

**PENGARUH LIMA ISOLAT JAMUR *Purpureocillium lilacinum*
(Syn. *Paecilomyces lilacinus*) TERHADAP PERFORMA TANAMAN
TOMAT TERSERANG NEMATODA PURU AKAR (*Meloidogyne* spp.)
DI RUMAH KACA**

(Skripsi)

Oleh

IKHWAN DWIKESUMA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

PENGARUH LIMA ISOLAT JAMUR *Purpureocillium lilacinum* (Syn. *Paecilomyces lilacinus*) TERHADAP PERFORMA TANAMAN TOMAT TERSERANG NEMATODA PURU AKAR (*Meloidogyne* spp.) DI RUMAH KACA

Oleh

IKHWAN DWIKESUMA

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lima isolat jamur *Purpureocillium lilacinum* terhadap performa tanaman tomat setelah diinvestasi nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.). Percobaan ini dilakukan pada bulan September 2018 hingga Mei 2019 di Rumah Kaca dan Laboratorium Bioteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Rancangan percobaan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas lima ulangan dan 6 perlakuan yaitu isolat jamur *P. lilacinum* (Syn. *P. lilacinus*) isolat BioP, B412X, B3010, B412G, dan B01TG serta kontrol. Data hasil pengamatan dianalisis ragam dan diuji lanjut menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) taraf nyata 5% sebagai sarana pembandingan antar perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan tanaman tomat yang diberi jamur *P. lilacinum* memiliki pertumbuhan tanaman yang lebih baik daripada tanaman tomat kontrol berdasarkan dari tinggi tanaman, jumlah daun, berat buah, jumlah buah,

brangkasan basah dan kering tajuk tanaman tomat dan akar. Tanaman tomat yang diberi isolat jamur B01TG yang berasal dari Tanggamus menunjukkan pertumbuhan tanaman tomat yang berbeda pada tinggi tanaman, jumlah daun, berat buah, jumlah buah, brangkasan basah dan kering tajuk tanaman tomat dan akar dibandingkan dengan isolat jamur lainnya. Tanaman tomat yang diberi isolat jamur B01TG memiliki tinggi tanaman yaitu 167,44 cm; jumlah daun 279,60 helai; berat buah 369,57; jumlah buah 24,40; brangkasan tajuk tanaman tomat basah 169,27 g dan kering 31,81 g; dan brangkasan akar tanaman tomat bobot basah 22,81 g dan kering 3,34 g.

Kata kunci : *Meloidogyne* spp., *Purpureocillium lilacinum*, Tanaman Tomat

**PENGARUH LIMA ISOLAT JAMUR *Purpureocillium lilacinum*
(Syn. *Paecilomyces lilacinus*) TERHADAP PERFORMA TANAMAN
TOMAT TERSERANG NEMATODA PURU AKAR (*Meloidogyne* spp.)
DI RUMAH KACA**

Oleh

IKHWAN DWIKESUMA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERTANIAN

Pada

Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi

: **PENGARUH LIMA ISOLAT JAMUR**
Purpureocillium lilacinum (Syn. *Paecilomyces*
lilacinus) **TERHADAP PERFORMA**
TANAMAN TOMAT TERSERANG
NEMATODA PURU AKAR (*Meloidogyne*
spp.) **DI RUMAH KACA**

Nama Mahasiswa

: Ikhwan Dwikesuma

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1514121044

Jurusan

: Agroteknologi

Fakultas

: Pertanian



Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P.
NIP 198108152008122001

Ir. Solikhin, M.P.
NIP 196209071989031002

2. Ketua Jurusan Agroteknologi

Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si.
NIP 196305081988112001

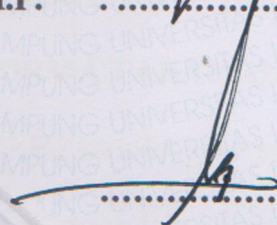
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

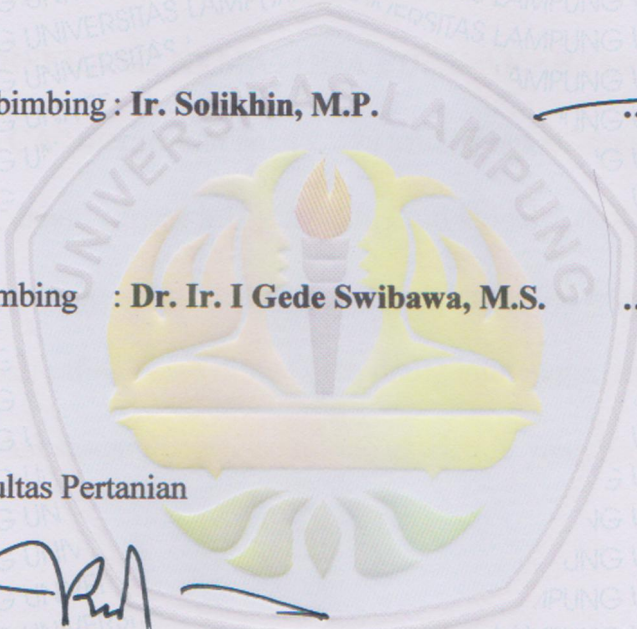
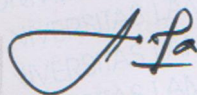
Pembimbing Utama : Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P.



Anggota Pembimbing : Ir. Solikhin, M.P.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Ir. I Gede Swibawa, M.S.**



Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 26 September 2019

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “**PENGARUH LIMA ISOLAT JAMUR *Purpureocillium lilacinum* (Syn. *Paecilomyces lilacinus*) TERHADAP PERFORMA TANAMAN TOMAT TERSERANG NEMATODA PURU AKAR (*Meloidogyne* spp.) DI RUMAH KACA**” merupakan hasil karya sendiri bukan orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, September 2019

Penulis,



Ikhwan Dwikesuma

NPM 1514121044

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 27 September 1996 sebagai anak kedua dari lima bersaudara dari pasangan Bapak Faizin dan Almarhumah Ibu Ernawati. Penulis mengawali pendidikan di Sekolah Dasar (SD) Negeri 02 Rawa Laut pada tahun 2003-2009; Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 16 Bandar Lampung pada tahun 2009-2012 dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Swasta YP Unila Bandar Lampung pada tahun 2012-2015.

Tahun 2015, Penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur undangan Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Penulis memilih konsentrasi Proteksi Tanaman yang merupakan bagian dari Program Studi Agroteknologi. Bulan Agustus 2018 penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Balai Karantina Pertanian Kelas I Bandar Lampung. Januari 2019 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Curup Patah, Kabupaten Way Kanan, Kecamatan Gunung Labuhan, Provinsi Lampung.

Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah aktif dalam UKM PERMA AGT (Persatuan Mahasiswa Agroteknologi) dan menjadi anggota Bidang Pengembangan Minat dan Bakat (PMB) pada periode 2016-2017 dan juga anggota bidang Eksternal pada periode 2017-2018. Anggota Badan Eksekutif Mahasiswa

UNILA (BEM U) sebagai Staf Kementrian Luar Negeri (Kemenlu) pada periode 2018. Anggota Himpunan Mahasiswa Proteksi Tanaman (HIMAPROTEKTA) sebagai Ketua Bidang II Seminar dan Diskusi (SemDis) pada periode 2018-2019. Penulis juga pernah menjadi asisten dosen mata kuliah Pengendalian Hama Terpadu Karet (PHT Karet) (2017/2018), Hama nir-Serangga (2018/2019), dan Karantina Tumbuhan (2018/2019).

