspensi diambil sebanyak 1 ml dan dimasukkan dalam cawan Petri bersama 15 ml media kitin-agar hangat dengan suhu $\pm 45^{\circ}\text{C}$ dan digoyang

perlahan supaya merata. Biakan jamur diinkubasi pada suhu ruang. Pengamatan hasil dilution plate dilakukan selama 2-4 hari (Cook, 1974).

2. Diamati pertumbuhan mikroorganisme setiap hari, bila jamur muncul dilakukan pemurniaan.

b. Pemurnian Jamur Kitinolitik

Jamur yang tumbuh pada media kitin-agar adalah jamur yang bersifat kitinolitik. Hanya mikroorganisme yang menghasilkan sebuah clearing zone (halo) pada keliling diduga sebagai mikrobial kitinolitik, yang kemudian dilakukan identifikasi (Hallmann *et al.*, 1999). Jamur kitinolitik dimurnikan dengan cara ditanam pada media kitin-agar sehingga diperoleh koloni tunggal. Selanjutnya koloni tunggal diperbanyak untuk uji menggunakan media PDA.

c. Pengujian Patogenisitas Jamur Kitinolitik Pada Sista.

Jamur yang telah diyakini bersifat kitinolitik kemudian diuji patogenisitasnya pada sista.

1. Sista yang akan diuji dicuci dengan alkohol-aquades-aquades. kemudian ditaruh sebanyak 25 buah sista dengan dengan posisi mengelilingi jamur kitinolitik yang berada di media kitin-agar secara aseptik. Kemudian diinkubasi selama 5 hari pada suhu ruang dan diamati pertumbuhan jamur pada sista (Kannan dan Lingaraju, 1998).
2. Untuk mengetahui hasil mekanisme kitinolitik oleh jamur, sista yang terinfeksi (sista yang diselimuti oleh hifa jamur) dicuci dengan aquades steril kemudian dipecah. Setelah itu dilakukan pewarnaan menggunakan metilen blue.
3. Juvenil yang terinfeksi berwarna kebiruan dan menyerap warna. Sedangkan yang tidak terinfeksi tidak menyerap warna. Sista yang terinfeksi akan mudah pecah dan warna sista berubah dari coklat menjadi hitam. Pada beberapa sista dewasa yang terinfeksi miselium jamur terlihat pada dinding sel sista, sedang pada sista yang muda tidak ditemukan. Menurut Prasad dan Singh, 1998 (*dalam* Kannan dan Lingaraju, 1998) terjadi denaturasi pada isi telur, yaitu juvenil yang utuh di dalam telur menjadi terpotong sebagian, yang menunjukkan

serangan mikrobia (jamur) pada perkembangan juvenil (Kannan dan Lingaraju, 1998).

Percobaan yang digunakan menggunakan rancangan acak lengkap dengan 3 kali ulangan. Persentase terdegradasinya sista nematoda dihitung dengan rumus:

$$P = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

P = Persentase terdegradasinya sista

n = Jumlah sista yang terdegradasi

N= Jumlah sista seluruhnya

d. Identifikasi

Semua jamur yang telah diuji dan menunjukkan gejala bahwa jamur tersebut mampu mendegradasi kitin dari sista nematoda sista kuning kemudian diidentifikasi. Untuk identifikasi jamur kitinolitik menggunakan cara yaitu dengan mengambil sedikit biakan jamur murni yang diletakkan pada potongan media di atas gelas obyek. Gelas obyek yang berisi biakan jamur diletakkan di atas nampan plastik yang telah dialasi dengan tisu basah untuk menjaga kelembaban, kemudian biakan diinkubasi selama 3-7 hari. Pengamatan dilakukan di bawah mikroskop. Untuk identifikasi dengan buku panduan klasifikasi menurut Barnet dan Hunter (1972), Alexopoulos (1979) serta Domsch and Anderson (1980). Identifikasi meliputi warna dan diameter koloni, bentuk dan ukuran fialid, serta bentuk dan ukuran konidia.

3.5 Pengamatan Percobaan

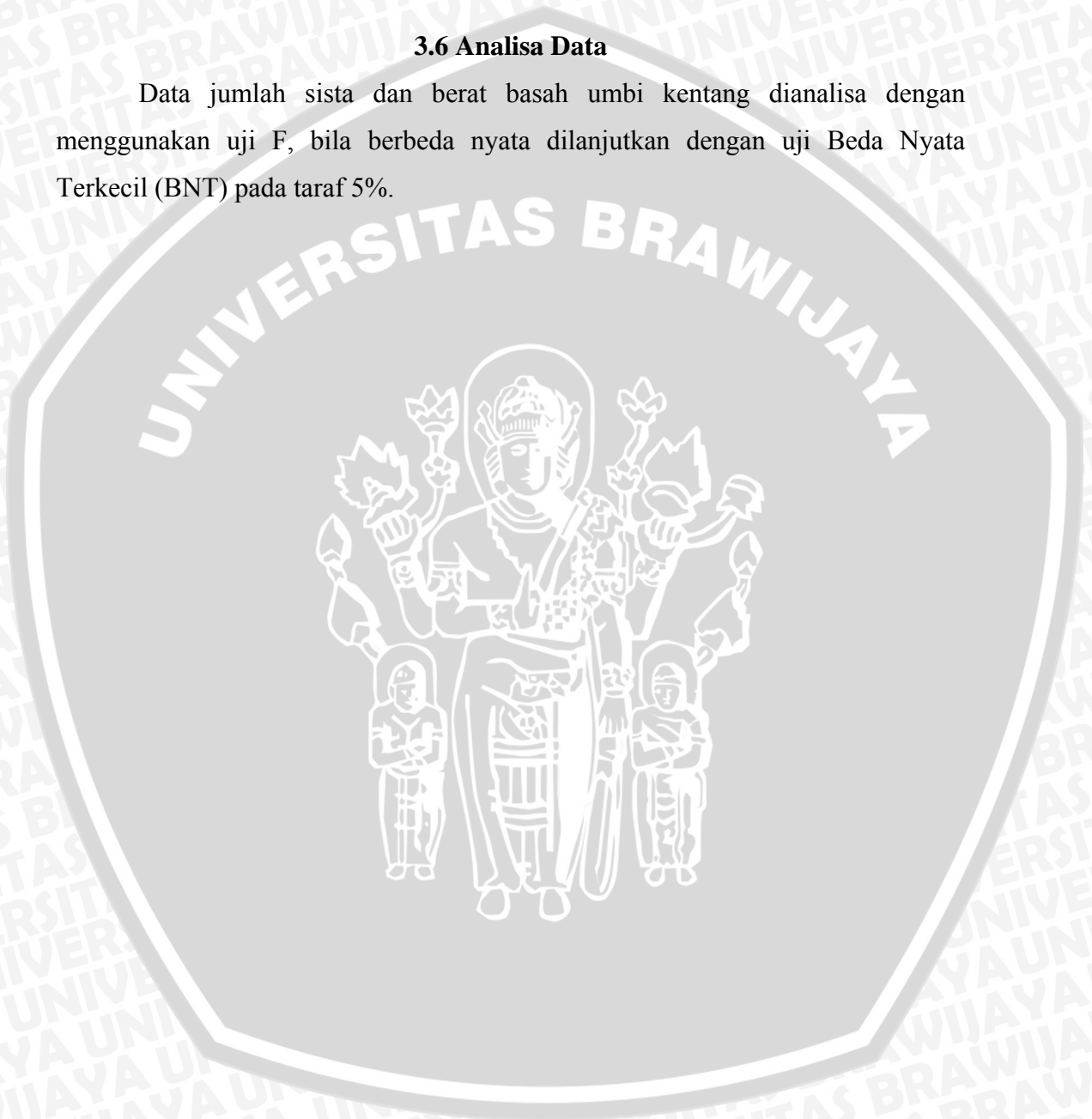
Variabel yang diamati adalah jumlah sista dan berat basah umbi. Pengamatan dilakukan secara destruktif pada 50 hari setelah tanam dan 100 hari setelah tanam.

Variabel jumlah sista di dalam tanah, pengamatan dilakukan dengan cara mengambil tanah pada daerah sekitar perakaran sebanyak 0,5 kg, kemudian dikering aginkan selama 1 hari. Data jumlah sista diperoleh dari hasil ekstraksi sista pada 100 gram tanah kering.

Variabel berat basah umbi kentang, pengamatan dilakukan dengan menimbang hasil umbi yang dihasilkan dari setiap tanaman/per polibag yang telah dibersihkan dari partikel tanah.

3.6 Analisa Data

Data jumlah sista dan berat basah umbi kentang dianalisa dengan menggunakan uji F, bila berbeda nyata dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.



4.1.4 Patogenisitas jamur kitinolitik terhadap sista

Dari hasil pengujian jamur terhadap sista di laboratorium, didapatkan 5 jamur kitinolitik yang mampu mendegradasi sista yaitu *Trichoderma* sp., *Paecilomyces* sp., *Aspergillus* sp., *Verticillium* sp. dan *Penicillium* sp. Hasil rata-rata dan persentase sista yang terdegradasi oleh jamur kitinolitik disajikan pada (Tabel 7).