MOTTO

“Lihatlah kepada orang yang lebih rendah dari kalian dan janganlah memandangi kepada orang yang lebih tinggi dari kalian, sebab hal itu lebih baik agar kalian tidak menghina nikmat Allah”

(H.R Al Bukhari dan Muslim)

“Hidup menyajikan banyak pilihan, pilihan yang kita buat akan menentukan masa depan kita”

(Catherine Pulsifer)

“Kenyamanan adalah penjara kebebasan dan hambatan untuk berkembang”

(John F. Kennedy)

Alhamduillahirabbil' alamin
Segala puji bagi Allah Tuhan semesta Alam
Bersama dengan rahmat-Nya

Kupersembahkan karya ini untuk:

Orangtua tercinta Bapak Faizin dan Ibu Sri Indarti, Kakak-kakak dan Adik, serta keluarga besar ku sebagai wujud rasa terimakasih atas kasih sayang, pengorbanan, dan dukungannya selama ini

Berikut pula sahabat, teman, dan saudara yang telah memberikan dukungan tiada henti di setiap waktu

Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P., Ir. Solikhin, M.P., dan
Dr Ir. I Gede Swibawa, M.S. yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat saran,
dan motivasi

Serta

Almamater tercinta

***AGROTEKNOLOGI, FAKULTAS PERTANIAN,
UNIVERSITAS LAMPUNG***

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena atas berkah rahmat dan hidayah-Nya Penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“PENGARUH LIMA ISOLAT JAMUR *Purpureocillium lilacinum* (Syn. *Paecilomyces lilacinus*) TERHADAP PERFORMA TANAMAN TOMAT TERSERANG NEMATODA PURU AKAR (*Meloidogyne* spp.) DI RUMAH KACA”**. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Pertanian Universitas Lampung. Dalam pelaksanaan dan penyusunan skripsi, Penulis mendapatkan bantuan dari semua pihak yang terkait, oleh karena itu Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Dr. Yuyun Fitriana, S.P., M.P., selaku Dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan bimbingan, saran, motivasi, semangat, dan arahan selama penelitian sampai penulisan skripsi ini selesai.
4. Ir. Solikhin, M.P., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan bimbingan, saran, motivasi, semangat, dan arahan selama penelitian sampai penulisan skripsi ini selesai.

5. Dr. Ir. I Gede Swibawa, M.S., selaku Dosen Penguji atas kritik, saran, arahan, bimbingan dan semangat kepada Penulis.
6. Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P., selaku Pembimbing Akademik yang selalu memberikan arahan dan nasihat selama perkuliahan.
7. Seluruh dosen di Universitas Lampung atas dedikasinya dalam membekali pengetahuan yang bermanfaat kepada Penulis selama masa studi di Universitas Lampung.
8. Kedua orang tua Bapak Faizin dan Ibu Sri Indarti, dan keluarga besar Penulis yang selalu memberikan kasih sayang, doa, dan pengorbanan untuk Penulis. Terimakasih selalu mendukung Penulis dalam setiap langkah dan memberi semangat setiap waktu.
9. Sahabat penulis Fahry Adlan, Negrita Rizki Anggraini, dan Usi Enggar Amalia yang telah memberikan semangat, motivasi, dan menjadi tempat suka duka dalam menjalankan perkuliahan.
10. Rekan-rekan sesama peneliti nematoda Oded Saputra, Mutiara Ulfa, Ambar Fiandani dan Vicli br Damanik atas kebersamaan, motivasi, semangat, serta bantuan selama penelitian yang diberikan kepada penulis.
11. Rekan-rekan penulis Anggista Mega Fisca, Moro Twanta, Firnando, Anis puji, Dwi Marsenta, Rahma Meuly, Anggi, Ridho Asmara, Hamida, Della Arisandi, Fifi Mardiana, Fiya Atmadita, Dwi Pasadena, Tari Yati, Puja Andelia, dan seluruh mahasiswa Agroteknologi 2015 yang telah membantu Penulis saat penelitian maupun penyusunan skripsi.

12. Mbak Yeyen, Mbak Rully, Mbak Lita, Mbak Lily, Mbak Ika, Mbak Diah, Mbak Mei, Mbak Erika, Bang sem dan Bang Ma'ruf yang telah memotivasi dan membantu Penulis saat penelitian maupun penyusunan skripsi.
13. Rekan-rekan organisasi PERMA AGT, BEM U, dan HIMAPROTEKTA atas pengalaman, ilmu, dan kebersamaan dalam belajar di Organisasi.
14. Semua pihak yang telah banyak membantu Penulis dalam penyelesaian penelitian dan penulisan skripsi.

Semoga Allah SWT dapat membalas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Aamiin.

Bandar Lampung, September 2019

Penulis,

Ikhwan Dwikesuma

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR	xix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Kerangka Pemikiran.....	4
1.5 Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Nematoda Puru Akar <i>Meloidogyne</i> spp.	6
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Nematoda <i>Meloidogyne</i> spp. ...	6
2.1.2 Siklus Hidup.....	8
2.2 Pengendalian Hayati	10
2.3 Jamur <i>Purpureocillium lilacinum</i>	11
III. BAHAN DAN METODE	14
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	14
3.2 Alat dan Bahan.....	14
3.3 Metode Penelitian	15
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	16
3.4.1 Penyiapan Isolat Jamur <i>Purpureocillium lilacinum</i>	16
3.4.1.1 Pembuatan Media PSA.....	16
3.4.1.2 Peremajaan Isolat <i>P.lilacinum</i>	17

3.4.1.3 Pembuatan Suspensi Jamur <i>P.lilacinum</i>	17
3.4.2 Penyiapan Media Tanam.....	18
3.4.2.1 Media tanam	18
3.4.2.2. Penanaman Tanaman Tomat	18
3.4.3 Penyiapan Telur Nematoda.....	18
3.4.4 Inokulasi Isolat Jamur dan Nematoda.....	19
3.4.4.1 Inokulasi Isolat Jamur <i>P. lilacinum</i>	19
3.4.4.2 Inokulasi Nematoda <i>Meloidogyne</i> spp.	19
3.4.5 Perawatan Tanaman	19
3.4.6 Variabel Pengamatan	20
3.4.6.1 Tinggi Tanaman.....	20
3.4.6.2 Jumlah Daun.....	20
3.4.6.3 Brangkas Basah dan Brangkas Kering	20
3.4.6.4 Berat dan Jumlah Buah Tanaman Tomat	21
3.4.6.5 Penentuan Indeks Kerusakan Akar Tanaman Tomat	21
3.4.7 Analisis Data.....	23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Hasil Penelitian	24
4.1.1 Tinggi tanaman tomat yang diaplikasikan jamur <i>Purpureocillium lilacinum</i>	24
4.1.2 Jumlah daun tanaman tomat yang diaplikasikan jamur <i>Purpureocillium lilacinum</i>	26
4.1.3 Brangkas tanaman tomat yang diaplikasikan jamur <i>Purpureocillium lilacinum</i>	28
4.1.4 Bobot dan jumlah buah tanaman tomat yang diaplikasikan jamur <i>Purpureocillium lilacinum</i>	30
4.1.5 Kerusakan Akar Tanaman Tomat	31
4.2 Pembahasan.....	32
V. SIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Simpulan	36
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	

LAMPIRAN.....	42
Tabel 8-92	43
Gambar 5-11.....	72

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Isolat <i>Purpureocillium lilacinum</i> yang digunakan.....	15
2. Tingkat kerusakan akar terserang nematoda puru akar skala Zeck	22
3. Tinggi tanaman tomat yang diaplikasikan jamur <i>Purpureocilium lilacinum</i>	25
4. Jumlah daun tanaman tomat yang diaplikasikan jamur <i>Purpureocilium lilacinum</i>	27
5. Brangkasan tanaman tomat yang diaplikasikan jamur <i>Purpureocilium lilacinum</i>	29
6. Bobot dan jumlah buah tanaman tomat yang diaplikasikan jamur <i>Purpureocilium lilacinum</i>	30
7. Tingkat Kerusakan Akar (skala Zeck)	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Meloidogyne</i> spp. jantan dan juvenile 2 (A) dan betina (B)	8
2. Bentuk hifa dan konidia (A) dan bentuk koloni (B)	12
3. Tata Letak Petak Satuan Percobaan.	16
4. Penentuan Indeks Tingkat Kerusakan Akar Tanaman Tomat	21

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meloidogyne spp. merupakan nematoda yang berkembang sangat cepat dan mempunyai daya serang tinggi terhadap pertumbuhan tanaman dengan gejala khas terlihat pada akar, yaitu berupa bintil-bintil yang disebut dengan puru akar.

Meloidogyne spp. yang dikenal dengan nematoda puru akar (NPA) bersifat sebagai endoparasit menetap. Tanaman yang terinfeksi berat oleh NPA dapat menyebabkan sistem perakaran mengalami disfungsi secara total. Pembentukan akar baru hampir tidak terjadi dan fungsi perakaran terhambat dalam menyerap dan menyalurkan air dan unsur hara ke seluruh bagian tanaman (Dropkin, 1992).

Kerusakan yang diakibatkan oleh nematoda puru akar pada berbagai tanaman baik di daerah tropik maupun subtropik cukup besar sehingga sangat merugikan secara ekonomi. NPA sulit dikendalikan karena mempunyai inang yang banyak, seperti terong, tomat, ketela rambat, tembakau, tanaman hias, dan tanaman sayuran.

Tumbuhan yang terinfeksi nematoda mengakibatkan munculnya gejala pada akar dan juga pada bagian tumbuhan di atas permukaan tanah (Sikora, 1992).

Gejala pada akar mungkin terlihat seperti puru akar (*root knot* atau *root gall*), luka akar, akar bercabang lebih lebat, ujung akar rusak dan akar membusuk apabila infeksi nematoda disertai oleh bakteri dan jamur patogenik-tumbuhan atau saprofit (Agrios, 1996). Serangan nematoda dapat mempengaruhi proses fotosintesis dan transpirasi serta status hara tanaman. Akibatnya pertumbuhan tanaman terhambat, warna daun kuning klorosis dan akhirnya tanaman mati (Melakeberhan dkk., 1987).

Selain itu serangan nematoda dapat menyebabkan tanaman lebih mudah terserang patogen atau organisme pengganggu tumbuhan lainnya seperti jamur, bakteri dan virus. Akibat serangan nematoda dapat menghambat pertumbuhan tanaman, mengurangi produktivitas, dan kualitas produksi (Mustika, 2005). Keberadaan puru dapat mengganggu sistem distribusi air dan mineral dari tanah melalui akar ke seluruh bagian tanaman, tanaman mudah layu, dan kerdil (Bartlem dkk., 2013).

Salah satu teknik pengendalian untuk mengendalikan populasi nematoda puru akar yaitu pengendalian hayati dengan memanfaatkan musuh alami. Musuh alami atau agensia pengendali ini dapat berkecukupan diri di alam sehingga hemat karena mereka dapat berkembang biak. Keunggulan dari pengendalian hayati adalah sifatnya yang “ramah” lingkungan serta mengurangi dampak negatif dari penggunaan pestisida yakni meracuni lingkungan, boros, menimbulkan resistensi dan resurgensi hama dan sebagainya (Susilo, 2007).

Purpureocillium lilacinum merupakan jamur yang memarasit telur nematoda dan paling banyak digunakan sebagai agensia pengendalian hayati untuk nematoda. Jamur ini paling banyak berkembang di daerah tropik dengan pH tanah sekitar 6.

Jamur *P. lilacinum* berpotensi sebagai agensia hayati dan mampu mengkoloni bahan organik di dalam tanah dan berkembang di dalam rizosfer. Mekanisme antagonistik *P. lilacinum* adalah infeksi langsung telur (Stirling, 1991). Enzim-enzim kitinase dan protease yang diproduksi jamur tersebut berfungsi melunakkan cangkang atau kulit telur nematoda sehingga mempermudah penetrasi, dan merupakan kunci utama mekanisme antagonis (Khan dkk., 2004).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Apakah isolat jamur *Purpureocillium lilacinum* yang ditemukan di Lampung dapat meningkatkan performa tanaman tomat yang diinvestasi nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) ?
2. Apakah masing-masing isolat jamur *Purpureocillium lilacinum* memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam menekan nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.).

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh lima isolat jamur *Purpureocillium lilacinum* terhadap performa tanaman tomat yang diinvestasi nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.).
2. Mengetahui isolat jamur *Purpureocillium lilacinum* terbaik dalam menekan nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.).

1.4 Kerangka Pemikiran

Nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) merupakan nematoda parasit tumbuhan penting pada tanaman hortikultura. Nematoda puru akar dapat menimbulkan kerugian bagi petani karena terjadi penurunan produktivitas pada tanaman yang terserang nematoda tersebut. Nematoda ini masuk ke dalam akar dan menginfeksi akar, sehingga akar akan membengkak dan tidak dapat berfungsi dengan baik. Pada bagian akar yang membengkak ini terdapat nematoda yang hidup di dalamnya (Dropkin, 1992).

Purpureocillium lilacinum merupakan salah satu agensia hayati pengendali populasi nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.). *P. lilacinum* menyerang dengan cara mengkolonisasi nematoda betina sebelum nematoda tersebut bertelur (Seenivasan dkk., 2007). Menurut Manan & Munadjat (2012), *P. lilacinum* mampu menekan 75-82 % populasi *Meloidogyne incognita* yang menyerang tanaman tomat dan menekan 64,89% populasi nematoda sista pada lahan pertanaman kentang di Filipina. Menurut Seenivasan dkk. (2007), *P. lilacinum* mampu menekan 68,2% nematoda yang menginfeksi akar sehingga dapat mencegah kehilangan hasil tanaman sebesar 88,2%. Morgan-Jones dkk. (1984) mempelajari mekanisme parasitisme *P.lilacinum* terhadap telur dan larva *Meloidogyne* spp. Hifa jamur *P.lilacinum* masuk ke dalam kulit telur melalui lubang kecil. Jamur kemudian tumbuh dan menghancurkan khitin dan lipid dari lapisan kulit serta menghancurkan isi telur. Cara yang sama terjadi pada larva stadium kedua.