Tabel 7. Rata-rata dan persentase sista yang terdegradasi oleh jamur kitinolitik

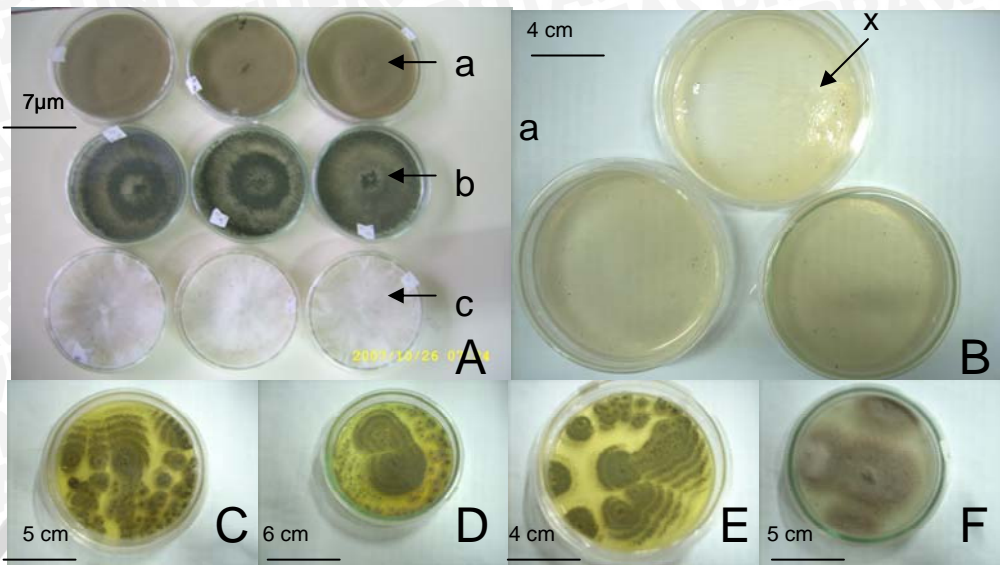
Jamur	Sista Terdegradasi (5 hsi)	
	Rata-rata sista rusak	Persentase sista rusak (%)
<i>Trichoderma</i> sp.	24.33 d	97.33
<i>Paecilomyces</i> sp.	22.67 cd	90.67
<i>Aspergillus</i> sp.	21 bc	84
<i>Verticillium</i> sp.	20.67 bc	82.67
<i>Penicillium</i> sp.	19.67 b	78
Kontrol	1.33 a	5.33

Keterangan : Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%, hsi: hari setelah inokulasi.

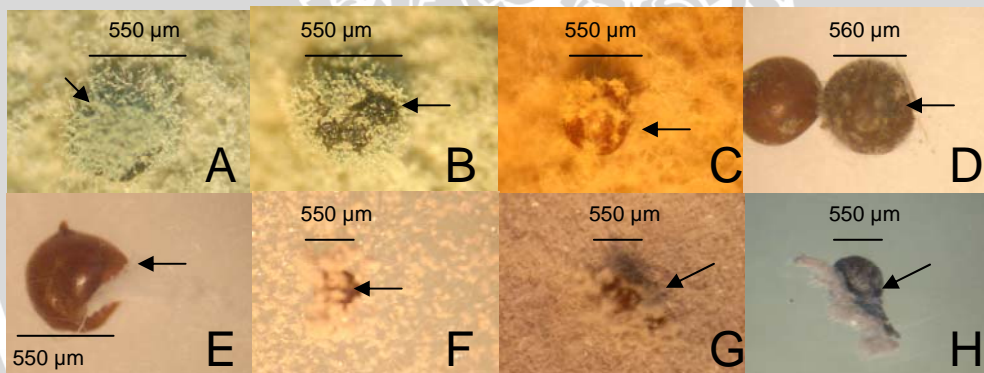
Jamur *Trichoderma* sp. tidak berbeda nyata dengan *Paecilomyces* sp., tetapi berbeda nyata dengan *Aspergillus* sp., *Verticillium* sp., *Penicillium* sp., dan kontrol. *Paecilomyces* sp. berbeda nyata dengan *Penicillium* sp. dan kontrol, namun tidak berbeda nyata dengan *Trichoderma* sp., *Aspergillus* sp. dan *Verticillium* sp. Sedangkan *Aspergillus* sp., *Verticillium* sp., dan *Penicillium* sp. tidak berbeda nyata diantara perlakuan. Semua jamur yang diuji berbeda nyata dengan kontrol.

Dari 25 sista yang diujikan pada masing-masing jamur, *Trichoderma* sp. mempunyai kemampuan tertinggi merusak sista sebesar (97,33%). Jamur *Paecilomyces* sp. mampu mendegradasi sista (90,67%), *Aspergillus* sp. (84%), *Verticillium* sp. (82,67%) dan *Penicillium* sp. (78%).

Ciri-ciri dari sista yang rusak akibat serangan jamur yaitu sista terselimuti oleh hifa, berubah warna menjadi hitam dan mudah hancur (Gambar 17A), Apabila sista dipecah (Gambar 17B), maka juvenil di dalam telur dalam bentuk yang tidak utuh atau tidak jelas (Gambar 17C), telur rusak, telur berisi konidia (Gambar 17D). Sista dan jamur pendegradasinya disajikan pada (Gambar 13 dan 14).

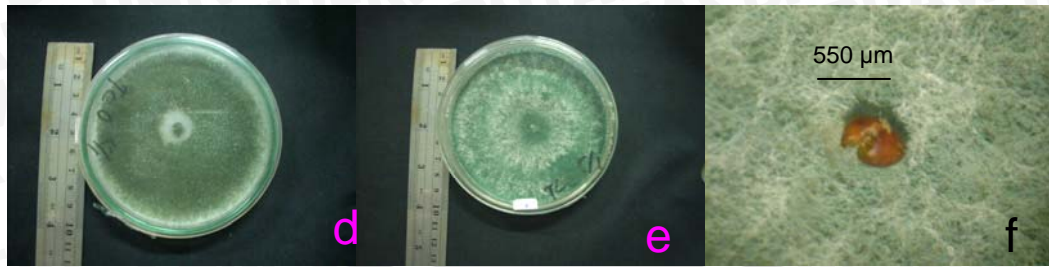


Gambar 13. Pengujian patogenisitas jamur terhadap sista (A) Koloni jamur a. *Paecilomyces* sp.; b. *Trichoderma* sp.; c. *Verticillium* sp., (B) Kontrol, (C, D dan E) Koloni jamur *Aspergillus* sp., (F) Koloni jamur *Penicillium* sp.

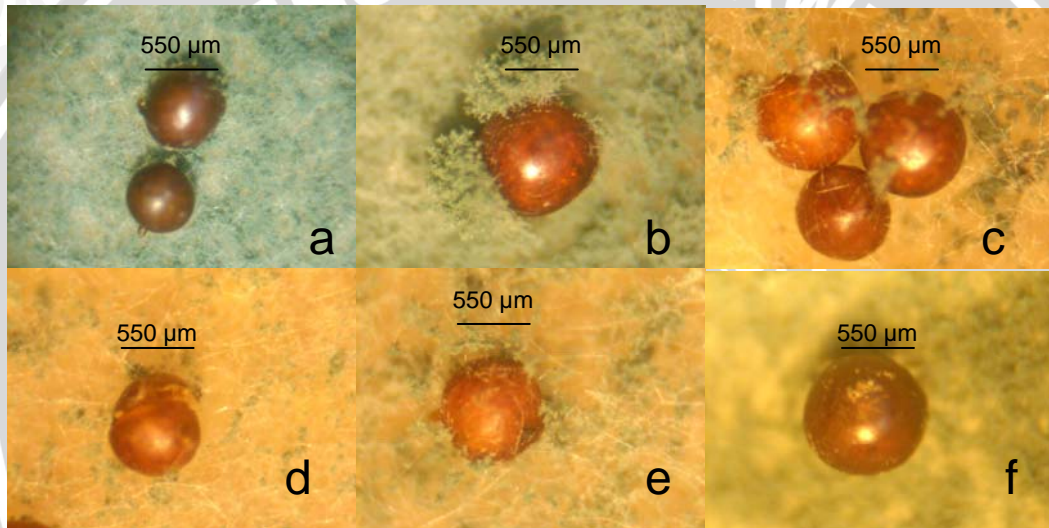


Gambar 14. Sista yang terinfeksi oleh jamur kitinolitik (A) dan (B) Sista yang terinfeksi jamur *Trichoderma* sp., (C) Sista yang terserang jamur *Paecilomyces* sp., (D) dan (E) Sista yang terinfeksi jamur *Verticillium* sp., (F) Sista terinfeksi jamur *Aspergillus* sp., (G) dan (H) Sista terinfeksi jamur *Penicillium* sp.