Kotlova dkk. (2007) menemukan senyawa serine proteinase ekstraseluler pada filtrat medium kultur jamur *P. lilacinus*. Senyawa ini dapat menghidrolisis protein, gugus p-nitrianiilide yang ada di tripeptida, dan norleucine, leucine dan phenylalanin. Degradasi substrat protein akan meningkatkan konsentrasi nitrogen tersedia di dalam tanah yang akan dimanfaatkan oleh tanaman bagi pertumbuhannya. Menurut Spiegel dkk. (1989 dalam Wiryadiputra, 2002) enzim kitinase berperan dalam degradasi senyawa kitin dengan menghasilkan senyawa-senyawa yang mengandung nitrogen (N) sehingga berdampak menyuburkan tanaman.

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Kelima Isolat jamur *Purpureocillium lilacinum* dari Lampung memberikan pengaruh yang berbeda-beda terhadap performa tanaman tomat yang diinvestasi nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.).
2. Terdapat isolat jamur *Purpureocillium lilacinum* terbaik yang mampu menekan nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nematoda Puru Akar *Meloidogyne* spp.

Nematoda Puru Akar (NPA) pertama kali ditemukan oleh Berkeley di Inggris pada tahun 1855 menyebabkan bengkak akar mentimun. Nematoda puru akar merupakan jenis nematoda parasit tumbuhan terpenting di dunia. Nama nematoda puru akar berasal dari puru yang berasosiasi dengan nematoda tersebut. Nematoda puru akar adalah nama umum untuk spesies *Meloidogyne*. Kata *Meloidogyne* berasal dari bahasa Yunani yaitu *melon* (apel atau labu) + *oides*, oid (menyerupai) + *gyne* (betina) = betina berbentuk apel (*apple-shaped female*) (Dropkin, 1992). *Meloidogyne* spp. termasuk nematoda endoparasit menetap dan bersifat obligat pada bagian akar dan umbi tanaman. NPA menyerang tanaman pangan, sayuran, buah dan tanaman hias yang tumbuh di daerah tropis, subtropis, dan iklim sedang (Dropkin, 1992).

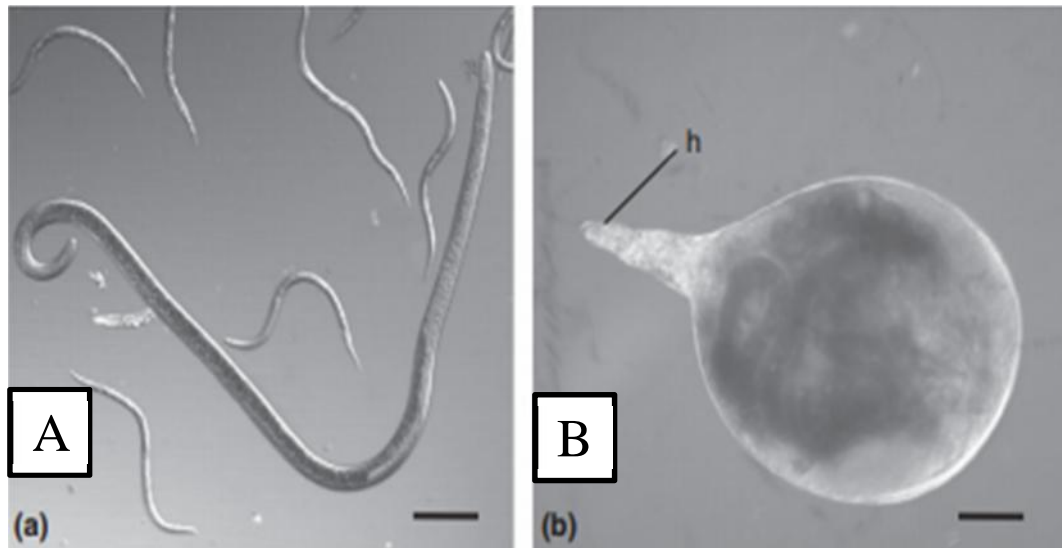
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Nematoda *Meloidogyne* spp.

Semua nematoda parasit tumbuhan termasuk dalam filum Nematoda. Kebanyakan genus nematoda parasit tumbuhan termasuk ordo Tylenchida, tetapi ada beberapa yang termasuk ordo Doilaimida.

Klasifikasi Nematoda *Meloidogyne* spp. menurut Taylor & Sasser (1978) sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
Filum : Nematoda
Kelas : Secernentea
Ordo : Tylenchida
Famili : Meloidogynidae
Genus : *Meloidogyne*
Spesies : *Meloidogyne* spp.

Nematoda betina berwarna transparan, berbentuk seperti botol atau buah pear, bersifat endoparasit menetap. Panjang nematoda betina lebih dari 0,5 mm dan lebarnya antara 0,3-0,4 mm. Stiletnya lemah, panjang stilet 12-15 μ m, melengkung kearah dorsal, memiliki pangkal knop yang jelas. Nematoda betina dewasa mempunyai leher pendek dan tanpa ekor, ususnya tidak jelas bentuknya dan tidak dihubungkan dengan rektum. Uterus kedua gonadnya bertemu pada suatu tempat sedikit di depan vulva. Telur-telurnya diletakkan di dalam kantung telur yang terdapat di luar tubuh betina. Memiliki pola yang jelas pada strasi yang terdapat di sekitar vulva dan anus yang disebut pola perineal yang dapat dipergunakan untuk identifikasi jenisnya. Nematoda jantan dewasa berbentuk memanjang bergerak lambat di dalam tanah. Panjangnya bervariasi maksimum 2 mm. Kepalanya tidak berlekuk, panjang stiletnya hampir dua kali panjang stilet betina. Bagian posterios tumpul membulat, memiliki 1-2 testis (Gambar 1) (Dropkin, 1992).



Gambar 1. *Meloidogyne* spp. jantan dan juvenile 2 (A) dan betina (B)
(Sumber: Sereno & Danchin, 2014)

2.1.2 Siklus Hidup

Perkembangan dan siklus hidup nematoda *Meloidogyne* spp. sebagian besar dilalui di dalam jaringan akar tanaman inang. Siklus hidup dimulai dari telur yang diletakkan secara berkelompok dalam massa telur. Setiap nematoda betina mampu menghasilkan telur rata-rata 400-500 butir. Embrio dan larva stadia ke-1 terjadi di dalam telur dan tahan terhadap kondisi lingkungan yang sangat kering. Setelah menetas, larva stadia ke-2 menjadi infeksiif untuk melakukan penetrasi ke dalam jaringan akar tanaman inang, terutama pada daerah meristem di belakang ujung akar, masuk menuju endodermis, dengan posisi kepala di dekat jaringan pengangkutan. Selanjutnya terjadi proses hipertrofi dan hiperplasia sel yang ada di sekitarnya (Taylor & Sasser, 1978).

Terbentuknya puru akar merupakan akibat pertambahan jumlah sel secara cepat (hyperplasia) atau bertambahnya ukuran sel menjadi sel raksasa (hipertrofi). Perluasan sel akibat sel raksasa yang sampai ke jaringan vasikular menyebabkan

terputusnya jaringan tersebut dan mengganggu aliran air bebas dalam akar (Wallace & Arnold, 1964).

Akar yang terinfeksi oleh *Meloidogyne* spp. mengalami gangguan diferensiasi xilem dan floem. Sel-sel perikel mengganti beberapa pembuluh kayu dan tapis di dalam puru akar yang menyebabkan fungsi akar menjadi berkurang. Akar yang terinfeksi mengalami pertumbuhan baru dan pengangkutan air dan nutrisi dari akar ke bagian permukaan atas tanaman makin berkurang (Dropkin, 1992).

NPA mengeluarkan enzim yang dapat menguraikan dinding sel tumbuhan terutama terdiri dari protein, polisakarida seperti pektin selulase dan hemiselulase serta sukrosa dan glikosid menjadi bahan-bahan lain. *Meloidogyne* spp. mengeluarkan enzim selulase yang dapat menghidrolisis selulosa dan enzim endopektin metal transeliminase yang dapat menguraikan pektin. Terurainya bahan-bahan penyusun dinding sel ini menyebabkan dinding sel akan rusak dan terbentuk luka. Selanjutnya nematoda ini bergerak di antara sel-sel atau menembus sel-sel menuju jaringan sel yang terdapat cukup cairan makanan.

Serangan nematoda puru akar mempengaruhi kondisi fisik dan fisiologis Tanaman. Perluasan sel akibat sel raksasa yang sampai ke jaringan vasikular menyebabkan terputusnya jaringan tersebut dan mengganggu aliran air bebas dalam akar. Betina NPA yang bersifat endoparasit dan berkembang biak di dalam jaringan sel, mengeluarkan enzim proteolitik dengan melepaskan asam indolasetat (IAA) yang merupakan heteroauksin tritopan yang diduga membantu terbentuknya puru (Lamberti & Taylor, 1979 dalam Taher, 2012).

2.2 Pengendalian Hayati

Pengendalian hayati adalah pengendalian dengan menggunakan musuh alami misalnya jamur, bakteri, alga, protozoa, serangga yang biasa disebut sebagai antagonis atau agensia pengendali hayati (APH). Baker (1987) mendefinisikan pengendalian hayati sebagai bentuk pengurangan sumber inokulum atau aktivitas patogen dengan menggunakan satu atau lebih mikroorganisme termasuk tanaman, tetapi bukan manusia.

Pengendalian hayati nematoda parasit tumbuhan dengan memanfaatkan jamur parasit telur mempunyai tingkat keberhasilan tinggi untuk diterapkan di dalam aras lapangan dan dalam skala yang lebih luas, terutama untuk nematoda endoparasit yang bersifat menetap. Faktor pendukung tingkat keberhasilan pemanfaatan jamur parasit telur adalah kelompok jamur ini terbukti mampu mengkoloni dan merusak telur maupun stadium lain yang tahan dalam siklus hidup nematoda (Gortari dkk., 2008). Lebih lanjut Chen & Dickson (2004) menguraikan bahwa kelompok jamur yang memproduksi substansi toksik atau antibiotik terhadap nematoda menyebabkan terjadinya telur yang tidak bisa berkembang baik, contohnya jamur *Paecilomyces*, *Verticillium*, *Asppergillus*, *Trichoderma*, *Fusarium*, *Myrothecium* dan *Penicillium* menghambat penetasan telur *Meloidogyne hapla* dan mobilitas larva stadium ke-2 (J2) *M. incognita* atau mempunyai aktivitas yang bersifat nematisidal.

Pemanfaatan jamur parasit telur untuk mengendalikan nematoda parasit tumbuhan, khususnya nematoda puru akar, belum banyak dikaji di Indonesia.

Isolat jamur yang diuji merupakan hasil isolasi dari rizosfer pertanaman yang terserang nematoda, sehingga potensial dikembangkan sebagai agensia Hayati. Jamur nematofagus yang diisolasi dari rizosfer tanaman terinfeksi nematoda mempunyai patogenitas yang tinggi terhadap nematoda target (Sun dkk., 2006)

2.3 Jamur *Purpureocillium lilacinum*

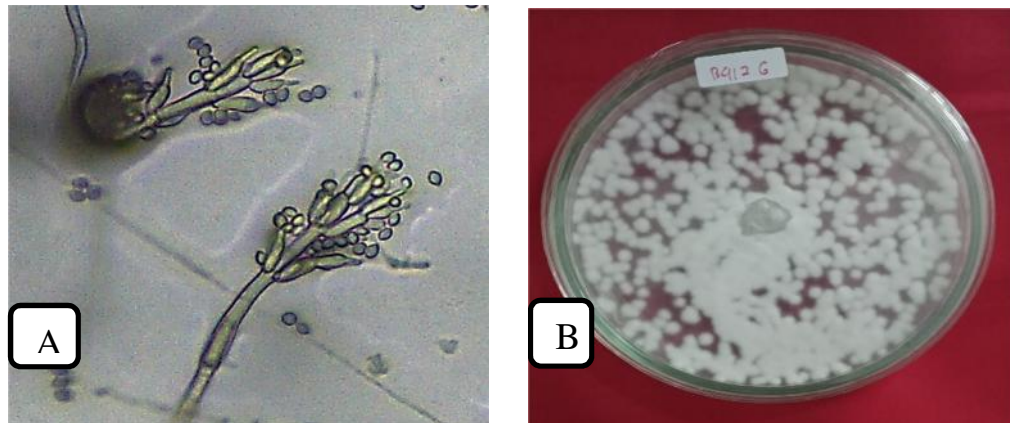
Klasifikasi jamur *Purpureocillium lilacinum* menurut Luangsa dkk. (2011), sebagai berikut:

Kingdom	: Fungi
Filum	: Ascomycota
Kelas	: Sordariomycetes
Ordo	: Hypocreales
Famili	: Ophiocordycipitaceae
Genus	: <i>Purpureocillium</i>
Spesies	: <i>Purpureocillium lilacinum</i>

Purpureocillium lilacinum yaitu jamur parasit telur NPA telah banyak digunakan sebagai agensia pengendali NPA karena mudah diisolasi dan diperbanyak.

Tingkat parasitasi jamur *P.lilacinum* berkisar 16-26% dan sifat sebarannya acak.

Ciri-ciri makroskopis dan koloni membentuk miselia udara (kapas). Pada awalnya koloni jamur berwarna putih dan setelah mengalami sporulasi warnanya berubah menjadi violet keabu-abuan. Hifa *P. lilacinum* tampak bersepta, konidia berbentuk bulat hingga oval, dan konidiofor bercabang membentuk fialid (Esser & El-Gholl, 1993) (Gambar 2).



Gambar 2. Bentuk hifa dan konidia (A) dan bentuk koloni (B)

Beberapa isolat *P. lilacinum* dapat hidup pada rentang suhu 8-38°C, dengan suhu tumbuh optimal 26-30°C. *P. lilacinum* juga memiliki toleransi rentang pH yang luas dan dapat tumbuh pada berbagai substrat. *P. lilacinum* telah digunakan sebagai agensia biokontrol untuk mengendalikan nematoda puru akar.

P. lilacinum dapat menjadi entomopatogenik, mikoparasitik, saprofitik dan sebagai nematofagus (Ahmad, 2013).

Beberapa enzim yang dihasilkan oleh *P. lilacinum* seperti serine protease telah diketahui memiliki aktivitas biologi terhadap telur *Meloidogyne* spp. Satu strain *P. lilacinum* diketahui menghasilkan protease dan chitinase, enzim yang dapat melemahkan cangkang telur nematoda sehingga memungkinkan untuk mengeliminasi infeksi pada taraf kecil (Khan dkk., 2004). Menurut Morgan-Jones dkk. (1984) jamur yang dapat menginfeksi nematoda memiliki enzim kitinase yang dapat mendegradasi dinding tubuh nematoda. Selain itu jamur mengekskresi senyawa toksik yang dapat mematikan nematoda. Lapisan kitin dan lemak dinding tubuh nematoda mengalami peluruhan. Selanjutnya jamur menggunakan tubuh nematoda yang kaya karbohidrat dan protein sebagai sumber nutrisi.