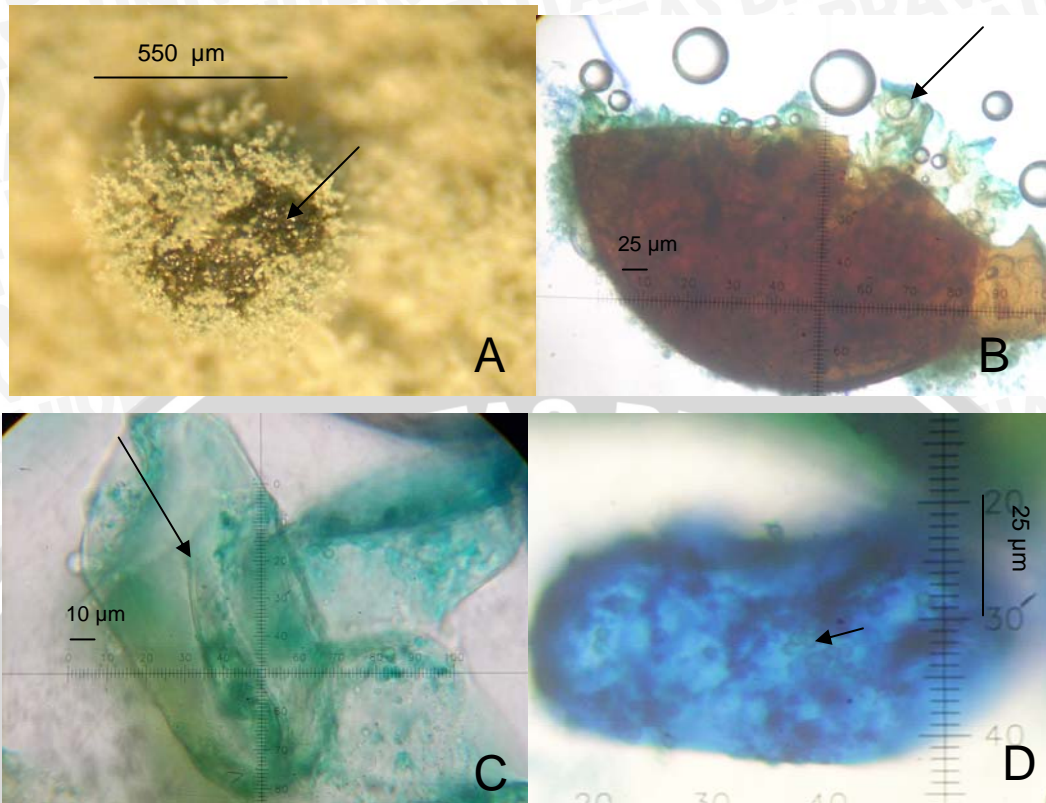




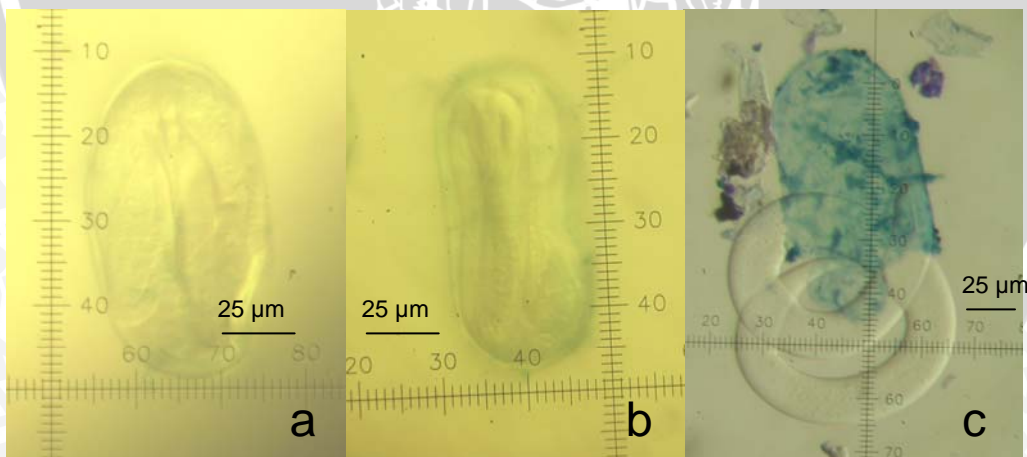
Gambar 15. Koloni jamur hasil isolasi 100 hst dan sista terinfeksi (a). Koloni *Trichoderma* sp. 1, (b) Koloni *Trichoderma* sp. 2, (c) Koloni *Penicillium* sp (d) Koloni *Trichoderma* sp. 3, Koloni *Trichoderma* sp. 4, (f) sista terinfeksi jamur *Trichoderma* sp. 1



Gambar 16. Sista terinfeksi (a) sista terinfeksi jamur *Trichoderma* sp. 1, (b) sista terinfeksi jamur *Trichoderma* sp. 3, (c) sista terinfeksi jamur *Trichoderma* sp. 2; (d), (e) dan (f) sista yang terinfeksi jamur *Trichoderma* sp. 4



Gambar 17. Sista dan telur yang terinfeksi jamur *Trichoderma* sp. (A) Sista, berubah bentuk dan warna menjadi hitam, (B) Telur yang keluar dari sista yang dipecah, (C) Juvenil di dalam telur terlihat tidak jelas, (D) Telur berisi konidia jamur *Trichoderma* sp.



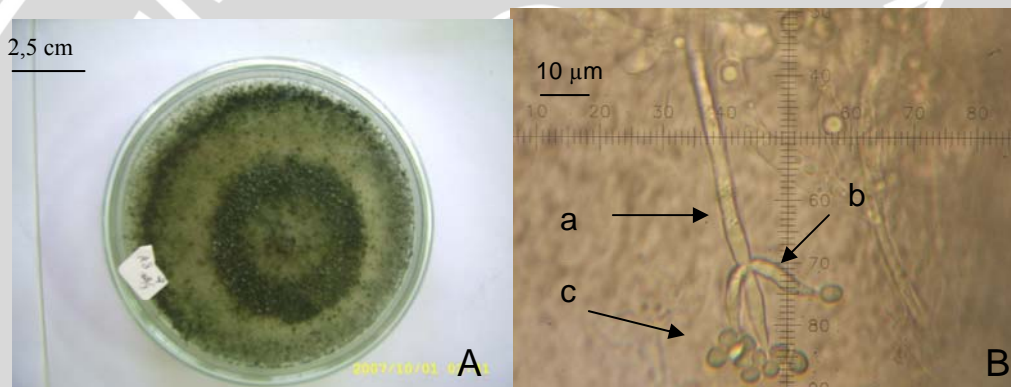
Gambar 18 . Gambar Telur dan Juvenil dua (J2) NSK (a) dan (b) Telur dan juvenil yang diambil dari sista yang sehat (kontrol). Telur dan juvenil terlihat jelas dan tidak menyerap warna (metilen blue), (c) Juvenil yang keluar dari telur sehat yang pecah.

4.1.2 Mikrobia (jamur) kitinolitik

Hasil isolasi dari sampel tanah sebelum tanam yang ditumbuhkan pada media PDA ditemukan ada 5 jamur yang bersifat kitinolitik. Setelah diidentifikasi jamur tersebut yaitu:

1. Jamur *Trichoderma* sp.

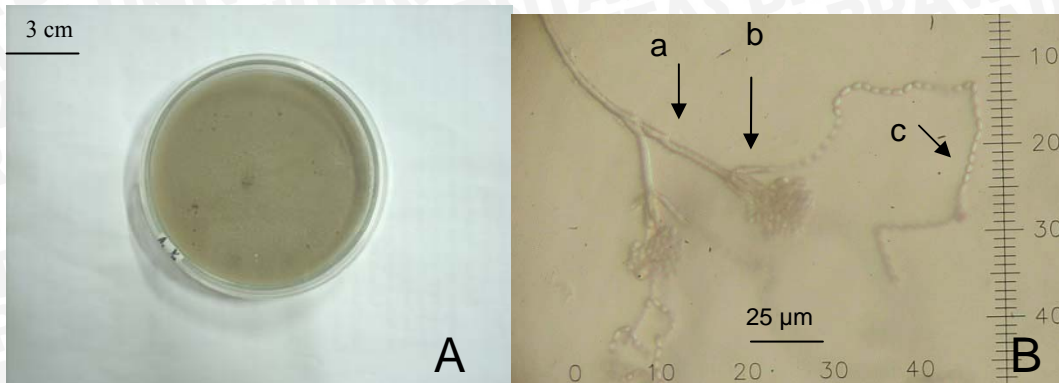
Trichoderma sp. mempunyai ciri-ciri koloni berwarna hijau tua, diameter koloni pada media PDA umur 3-4 hari sekitar 9-10 cm, konidiofor hialin, mempunyai banyak cabang, phialid-phialid tunggal atau berkelompok, konidia hialin, satu sel, bersifat sapofit (Gambar 8).



Gambar 8. Morfologi jamur *Trichoderma* sp. (A) Koloni jamur pada media PDA dan (B) Penampakan mikroskopis, a. konidiofor; b. phialid; c. konidia

2. Jamur *Paecilomyces* sp.

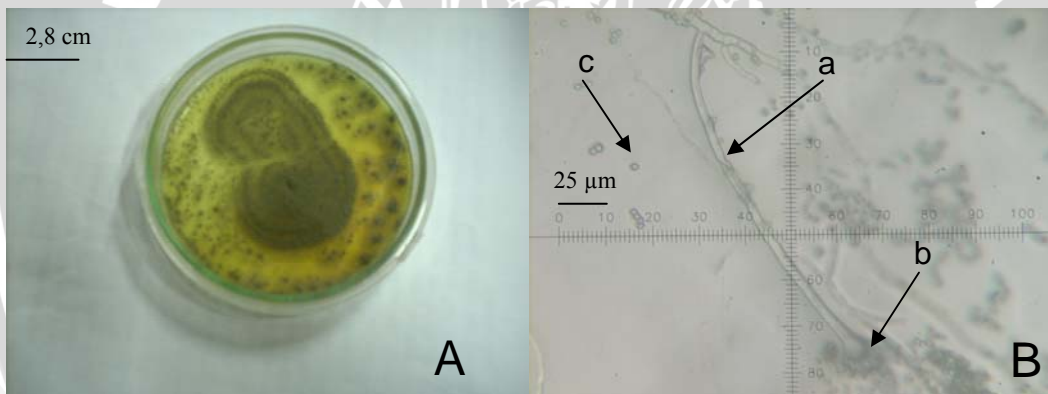
Paecilomyces sp. mempunyai ciri-ciri koloni berwarna kuning, diameter koloni pada media PDA 7 cm dalam 5 hari, konidiofor muncul dari hifa dan terkadang tidak ada, phialid yang berkelompok pada konidiofor agak longgar jika dibandingkan dengan *Penicillium*, konidia lonjong membentuk rantai panjang dan mudah putus, satu sel, hialin, bersifat saprofit (Gambar 9).



Gambar 9. Morfologi jamur *Paecilomyces* sp. (A) Koloni jamur pada media PDA dan (B) Penampakan mikroskopis, a. konidifor; b. phialid; c. konidia

3. Jamur *Aspergillus* sp.

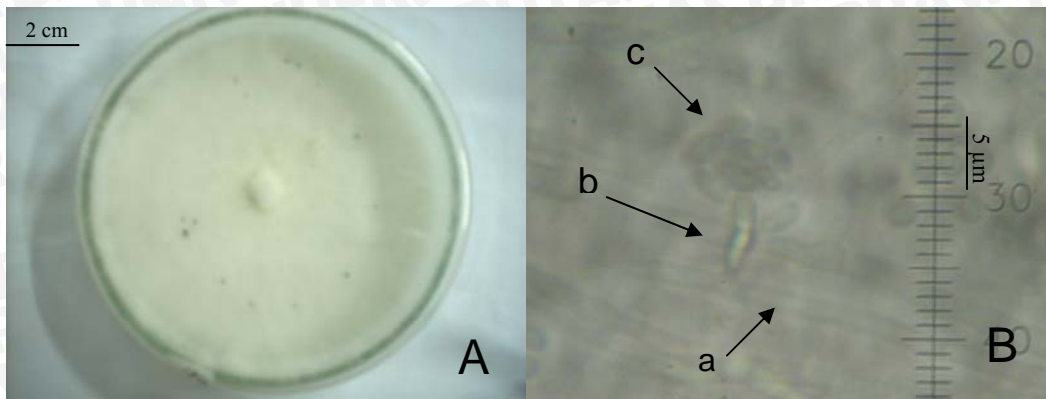
Aspergillus sp. mempunyai ciri-ciri koloni berwarna hijau muda, konsentris, konidiofor tegak, sederhana, bagian ujung menggelembung. konidia satu sel, bulat. kebanyakan genus ini bersifat saprofit dan sedikit yang parasit.



Gambar 10. Morfologi jamur *Aspergillus* sp. (A) Koloni jamur pada media PDA dan (B) Penampakan mikroskopis, a. konidiofor; b. phialid; c. konidia

4. Jamur *Verticillium* sp.

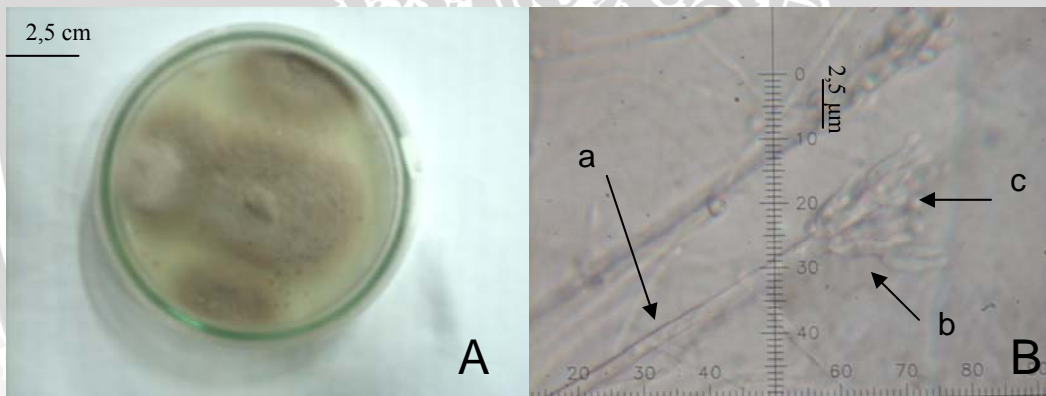
Jamur ini mempunyai ciri-ciri koloni berwarna putih, konidiofor ramping, bercabang, konidia bulat telur sampai elips, hialin, satu sel, tumbuh satu persatu atau di dalam tandan (kelompok konidia), parasit pada jamur atau saprofit (Gambar 11).



Gambar 11. Morfologi jamur *Verticillium* sp. (A) Koloni jamur pada media PDA dan (B) Penampakan mikroskopis, a. hifa; b. konidiofor; c. konidia

5. Jamur *Penicillium* sp.

Penicillium sp. mempunyai ciri-ciri koloni berwarna pink-coklat muda. Konidiofor hialin, tegak. phialid lonjong seperti botol, berkelompok, konidia bulat, satu sel (Gambar 12).

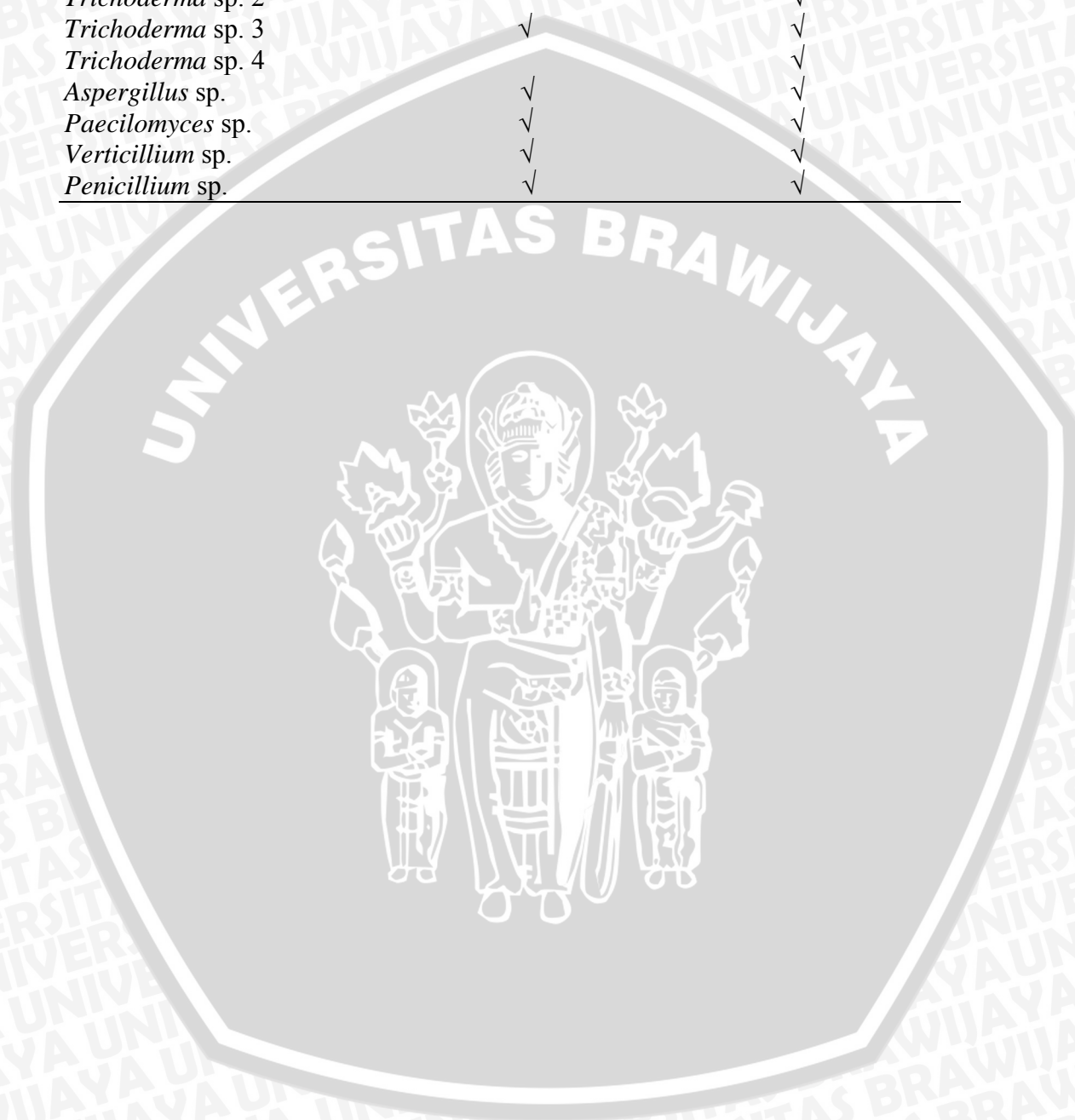


Gambar 12. Morfologi jamur *Penicillium* sp. (A) Koloni jamur pada media PDA dan (B) Penampakan mikroskopis, a. konidiofor; b. phialid; c. konidia.

Hasil isolasi jamur 100 hst menunjukkan terdapat peningkatan jumlah jamur *Trichoderma* sp. pada umur 100 hst tanam jika dibandingkan sebelum tanam, yaitu dari 1 jamur menjadi 4 jamur. Jamur-jamur tersebut disajikan pada (Tabel 6). Sedangkan gambar jamur *Trichoderma* spp. isolasi 100 hst dan uji pada sista disajikan pada (Gambar 15 dan 16).

Tabel 6. Jamur kitinolitik yang diisolasi dari tanah sebelum tanam dan 100 hst.