P. lilacinum merupakan salah satu jamur tanah yang dapat menimbulkan penyakit pada fitonematoda. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa jamur tanah dapat membentuk koloni pada telur nematoda puru akar dan nematoda kista (Adnan dkk., 1998). Jatala (1986) melaporkan bahwa pada perakaran kentang di Peru, banyak telur *M. incognita* yang terkoloni oleh *P. lilacinum* dan jamur ini ternyata juga mengkoloni betina dewasa dan kista *Globodera pallida*.

P. lilacinum bersifat saprofitik dan saprobik. Dalam peran saprofitiknya, jamur ini dapat membantu penguraian bahan organik di tanah. Sifat saprobik artinya jamur dapat hidup di berbagai habitat termasuk yang dibudidayakan ataupun tidak seperti tanah, hutan, rumput, gurun dan endapan lumpur. Dengan demikian memungkinkan penyebaran jamur *P. lilacinum* menjadi sangat luas (de Hoog dkk., 2000 dalam Ahmad, 2013).

P. lilacinum selain bersifat parasitik bagi telur nematoda ternyata juga memiliki keunggulan berupa membantu meningkatkan produksi tanaman. Seenivasan dkk. (2007) melaporkan, *P. lilacinum* mampu menekan 68,2% nematoda yang menginfeksi akar serta meningkatkan produksi tanaman sebesar 88,2%. Atlas (1993 dalam Swibawa, 1991) mengemukakan bahwa *P. lilacinum* menghasilkan enzim yang berperan dalam degradasi bahan organik tanah. Bahan organik tanah dimanfaatkan tanaman sebagai sumber unsur hara dalam proses pertumbuhan tanaman.

III BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di rumah kaca dan Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian dilaksanakan mulai bulan September 2018 sampai dengan Mei 2019.

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu meteran, gunting, penggaris, mikroskop stereo binokuler (Leica EZ40 HD), cawan petri, *drigalsky*, bunsen, erlenmeyer, *hand counter*, timbangan analitik, *Laminar Air Flow* (LAF), saringan (ukuran 1 mm, 53 μ m, dan 38 μ m), pipet tetes, *autoclave*, oven, tabung reaksi, botol 250 ml, *micropipet*, bor gabus, rotamixer, dan *beaker glass*.

Sedangkan bahan-bahan yang digunakan berupa akar tanaman terserang nematoda *Meloidogyne* spp., isolat jamur *Purpureocillium lilacinum* (Tabel 1), media air kentang, tali rapih, polybag, kantong plastik, *Potato Sukrose Agar* (PSA), kertas label, *plastic wrap*, asam laktat, aluminium foil, alkohol 70%, *aquades*, tisu, tanah, pasir, pupuk NPK (15:15:15), dan benih tomat (varietas Victory).

Tabel 1. Isolat *Purpureocillium lilacinum* yang digunakan

Nama Isolat	Asal Isolat
B01TG	Kebun Petani Tanggamus (Haryani, 2018)
Bio P	PT GGP Lampung Tengah (Hibah dari PT GGP)
B3010	PT NTF Lampung Timur (Saputri, 2017)
B4120 X	PT NTF Lampung Timur (Saputri, 2017)
B4120 G	PT NTF Lampung Timur (Haryani, 2018)

3.3 Metode Penelitian

Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan enam (6) perlakuan yaitu, kontrol dan 5 isolat jamur *P. lilacinum* yang berasal dari koleksi sebelumnya yaitu Bio P, B4120X, B3010, B4120G dan B01TG (Tabel 1), masing-masing perlakuan diulang sebanyak lima kali. Tata letak satuan percobaan disajikan pada Gambar 3. Percobaan uji kemampuan jamur dalam menekan nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) ini dilakukan di rumah kaca menggunakan tanaman uji tomat. Sebagai satuan percobaan adalah tanaman tomat yang ditanam pada polybag 3 kg dan diinvestasi nematoda sebanyak ± 2000 telur nematoda dan diberi perlakuan suspensi spora jamur *P. lilacinum* sebanyak 1 ml suspensi dengan kerapatan 10^8 konidia/ml pada setiap perlakuan.

Bio P U4	B3010 U5	B41G U5	B3010 U4	Kontrol U3
B412G U3	B412X U4	B412X U5	B01TG U3	B01TG U4
Kontrol U2	B01TG U5	Bio P U2	B412X U1	B412G U2
B01TG U1	B412X U2	B3010 U3	Kontrol U2	Bio P U3
Bio P U5	Kontrol U1	B01TG U2	B412X U3	B3010 U1
B3010 U2	B412G U4	Kontrol U5	Bio P U1	B412G U1

Gambar 3. Tata Letak Petak Satuan Percobaan.
U1= Ulangan 1, U2= Ulangan 2, U3= Ulangan 3, U4=Ulangan 4, dan
U5= Ulangan 5

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Penyiapan Isolat Jamur *Purpureocillium lilacinum*

3.4.1.1 Pembuatan Media PSA

Pembuatan media PSA sebanyak 1 liter dilakukan dengan langkah sebagai berikut. Kentang ditimbang sebanyak 200 g lalu dimasak dengan 1 liter *aquades* hingga mendidih. Ekstrak kentang dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang berisi gula pasir 20 g dan agar batang 20 g, ditutup menggunakan *aluminium foil*. Setelah itu, erlenmeyer dimasukkan ke plastik tahan panas dan disterilkan menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 15 menit. Asam laktat sebanyak 1,4 ml dimasukan ke dalam media untuk mencegah media

terkontaminasi oleh bakteri dan selanjutnya dituang secukupnya ke dalam cawan petri.

3.4.1.2 Peremajaan Isolat *P.lilacinum*

Isolat yang dipakai merupakan hasil penelitian sebelumnya (Saputri, 2017) yang disimpan di laboratorium dan diremajakan. Peremajaan isolat dilakukan dengan cara memindahkan jamur *P.lilacinum* menggunakan jarum ose dari media yang lama ke media PSA yang baru.

3.4.1.3 Pembuatan Suspensi Jamur *P.lilacinum*

Pembuatan suspensi jamur *P.lilacinum* dilakukan dengan memanen spora *P.lilacinum*. Pemanenan dilakukan dengan cara sebanyak 10 ml air steril dituang ke dalam cawan petri berisi isolat jamur *P.lilacinum* berumur 2-3 minggu. Selanjutnya, spora *P.lilacinum* dipanen dengan menggunakan *drigalsky*, setelah semua spora dipanen kemudian dimasukkan dalam tabung reaksi lalu dihomogenkan menggunakan rotamixer.

Sebanyak 1 ml suspensi diambil dari larutan stok menggunakan pipet dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml air steril, selanjutnya dihomogenkan dengan rotamixer. Hasil pengenceran ini disebut dengan pengenceran pertama 10^{-1} . Kegiatan pengenceran tersebut dilakukan berulang-ulang sampai pengenceran ke delapan 10^{-8} .

3.4.2 Penyiapan Media Tanam

3.4.2.1 Media tanam

Media tanam yang terdiri dari campuran tanah dan pasir (3:1) dimasukkan ke dalam plastik tahan panas. Kemudian tanah yang telah dicampur dengan pasir tersebut dikukus selama tiga jam supaya steril. Media tanam yang telah steril dimasukkan ke dalam polybag ukuran 3 kg sebanyak 2,5 kg tanah per polybag.