Jamur	Sebelum tanam	100 hst
<i>Trichoderma</i> sp. 1		✓
<i>Trichoderma</i> sp. 2		✓
<i>Trichoderma</i> sp. 3	✓	✓
<i>Trichoderma</i> sp. 4		✓
<i>Aspergillus</i> sp.	✓	✓
<i>Paecilomyces</i> sp.	✓	✓
<i>Verticillium</i> sp.	✓	✓
<i>Penicillium</i> sp.	✓	✓



HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Jumlah Sista per Tanaman Kentang

Hasil analisa ragam rata-rata jumlah sista per tanaman kentang menunjukkan bahwa perlakuan pemberian serbuk cangkang kepiting sebagai sumber kitin memberikan pengaruh yang nyata terhadap populasi Nematoda Sista Kuning (Lampiran 13). Rata-rata jumlah sista per 100 g tanah pada pengamatan 50 dan 100 hari setelah tanam (hst) disajikan pada (Tabel 4).

Tabel 4. Rata-rata jumlah sista per 100 g tanah pada setiap perlakuan

Perlakuan	Jumlah Sista Pada Pengamatan			
	50 hst		100 hst	
	Data asli	Transformasi (*)	Data asli	Transformasi (*)
Kitin 0%	3.25	0.51 a	160.5	2.2 a
kitin 0.5%	2.25	0.35 a	45.5	1.65 b
kitin 1%	1.5	0.15 b	24.25	1.38 c
kitin 1.5%	1.25	0.08 b	18	1.25 d
kitin 2%	1	0 b	10	0.99 e

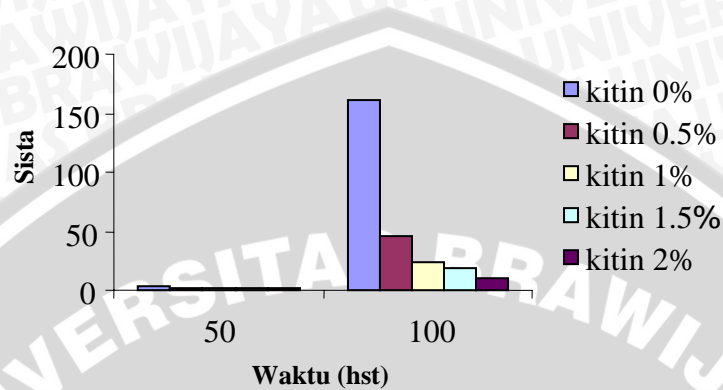
Keterangan : Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%; hst = hari setelah tanam.

(*) Rerata telah ditransformasikan ke log 10

Dari Tabel 4 dapat dijelaskan bahwa pada pengamatan 50 hst, Perlakuan pemberian kitin menurunkan jumlah sista di dalam tanah. Pemberian kitin konsentrasi 0% tidak berbeda nyata dengan kitin 0,5%, namun keduanya berbeda nyata dengan kitin 1%, 1,5% dan 2%. Perlakuan kitin 1%, 1,5% dan 2% tidak berbeda nyata diantara perlakuan.

Pengamatan rata-rata jumlah sista 100 hst menunjukkan populasi Nematoda Sista Kuning menurun pada semua perlakuan dengan penambahan kitin bila dibandingkan tanpa penambahan kitin. Perlakuan kitin 0% hingga 2% berbeda nyata diantara semua perlakuan yang diujikan. Hal ini menunjukkan bahwa serbuk cangkang kepiting yang diujikan mampu menekan perkembangan populasi Nematoda Sista Kuning.

Pada perlakuan kitin 0% hingga 2% tidak menunjukkan peningkatan jumlah sista dari populasi awal (300 sista). Hal ini ditunjukkan dalam sebuah histogram jumlah sista per 100 g tanah (Gambar 6)



Gambar 6. Histogram rata-rata jumlah sista per 100 g tanah pada setiap perlakuan.

Jumlah sista pada perlakuan konsentrasi kitin 0% yang tidak mengalami peningkatan dari populasi awal (300 sista), diduga karena kemampuan Nematoda Sista Kuning yang diambil dari lapang menurun, disebabkan ketinggian tempat yang berbeda, serangan mikroorganisme atau aplikasi pestisida di lapang oleh petani.

Jumlah sista pada pengamatan 50 hst lebih rendah bila dibandingkan dengan 100 hst. Hal ini menunjukkan terjadi peningkatan populasi Nematoda Sista Kuning selama kurun waktu tertentu (50 hst). Peningkatan terjadi secara signifikan.

Pengamatan populasi sista 100 hst menunjukkan, terjadi penurunan jumlah sista pada perlakuan dengan penambahan kitin jika dibandingkan tanpa pemberian kitin. Perlakuan terbaik apabila dibandingkan dengan kontrol adalah pada konsentrasi kitin 2%. Semakin tinggi konsentrasi yang diberikan, maka jumlah sista dalam tanah terus berkurang.

4.1.2 Berat Basah Umbi Kentang

Hasil analisa ragam rata-rata berat basah umbi kentang pada pengamatan 50 dan 100 hari setelah tanam (hst) menunjukkan bahwa perlakuan pemberian kitin berpengaruh nyata terhadap berat basah umbi (Lampiran 13). Rata-rata berat basah umbi kentang disajikan pada (Tabel 5).

Tabel 5. Rata-rata berat basah umbi kentang pada setiap perlakuan

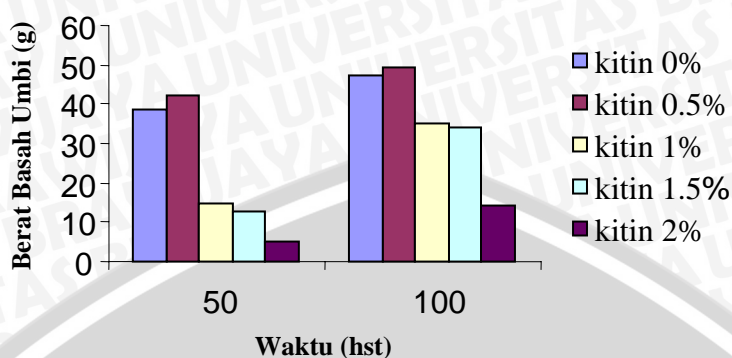
Perlakuan	Berat Basah Umbi Pada Pengamatan	
	50 hst (g)	100 hst (g)
kitin 0%	38.825 c	47.1 bc
kitin 0.5%	42.35 c	49.2 c
kitin 1%	14.65 b	35.325 bc
kitin 1.5%	12.575 b	33.9 b
kitin 2%	4.95 a	14.2 a

Keterangan : Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama, tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%; hst = hari setelah tanam.

Pada pengamatan 50 hst, terjadi penurunan berat basah umbi dengan perlakuan kitin bila dibandingkan dengan tanpa kitin, kecuali pada konsentrasi kitin 0,5%. Perlakuan kitin 0% tidak berbeda nyata dengan kitin 0,5%. Pemberian kitin konsentrasi 1% tidak berbeda nyata dengan kitin 1,5%. Sedangkan kitin 2% berbeda nyata dengan semua perlakuan yang diuji.

Pengamatan 100 hst menunjukkan, rata-rata berat basah umbi pada semua perlakuan kitin mengalami penurunan jika dibandingkan dengan kontrol, kecuali pada kitin 0,5%. Perlakuan pemberian kitin konsentrasi 0%, 0,5% dan 1% tidak berbeda nyata diantara perlakuan. Demikian juga kitin 0%, 1% dan 1,5%. Kitin konsentrasi 2% berbeda nyata dengan kitin 0% hingga 1,5%.

Berat basah umbi pada 100 hst meningkat bila dibandingkan dengan 50 hst, meskipun tidak terjadi kenaikan yang berarti selama kurun waktu (50 hst). Hal ini ditunjukkan dalam sebuah histogram berat basah umbi kentang per pot (Gambar 7).



Gambar 7. Histogram rata-rata berat basah umbi kentang per pot pada setiap perlakuan.

Rata-rata berat basah umbi kentang umur 100 hst pada semua perlakuan meningkat dari berat awal (50 hst). Pada perlakuan kitin 0% dan 0,5%, kenaikan berat basah umbi lebih rendah jika dibandingkan dengan kitin 1% hingga 2%. Pemberian kitin dengan konsentrasi melebihi 0,5% mengakibatkan penurunan berat basah umbi apabila dibandingkan tanpa pemberian kitin pada pengamatan 50 hst maupun 100 hst.

4.1 Pembahasan

Pemberian serbuk cangkang kepiting sebagai sumber kitin ke tanah mampu menekan perkembangan populasi Nematoda Sista Kuning (NSK). Penurunan populasi ditunjukkan dengan berkurangnya jumlah sista di dalam tanah bila dibandingkan dengan kontrol. Hasil pengujian beberapa konsentrasi kitin (0% hingga 2% per berat tanah) pada tanaman kentang umur 50 dan 100 hst terhadap populasi NSK menunjukkan semakin tinggi konsentrasi kitin yang diberikan, maka jumlah sista di dalam tanah menurun. Hal ini membuktikan bahwa semakin besar konsentrasi kitin yang diberikan, maka populasi NSK semakin menurun. Hasil ini seperti dikemukakan oleh Brown *et al.* (1995), Bell *et al.* (2000), Cato (1990) dan Hallmann *et al.* (1999), yang menguji pengaruh pemberian kitin terhadap populasi nematoda parasit di dalam tanah. Hasil ini juga sesuai dengan penelitian Tarno, Himawan dan Wasis (2007), yang membuktikan bahwa pemberian kitin mampu menekan populasi Nematoda Sista Kuning.

Penambahan 125 g serbuk cangkang kepiting atau setara kitin pada tingkat konsentrasi 0,5% ke dalam tanah, mampu menekan populasi NSK hingga 45,5 sista per 100 gr tanah, kurang lebih 71,65 % bila dibandingkan kontrol. Kitin konsentrasi 1% mampu mengurangi populasi NSK hingga 24.3 sista atau 84,86% jika dibandingkan dengan kontrol. Sedangkan jumlah sista di dalam tanah pada konsentrasi 1,5% hingga 2% lebih sedikit jika dibandingkan perlakuan kitin 0,5% dan 1%. Hasil ini sesuai dengan penelitian Tarno *et al.* (2000), yang menunjukkan pemberian 149,1 g serbuk kulit udang atau setara kitin konsentrasi 1% mampu menekan populasi NSK hingga 39.25 sista per 100 g tanah .

Hal ini diperkuat dengan pernyataan Cato (1990), yang mengemukakan bahwa kitin murni kurang dari 1% mampu menekan pembentukan puru akar dan reproduksi nematoda pada tingkat yang sangat rendah jika dibandingkan dengan kompos limbah kepiting 20%. Pernyataan ini sesuai dengan Peet (2001), yang menyatakan bahwa pecahan/limbah kepiting mentah sebesar 0,05% lebih efektif mengurangi pembentukan puru akar oleh *Meloidogyne javanica* pada tanaman tomat apabila dibandingkan dengan 20% kompos limbah kepiting dan Bell *et al.*

(2000), yang menyatakan bahwa penambahan kitin 0,5% ke dalam tanah mampu mengurangi populasi *Heterodera trifolii*, *Meloidogyne* sp. dan *Paratrichodorus minor* pada tanaman *white clover* dan *ryegrass*.

Maka dapat disimpulkan, pemberian kitin pada konsentrasi (0,5%) mampu merangsang perkembangan mikrobia kitinolitik, sehingga dapat menekan populasi NSK pada tingkat yang rendah, meskipun dengan konsentrasi yang lebih tinggi (1% hingga 2%) populasi akan terus berkurang.

Mekanisme perubahan kondisi di dalam tanah yang tidak mendukung perkembangan Nematoda Sista Kuning tidak secara langsung dilakukan oleh kitin, melainkan berhubungan dengan meningkatnya mikroflora kitinolitik dan aktivitas kitinase yang mampu meningkatkan parasitisme pada sista sebagaimana pernyataan Spiegel *et al.*, 1987 (*dalam* Brown *et al.*, 1995). Hal ini juga seperti yang diungkapkan Mian *et al.*, 1982 (*dalam* Bell *et al.*, 2000), bahwa mekanisme pengendalian nematoda oleh kitin berkaitan dengan peningkatan aktivitas kitinase mikrobia yang merusak kitin di dalam cangkang telur. Sedangkan Guerena (2006), mengatakan bahwa penambahan bahan yang mengandung kitin (cangkang kepiting), tidak hanya secara signifikan mengurangi jumlah nematoda parasit, tetapi juga efektif meningkatkan populasi jamur kitinolitik yang menyerang telur nematoda dan struktur lain dari nematoda (yang mengandung kitin). Hal ini juga didukung pernyataan Hallmann *et al.* (1999), bahwa pemecahan atau degradasi kitin oleh kitinase dapat menyebabkan menetasnya telur sebelum waktunya, sehingga juvenil yang dihasilkan sedikit. Di dalam tanah kitinase dihasilkan oleh aktinomisetes, jamur dan bakteri. Selain itu kitinase juga dilepaskan oleh tanaman sebagai bagian dari pertahanan mereka melawan bermacam-macam patogen dan nematoda parasit tumbuhan.

Aktivitas mikroorganisme kitinolitik ini ditunjukkan dari hasil pengujian sampel tanah di laboratorium. Dari hasil isolasi mikrobia tanah (jamur) kitinolitik sebelum tanam didapatkan 5 isolat yang kemudian diuji secara *in vitro*. Semua jamur yang diuji mampu mendegradasi sista Nematoda Sista Kuning. Jamur yang mempunyai kemampuan tertinggi adalah *Trichoderma* sp. (97,33%) dan

Paecilomyces sp. (90,67%). Ketiga jamur yang lain adalah *Aspergillus* sp. (84%), *Verticillium* sp. (82,67%), dan *Penicillium* sp. (78%).

Jamur yang mampu memecah sista nematoda adalah jamur yang bersifat kitinolitik. Yaitu jamur yang mampu mengeluarkan enzim kitinase dan memanfaatkan kitin sebagai sumber energi. Jamur yang diketahui menghasilkan enzim kitinase diantaranya *Trichoderma harzianum* (Haran *et al.*, 1995 dalam Tikhonov *et al.*, 2002), *Trichoderma viridae* (Yurnaliza, 2002), *Trichoderma hamatum* (Henrissat, dalam Muzzarelli dan Jolles, 1999), *Aspergillus fumigatus* (Yurnaliza, 2002 dan Haran *et al.*, 1998 dalam Tikhonov *et al.*, 2002), *Verticillium chlamyosporium* dan *Verticillium suchlasporium* (Tikhonov *et al.*, 2002) dan *Paecilomyces lilacinus* (Gooday, dalam Muzzarelli dan Jolles, 1999).

Hasil uji patogenisitas menunjukkan, kelima jamur yang diisolasi dari sampel tanah mempunyai potensi aktivitas kitinolitik pada telur NSK. Hal ini terbukti dengan kemampuan jamur kitinolitik merusak sista sekaligus juvenil yang ada di dalamnya. Hal ini ditunjukkan dengan sista yang terselimuti jamur berubah menjadi hitam, kulit telur rusak, juvenil di dalam telur menjadi terpotong, hancur atau tidak jelas, konidia ditemukan di dalam telur, miselium terlihat pada dinding sista dewasa (Gambar 17 dan Lampiran 11). Sedangkan Sista yang utuh terlihat tampak utuh dan berwarna keemasan atau coklat. Telur yang masih sehat atau aktif terlihat transparan, apabila dilakukan pewarnaan dengan metilen blue warna tetap bening transparan karena tidak menyerap warna dan juvenil terlihat jelas atau tampak utuh (Gambar 18 dan Lampiran 11), yang menunjukkan bahwa struktur lapisan pelindung telur yang berupa kitin tidak mengalami degradasi atau hidrolisa akibat aktivitas kitinase yang dihasilkan mikrobia. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kannan dan Lingaraju (1998), bahwa sista yang terinfeksi akan mudah pecah dan warna sista berubah dari coklat menjadi hitam. Pada beberapa sista dewasa yang terinfeksi, miselium jamur terlihat pada dinding sel sista. Ditambahkan oleh Prasad dan Singh 1998 (dalam Kannan dan Lingaraju, 1998) yang meneliti sista dan telur *Globodera rostochiensis* yang terinfeksi, terjadi kerusakan pada isi telur, yaitu juvenil yang utuh di dalam telur menjadi terpotong

sebagian, juvenil menjadi tidak jelas, yang menunjukkan serangan mikrobia (jamur) pada juvenil di dalam telur.

Kemampuan *Trichoderma* sp. mendegradasi sista sesuai dengan penelitian *in vitro* Saifullah dan Thomas, 1996 (dalam Spiegel *et al.*, 2001) yang menguji interaksi antara sista *Globodera rostochiensis* dan *Trichoderma harzianum*. Hasilnya, jamur mempenetrasi sista dan telur di dalamnya, sehingga juvenil di dalam sista mati. Lebih lanjut dikemukakan Brants *et al.*, 2000 (dalam Tarno, H., 2007), bahwa jamur *Trichoderma harzianum* merupakan jamur endofit yang mempunyai tipe endochitinase, dimana tipe chitinase ini dapat berpengaruh terhadap penetasan telur secara prematur pada telur *Meloidogyne hapla*. Penetasan prematur ini mengakibatkan kondisi abnormal pada juvenile kedua, yaitu resiko kematian juvenil.

Jamur *Paecilomyces lilacinus* diketahui parasit pada telur nematoda (Gooday, dalam Muzzarelli dan Jolles, 1999), dan diantaranya parasit pada telur *Meloidogyne* spp. (Ahmad dan Mustika, 2004). Hasil penelitian *Paecilomyces lilacinus* secara *in vitro* membuktikan bahwa jamur ini mampu menginfeksi *Globodera rostochiensis*. Sedangkan hasil uji pada tanaman kentang di *Green house* menunjukkan, jamur ini menurunkan populasi *Globodera rostochiensis* setelah tanaman tumbuh dan meningkatkan hasil umbi kentang (Roessner, 1987 dalam Whitehead, 1998).

Jamur *Aspergillus* sp. dan *Penicillium* sp. diketahui menyerang sista *Heterodera cajani* (Kannan dan Lingaraju, 1998). Kedua jamur ini juga mempunyai senyawa yang bersifat fungisida, bakterisida dan insektisida (Santamarina *et al.*, 2002). Selain itu sebagian besar spesies dari genus ini (*Penicillium* dan *Aspergillus*) antagonis pada jamur patogen (Faul, 1988 dalam Yulianti dan Parberi, 1999).