3.4.2.2. Penanaman Tanaman Tomat

Penyemaian benih tomat varietas Victory dilakukan di sebuah nampan yang telah diberi tanah steril. Setelah tanaman berumur 2 minggu, dilakukan pindah tanam ke polybag yang telah berisi tanah steril.

3.4.3 Penyiapan Telur Nematoda

Telur nematoda yang digunakan berasal dari perakaran tanaman jambu biji yang terserang *Meloidogyne* spp. Akar yang terserang nematoda dicuci bersih terlebih dahulu dengan air, lalu akar dipotong-potong kecil dengan ukuran ± 1 cm. Akar yang telah dipotong kecil-kecil dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang telah berisi larutan klorok dan diaduk/dikocok selama ± 10 menit. Penyaringan dilakukan secara bertahap pada saringan 1 mm, 53 μm , dan 38 μm . Telur nematoda yang telah tersaring pada saringan 38 μm dibilas dengan *aquades* untuk menghilangkan larutan klorok dan dimasukkan ke dalam *beaker glass*. Hasil saringan tersebut diamati menggunakan mikroskop stereo untuk dihitung jumlah telur pada setiap 2 ml/air hasil saringan dan penghitungan diulang sebanyak 5 kali.

3.4.4 Inokulasi Isolat Jamur dan Nematoda

3.4.4.1 Inokulasi Isolat Jamur *P.lilacinum*

Inokulasi jamur *P.lilacinum* dilakukan sehari sebelum tanaman tomat yang telah berumur 2 minggu dipindah tanam ke polybag. *P.lilacinum* yang telah dilakukan pengenceran 10^8 diambil sebanyak 1 ml dan dimasukkan ke dalam lubang dengan kedalaman ± 5 cm pada polybag yang telah berisi tanah dengan menggunakan *micropipet*.

3.4.4.2 Inokulasi Nematoda *Meloidogyne* spp.

Satu minggu setelah inokulasi suspensi jamur *P.lilacinum*, telur nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) diinokulasikan ke tanaman tomat sebanyak ± 2000 telur per polybag. Telur nematoda yang berada di dalam erlenmeyer diambil dan dimasukkan ke daerah rizozfer pertanaman tomat tersebut dengan menggunakan *micropipet*.

3.4.5 Perawatan Tanaman

Penyiraman dilakukan setiap hari, pemupukan menggunakan pupuk NPK (15:15:15) sebanyak 30 gr/ tanaman. Pemberian pupuk dilakukan sebanyak 3x dan masing-masing 10 g setiap pemupukan yaitu pada minggu ke 2, minggu ke 5 dan minggu ke 8.

3.4.6 Variabel Pengamatan

Selama masa pertumbuhan tanaman variabel yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, brangkasan dan hasil panen. Setelah tanaman dipanen dilakukan pengamatan kerusakan akar, dan populasi nematoda dalam tanah, dan akar.

3.4.6.1 Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman diukur setiap satu minggu setelah diaplikasi nematoda hingga tanaman dipanen. Pengukuran dilakukan dari atas permukaan tanah sampai dengan daun tertinggi tanaman tomat dengan menggunakan meteran.

3.4.6.2 Jumlah Daun

Jumlah daun tanaman tomat dihitung setiap minggu setelah aplikasi nematoda hingga tanaman dipanen. Penghitungan jumlah daun dilakukan dengan cara menghitung jumlah daun setiap tanaman.

3.4.6.3 Brangkasan Basah dan Brangkasan Kering

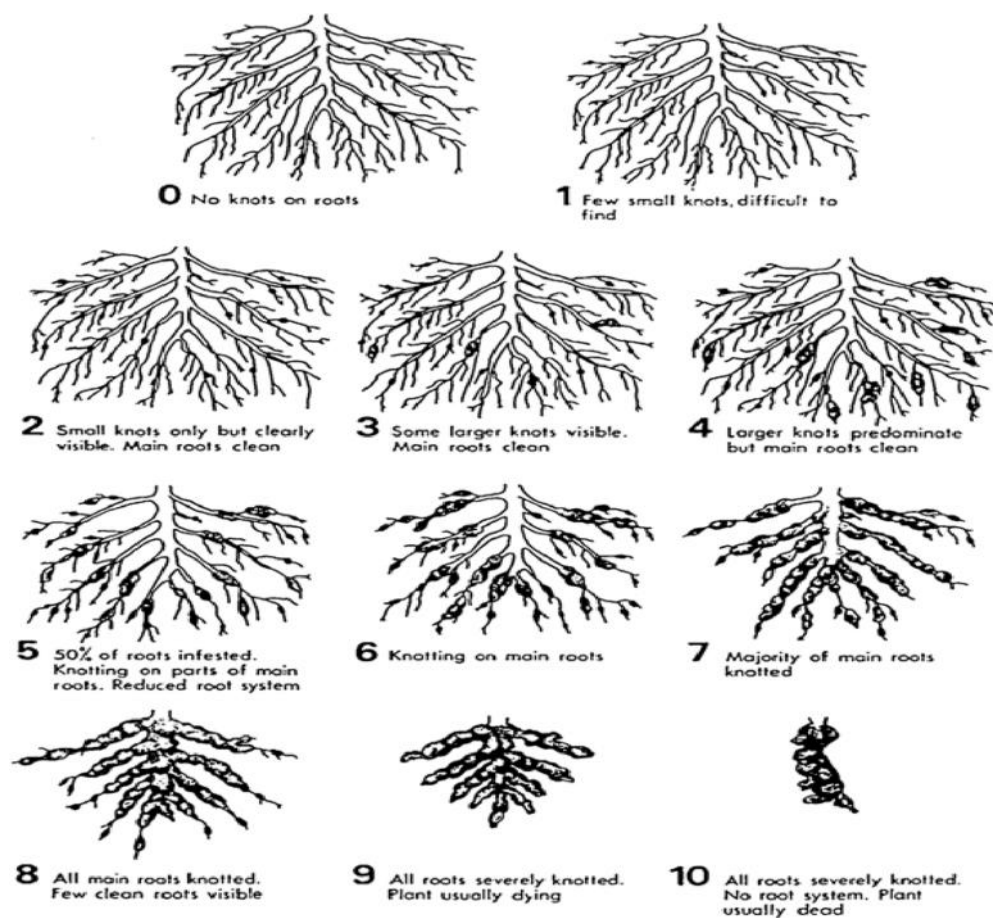
Penimbangan brangkasan tajuk atas dan akar pada tanaman tomat dilakukan setelah panen. Bobot brangkasan basah tajuk atas dan akar ditimbang dengan satuan ukuran gram (g). Setelah ditimbang, tanaman dipotong menjadi beberapa bagian dan dimasukkan ke dalam amplop. Selanjutnya di oven pada suhu 80°C selama 3 hari. Setelah dioven, bobot kering brangkasan tajuk atas dan akar tersebut ditimbang menggunakan timbangan analitik.