Hasil penelitian *Verticillium chlamydosporium* secara *in vitro* membuktikan bahwa jamur ini mampu menginfeksi betina muda *Globodera rostochiensis* (Roessner, 1987 dalam Whitehead, 1998). Penelitian Tikhonov *et al.* (2002), membuktikan bahwa enzim endochitinase *Verticillium chlamydosporium* dan *Verticillium suchlasporium* (CH143) dan protease (P32) terbukti mampu merusak

telur *Globodera pallida*. Kerusakan pada telur terlihat dengan mengelupasnya kulit telur. Pengujian kedua enzim ini pada telur *Globodera rostochiensis* menunjukkan terjadi pelepasan protein dengan terjadinya proteolysis pada telur, namun jumlahnya 4 kali lebih kecil jika dibandingkan dengan proteolysis pada telur *Meloidogyne incognita*. Sedangkan Dackman (1990), menyatakan bahwa hasil penelitian di laboratorium menunjukkan *Verticillium suchlasporium* menghasilkan enzim kitinase dan protease serta menginfeksi 93% telur di dalam sista *Globodera rostochiensis* 10 hari setelah inokulasi sista pada jamur yang ditumbuhkan pada media *corn meal agar* (CMA).

Ditemukannya kelima jamur kitinolitik tersebut dari hasil isolasi tanah sesuai dengan penelitian Tarno *et al.* (2007), yang menunjukkan ada 3 jamur kitinolitik yang ditemukan sebelum tanam yaitu *Trichoderma* sp., *Gliocladium* sp. dan *Paecilomyces* sp. Sedangkan menurut penelitian Hastuti (2007), ditemukan jamur *Trichoderma* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. dan *Verticillium* sp. pada tanah Rizosfer di tanah pertanian kentang di Batu. Kemungkinan jamur ini tetap ada sampai akhir tanam didukung penelitian Yulianti (1999), yang menunjukkan bahwa terdapat kelimpahan jamur pada tanah ditambahkan kotoran sapi yang diinkubasi 0 minggu sampai 3 bulan di dalam *Growth chamber* dan jamur yang umum ditemukan adalah genus *Aspergillus*, *Penicillium* dan *Trichoderma*. Hasil isolasi jamur tanah pada umur 100 hst menunjukkan terdapat 4 spesies jamur *Trichoderma* spp., lebih banyak jika dibandingkan dengan hasil isolasi jamur tanah sebelum tanam (Gambar 15).

Jumlah sista pada perlakuan kitin 0% yang tidak melebihi 300 sista pada 100 hst yang diduga disebabkan ketinggian tempat yang berbeda, dikarenakan suhu antara di Daerah Bumi Aji-cangar berbeda dengan suhu di desa pesanggrahan, Kota Batu. Kisaran suhu pada malam hari di pesanggrahan $\pm 17-20^{\circ}\text{C}$ pada siang hari dan $20-30^{\circ}\text{C}$ pada siang hari. Sedangkan NSK akan aktif pada suhu diatas 10°C dan serangan optimal pada suhu 16°C . Kemungkinan adanya serangan mikroorganisme karena beberapa sista yang diambil dari lapang sudah tidak berisi dan beberapa juvenil sudah mati, meskipun sista tampak utuh dan tidak tenggelam dalam air, namun jika diamati dibawah mikroskop dengan cahaya terang akan

tampak lubang pada sista atau sista tembus cahaya dan tidak berwarna gelap. Dari 300 sista yang diambil lapang \pm seperempatnya sudah rusak (Lampiran 12). Dari hasil wawancara dengan petani diketahui bahwa mereka menggunakan pupuk kandang dan merotasi tanaman kentang dengan wortel. Kemungkinan lain disebabkan pengaruh pestisida karena beberapa petani di Bumi Aji menggunakan pestisida Granular diantaranya Furadan 3 G.

Selain memacu organisme kitinolitik dan meningkatkan aktivitas patogenisitas jamur pada sista, diduga pemberian kitin dalam tanah meningkatkan konsentrasi amoniak (bersifat nematisida) yang dihasilkan dari hidrolisa kitin, sebagaimana pernyataan Mian *et al.*, 1982 (dalam Bell *et al.*, 2000). Dari hasil yang didapat, diduga aktivitas nematisida yang dihasilkan dari proses hidrolisa kitin yaitu amoniak berpengaruh terhadap nematoda dalam tanah dan berat basah umbi. Hal tersebut ditunjukkan dari hasil yang diperoleh pada (Tabel 4), bahwa populasi rata-rata nematoda dalam tanah tidak berbeda nyata pada 50 hst, namun berbeda nyata pada 100 hst. Diduga hidrolisa kitin menjadi senyawa amoniak masih berlangsung antara preinkubasi (satu bulan sebelum tanam) sampai 50 hst, seperti diungkapkan Bell *et al.* (2000), bahwa cara kerja dari hasil proses hidrolisa kitin oleh mikroorganisme tidak secara langsung sebagai racun nematoda.

Berdasarkan hasil pengamatan berat basah umbi 50 dan 100 hst, maka berat basah umbi cenderung menurun seiring makin tingginya konsentrasi kitin yang diberikan, meskipun rata-rata berat basah umbi pada perlakuan kitin 0% hingga 1.5% tidak berbeda nyata. Kitin sebesar 0,5% memberikan hasil rata-rata berat basah umbi lebih tinggi jika dibandingkan dengan kontrol (Tabel 5). Sedangkan rata-rata berat basah umbi dengan perlakuan kitin di atas 0,5% (1% hingga 2%) lebih rendah apabila dibandingkan tanpa kitin.

Rata-rata berat basah umbi pada konsentrasi 0,5% yang lebih tinggi dari kontrol diduga karena mineralisasi kitin dan bahan organik selama preinkubasi (1 bulan sebelum tanam) menyediakan kandungan N yang tinggi untuk pertumbuhan tanaman, seperti penelitian Brown *et al.* (2000), yang membuktikan bahwa pemberian kitin yang dipreinkubasi 3 minggu, memberikan pengaruh yang nyata pada pertumbuhan tanaman *ryegrass*. Selain itu, hal ini menunjukkan bahwa

serangan NSK pada tanaman perlakuan kitin 0% lebih berat jika dibandingkan pada tanaman dengan perlakuan kitin 0,5%. Sedangkan berat basah umbi pada konsentrasi 1% sampai 2% yang lebih rendah jika dibandingkan kontrol dimungkinkan karena adanya pengaruh fitotoksik kitin sebagaimana dikemukakan Mian *et al.*, 1982 (*dalam* Brown *et al.*, 1995), bahwa pemberian kitin 1% menimbulkan efek fitotoksik pada tanaman squash (*Cucurbita pepo* L) yang kemungkinan besar akibat pelepasan amoniak dari hasil degradasi kitin mencapai tingkat yang membahayakan bagi tanaman. Hal ini juga didukung dengan penelitian Brown *et al.* (1995), yang membuktikan bahwa pemberian kitin 1% menurunkan hasil *white clover*, meskipun jumlah nematoda parasit di dalam tanah berkurang.

Kemungkinan terjadinya fitotoksik pada tanaman juga sebagaimana dijelaskan oleh Culbreath *et al.*, 1985 (*dalam* Caswell *et al.*, 1991), bahwa kitin amandemen menekan populasi nematoda dengan melepaskan nematisida amoniak selama proses dekomposisi. Selain itu kitin juga merangsang organisme kitinolitik diantaranya bakteri, jamur dan aktinomisetes yang merusak cangkang telur nematoda. Karena Amoniak dilepaskan oleh kitin amandemen, maka bisa menjadi fitotoksik apabila kitin ditambahkan ke tanah pada konsentrasi yang tinggi.

V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pemberian 125g serbuk cangkang kepiting/pot atau setara dengan kitin pada tingkat konsentrasi 0,5% (kitin : berat tanah) ke dalam tanah mampu menekan populasi sista Nematoda Sista Kuning dan meningkatkan hasil umbi.
2. Semakin tinggi konsentrasi kitin yang diberikan (0,5% hingga 2%) maka populasi Nematoda Sista Kuning semakin berkurang.
3. Dari hasil isolasi jamur tanah dan uji patogenisitas terhadap sista diperoleh jamur kitinolitik yang mampu mendegradasi sista yaitu *Trichoderma* sp., *Paecilomyces* sp., *Aspergillus* sp., *Verticillium* sp. dan *Penicillium* sp.

5.2 Saran

1. Dilakukan pengujian di lapang untuk mendapatkan informasi lebih akurat.
2. Dilakukan analisa keragaman dan uji mikrobial secara keseluruhan (jamur, bakteri dan aktinomicetes) terhadap sista untuk mengetahui organisme yang paling efektif dan berpotensi mengendalikan Nematoda Sista Kuning.
3. Dilakukan uji lanjut dengan penambahan hemiselulosa untuk mengurangi efek fitotoksik kitin pada tanaman.
4. Pengujian dengan kisaran konsentrasi kitin dibawah 0,5%.
5. Pengujian efektifitas jamur kitinolitik terhadap NSK pada tanaman kentang di pot.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayoub, S.M. 1980. **Plant Nematology an Agricultural Training Aid**. NemaAid Publications. California. United States of America. 194 p.
- Anonymous. 1997. **Natural Pest Management Overview**. Available online at : <http://www.groworganic.com.library.html> (Verified at 12 Maret 2006).
- Anonymous. 2003. **Globodera pallida**. Available online at : http://nematode.unl.edu/globopalli_draw.htm. (Verified at 17 Februari 2008).
- Anonymous. 2004. **Pengenalan dan Pengendalian NSK (Nematoda Sista Kuning)**. Available online at : <http://www.deptan.go.id> (Verified at 12 Maret 2006).
- Anonymous. 2005. **Chitin**. Department of Polymer Science. University of Southern Mississippi. Available online at : <http://www.psrc.usm.edu/macrog/sea/chitin.htm>. (Verified at 12 Maret 2006).
- Barnet, H.L. 1972. **Illustrated Genera of Imperfect Fungi**. Second Edition. Burges Publishing Company. Minneapolis. 225 p.
- Brown, J.A., F.J. Neville, S.U. Sarathchandra, R.N. Watson and N.R. Cox. 1995. **Effect of Chitin Amendment of Plant Growth Microbial Populations and Nematodes in Soil**. *Proc. 48th NZ. Plant Prot. Conf.*: 208-212
- Bell, I.N., R.N. Watson and S.U. Sarathchandra. 2000. **Suppression of Plant Parasitic Nematodes in Pastoral Soil Amended with Chitin**. *New Zealand Plant Protection*. 53: 44-47
- Clarke, A.J. 1968. **The Chemical Composition of the Cyst Wall of the Potato Cyst-Nematode, *Heterodera rostochiensis***. *Biochem. J.* 108: 221-224.
- Cook, R.J. and K.F. Baker. 1974. **Biological Control of Plant Pathogens**. WH. Freeman Company. San Fransisco. 433 p.
- Cato, J.C. 1990. **Utilizing Scraps from Blue Crabs and Calico Scallop Processing Plants**. University of Florida. Gainesville. Florida. USA. pp. 65-70.
- Caswell, Edward and R.L. Bugg. 1991. **Ecological Management of Plant-Parasitic Nematodes**. University of Florida. Available online at : <http://www.sarep.ucdavis.edu/newsletter/components/v2n2sa-6.htm>(Verified at 12 Maret 2006).

- Domsch, K.H., W. Gams and T.H. Anderson. 1980. **Compendium of Soil Fungi**. Academic Press. London. 845 p.
- Dropkin, V.H., 1991. **Pengantar Nematologi Tumbuhan**. Edisi Kedua. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 366 hal.
- Dackman, C. 1999. **Fungal Parasites of the Potato Cyst Nematode *Globodera rostochiensis*: Isolation and Reinfection**. *Journal of Nematology*. 22 (4) : 594-597.
- Doubrava, N. and H.J. Blank. 2004. **Root-Knot Nematodes in the Vegetable Garden**. Clemson University. California. Available online at : <http://hgic.clemson.edu/factsheets/HGIC2216.htm> (Verified at 12 Maret 2006).
- Guerena, M. 2006. **Alternative Nematode Control**. NCAT .California.USA.16 p.
- Hallmann, J., R. Rodriguez-kabana and J.W. Kloepper. 1999. **Chitin Mediated Changes in Bacterial Communities of The Soil, Rhizosphere and Within Roots of Cotton in Relation to Nematode Control**. *Soil Biology and Biochemistry*. 31: 551-560/
- Jolles, P. and R.A.A Muzzarelli. **Chitin and Chitinases**. Birkhauser Verlag. Berlin. 340 p.
- Kannan, C. and S. Lingaraju. 1998. **A Potential Biocontrol Agent for Pigeonpea Cyst Nematode (*Heterodera cajani* Koshy)**. Department of Plant Pathology College Agriculture. University of Agricultural Sciences. India. 2p. Available online at : <http://www.ias.ac.in/currese/jun10/articles11.htm> (Verified at 26 April 2006).
- Kleynhans, K.P.N. 1999. **Collecting and Preserving Nematodes**. The Milan Press. London.
- Korthals, G.W., J.H.M. Visser and L.P.G. Molendijk. 2004. **Improvement and Monitoring Soil Health**. Available online at : <http://www.actahotr.org> (Verified at 12 Maret 2006).
- Kompas. 2005. **Petani Diimbau Mewaspada Cacing Emas**. Available online at: <http://www.kompas.com/kompas-cetak/05/10/10/daerah/2113743.htm> (Verified at 12 Maret 2006).
- Luc, M., R. A. Sikora., and J. Bridge. 1995. **Nematoda Parasitik Tumbuhan di Pertanian Subtropik dan Tropik**. Edisi keenam. Diterjemahkan dari Bahasa Inggris: **Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical**

Agriculture. Oleh: Suprayoto. Gadjah Mada University. Yogyakarta. 838 hal.

Marganof. 2003. **Potensi Limbah Udang Sebagai Penyerap Logam Berat (Timbal, kadmium, dan Tembaga) di Perairan.** Makalah Pribadi Pengantar ke Falsafah Sains. Program Pasca Sarjana. IPB. 12 p.

Mustika, I. dan R.Z. Ahmad. 2004. **Peluang Pemanfaatan Jamur Nematofagus Untuk Mengendalikan Nematoda Parasit Pada Tanaman dan Ternak.** Jurnal Litbang Pertanian 23(4): 115-122.

Nour, M.S., J.R. Lawrance, G.D.W. Swerhone, M. Wels, T.W. Welacky, Edward and Hong zhu. 2003. **Bacteria Associated with Cyst of Soybean Cyst Nematode (*Heterodera Glycine*).** Appl Environ Microbia. 69(1) : 605-607.

Ockey, C.C and V.S. Thomson. 2000. **Golden Nematode Of Potatoes *Globodera rostochiensis*.** Utah State University. Available online at :<http://ceris.purdue.edu/napis/pest/gn/handbook.htm>(Verified at 30 Desember 2005).

O'gara, F., Y. Monn-locco, D. Cronin, and C. Dunne. 2005. **Inhibitor of Egg Hatch Potato Cyst Nematode (*Globodera rostochiensis*) by Chitinase Producing Bacteria.** In Abstracts of European Journal of Pathology. Volume 103, Number 5, July 1997. pp.(8): 433-488 .Available online at :<http://www.ingenta.connect.com/content/klu/cipp/1997/htm>. (12 Maret 2006).

Peet, M., 2001. **Nematode Management.** Department of Plant Pathology. NCSU. USA. Available online at : <http://www.cals.ncsu.edu:8050/sustainable/peet/IPM/nematodes/co6nemat.html>. (Verified at 12 Maret 2006).

Rukmana, R. 1997. **Kentang Budidaya dan Pasca Panen.** Kanisus. Yogyakarta. 108 p.

Reginawati, 1999. **Kentang (*Solanum tuberosum L.*).** BBI. Bandung. Available online at : http://www.Kpel.or.id/TTGP/komoditi/KENTANG_1.htm26 (Verified at April 2006).

Southey, J.F. 1982. **Plant Nematology.** Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. London. 440 p.

Setiadi dan S.F. Nurulhuda. 1993. **Kentang Varietas dan Pembudidayaannya.** Penebar Swadaya. Jakarta. 87 hal.

Steenis. 1998. **Flora.** Pradnya Paramita. Jakarta. 485 hal.

Sikora, E., A. Hagan, J. Kemble and W. Gazaway. 2000. **Nematode Control in the Home Vegetable Garden.** Available online at : <http://www.aces.edu/>

[countries/htm](#) (Verified at 16 Maret 2006).

Spiegel, Y., O. Kleifeld., A. Herrera-Estrella, I. Chet., M. Bar-Eyal. and E. Sharon. 2001. **Biological control of Root-Knot Nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum***. *Phytopathology*. 91 : 687-693.

Stevenson, W.R., Loria, R., Franc, G.D. and P.D. Weingartner. 2001. **Compendium of Potato Disease**. Second Edition. APS Press. Minnesota.USA. pp.1-50.

Santamarina, M.P, J. Rosello., R. Liacer. and V. Sanchis. 2002. **Antagonistic Activity of *Penicillium oxalicum* Corrie and Thom, *Penicillium decumbens* Thom and *Trichoderma harzianum* Rifai Isolates Against fungi, Bacteria and Insects *in vitro***. *Rev Iberoam Micol*. 19: 99-103.

Suryanto, D., E. Munir, dan Yurnaliza. 2005. **Eksplorasi Bakteri Kitinolitik: Keragaman Genetik Gen Penyandi Kitinase Pada Berbagai Jenis Bakteri dan Pemanfaatannya**. Universitas Sumatera Utara. 26 p.

Tikhonov, V.E., L.V. Lopez-Liorca, J. Salinas and H. Jasson. 2002. **Purification and Characterization of Chitinases from the Nematophagous Fungi *Verticillium chlamydosporium* and *Verticillium suchlasporium***. *Fungal Genetic and Biology*. 35 : 67-78.

Tarno, H. 2004. **Bioekologi Nematoda Sista Kuning *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Skarbilovich, 1959**. Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Fitopatologi Indonesia. FPI 21 Februari 2008. Malang. p: 88-101.

Tarno, H., T. Himawan dan W. Senoaji. 2007. **Pengaruh Aplikasi Kulit Udang Sebagai Sumber Kitin Terhadap Populasi Nematoda Sista Kuning (*Globodera rostochiensis* Wollenweber) Pada Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.)**. *Agrivita*.29(1): 53-61.

Whitehead, A.G., 1998. **Plant Control Nematode**. CABI International. Newyork.

Yulianti, T dan D.G. Parbery. 1999. **Effects of the Addition of Animal Manures on Population of Microorganisms in Soil**. *Agrivita*. 21(2):60-64.

Yurnaliza. 2002. **Senyawa kitin dan Kajian Aktivitas Enzim Mikrobial Pendegradasinya**. FMIPA, Program Studi Biologi. Universitas Sumatera Utara. 12 p.

Zunke, U. 2005. **Yellow Potato Cyst Nematode**. University of Hamburg. Jerman. Available online at: <http://www.invasive.org/browse/detail.cfm?Imgnum = 1356146>(Verified at 17 Februari 2008).