3.4.6.4 Berat dan Jumlah Buah Tanaman Tomat

Panen dilakukan saat tanaman tomat telah berumur 90 hst dan warna buah sudah berubah warna dari hijau menjadi merah. Kemudian setiap buah per tanamannya ditimbang untuk mengetahui hasil panen setiap tanaman tomat

3.4.6.5 Penentuan Indeks Tingkat Kerusakan Akar Tanaman Tomat

Tingkat kerusakan akar tanaman tomat akibat serangan nematoda puru akar diberi skor menggunakan skala Zeck yaitu 0 sampai dengan 10 (Tabel 2). Sampel akar dicuci hingga bersih, kemudian kerusakan akar berupa puru yang terbentuk dibandingkan dengan gambar skala menurut Zeck (1971 dalam Hay dkk., 2014).



Gambar 4. Kriteria kerusakan akar berdasarkan skala Zeck

Tabel 2. Tingkat kerusakan akar terserang nematoda puru akar skala (Zeck, 1971 dalam Hay dkk., 2014)

Skala	Kriteria Terbentuknya Puru Akar
0	Sistem akar sehat tanpa puru
1	Terdeteksi sedikit sekali puru kecil (2%) dengan pengamatan seksama
2	Sangat jelas tampak telah terbentuk banyak puru kecil (4%).
3	Terdapat banyak puru kecil, beberapa menyatu dan tumbuh menjadi lebih besar tetapi belum mempengaruhi fungsi akar
4	Terdapat banyak puru kecil dan beberapa puru besar, tetapi sebagian besar akar masih berfungsi.
5	Sekitar 50 % sistem perakaran sudah tidak berfungsi karena puru yang parah.
6	Puru membesar di bagian akar utama dan sekelilingnya.
7	Sebesar 75% sistem perakaran tidak berfungsi karena puru yang parah.
8	Tidak ada akar sehat tersisa, pertumbuhan pucuk terganggu, tetapi tanaman masih tampak hijau.
9	Sistem perakaran dan puru membusuk, tanaman mati.
10	Tanaman dan akar mati.

3.4.7 Analisis Data

Data yang diperoleh yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, brangkasan tomat, hasil panen, jumlah buah, dan skoring akar dianalisis ragam (ANARA) pada taraf 5%. Setelah berbeda nyata, dilakukan pemisahan nilai tengah menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan, maka dapat diambil simpulan bahwa :

1. Aplikasi 5 isolat jamur *Purpureocillium lilacinum* yang ditemukan di Lampung mempengaruhi performa tanaman tomat yang lebih baik dibandingkan tanaman kontrol yang telah diinvestasi nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.).
2. Jamur *Purpureocillium lilacinum* isolat B01TG merupakan isolat yang terbaik dibandingkan isolat jamur lainnya. Tanaman tomat yang diberi isolat B01TG memiliki tinggi tanaman 167,44 cm; jumlah daun 279,60 helai; skor akar minimum 1 dan maksimum 3; brangkasan tajuk atas tanaman tomat bobot basah 169,27 g dan kering 31,81 g; kemudian akar tanaman tomat bobot basah 22,81 g dan kering 3,34 g; bobot buah 369,57 g dan jumlah buah 24,40.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, Penulis memberi saran pada penelitian selanjutnya untuk melakukan uji patogenisitas jamur *Purpureciliium lilacinum* isolat B01TG dengan konsentrasi aplikasi yang berbeda untuk mengetahui konsentrasi yang tepat dalam pengaplikasian jamur tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, A.M., R. Suseno, S. Tjitrosoma, S. Hadi, S. Wardoyo, & A. Rambe. 1998. Pengaruh Intensitas Ganda *Meloidogyne incognita* dan Cendawan Pengkoloni Nematoda Puru Akar Pada Pertumbuhan Kedelai. *Buletin Hama dan Penyakit Tumbuhan*. 10(1): 29-37.
- Agrios, G.N. 1996. *Ilmu Penyakit Tumbuhan (Terjemahan Munzir Busnia)*. Edisi Ketiga. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Ahmad, R. Z. 2013. Kapang *Paecilomyces lilacinus* dan *Verticillium chlamydosporium* sebagai Pengendali Hayati Fasciolosis. *WARTAZOA*. 23(3): 135-141.
- Bartlem, D.G., M.G.K. Jones, U.Z. Hammes. 2013. Vascularization and Nutrient Delivery at Root-knot Nematode Feeding Sites in Host Roots. *Journal of Experimental Botany*. 65(7): 1789-1798.
- Baker, K.F. 1987. Evolving concepts of biological control of plant pathogens. *Annual Review of Phytopathology*. 25: 67-85.
- Chen, S.Y. & D.W. Dickson. 2004. Biological Control of Nematodes by Fungal Antagonist, p. 979 –1025. In Z.X. Chen, S.Y. Chen, & D.W. Dickson (eds.), *Nematology Advances and Perspectives Vol. II: Nematode Management and Utilization*. CAB Publishing. USA.
- Dropkin, V.H. 1992. *Pengantar Nematologi Tumbuhan (Terjemahan Supratoyo)*. Edisi Kedua. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta .
- Esser, R.P. & N.E. El-Gholl. 1993. *Paecilomyces lilacinus* a Fungus Parasitizes Nematode Eggs. Nematology Circular, Fla. Dept. Agric and Consumer Serv. Division of Plant Industry. No. 203, March-April 1993.

- Gortari, M.C. & R.A. Hours 2008. Fungal Chitinases and their Biological Role in the Antagonism onto Nematode Eggs. A review. *Mycological Progress*. 7: 221-238.
- Haryani, M.S. 2019. Identifikasi Molekuler Jamur *Purpureocillium lilacinum* (Syn. *Paecilomyces lilacinus*) dan Uji Patogenisitasnya terhadap *Meloidogyne* spp. pada Tanaman Jambu Kristal. *Skripsi*. Lampung.
- Hay, F., G. Striling, G. Walker, K.O. Keller, J. Cobon, S. Collins, V. Vanstone, S. Bulman & D. Griffin. 2014. *Management of Root-Knot Nematode in Vegetable Crops*. Horticulture Australia Ltd. (HAL). Australia.
- Jatala, P. 1986. Biological Control Of Plant-Parasitic Nematodes. *Annual Reviews Phytopathol*. 24: 453-489.
- Khan, A., K.L. Williams & H.K.M. Nevalainen. 2004. Effects of *Paecilomyces lilacinus* Protease and Chitinase on the Eggshell Structures and Hatching of *Meloidogyne javanica* Juveniles. *Biological Control*. 31(3): 346-352.
- Kotlova, E., N. Ivanova, M. Yusupova, T. Vayushina, N. Ivanushkina & G. Chestukhina. 2007. Thiol-Dependent Serine Proteinase from *Paecilomyces lilacinus*: Purification and Catalytic Properties. *Biochemintry*. 72(1): 117-123.
- Liestiany, E. & E.N. Fikri. 2009. Kemampuan Beberapa Tepung Nabati Mencegah Terjadinya Penyakit Puru Akar Tomat . *Jurnal Entomologi Kalimantan*. 3(2): 1-5.
- Luangsa-Ard, J., J. Houbraken, T. van Doorn, S.B. Hong, A.M. Borman, N.L. Hywel-Jones, R.A. Samson. 2011. *Purpureocillium*, a New Genus for the Medically Important *Paecilomyces lilacinus*. *FEMS Microbiology Letters*. 321: 141–149.
- Luc, M.R.A. Sikora & J. Bridge. 1995. *Nematoda Parasitik Tumbuhan di Pertanian Subtropik dan Tropik*. Alih Bahasa Supratoyo, Penyunting Mulyadi. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

- Manan, A. & A. Munadjat. 2012. Pemanfaatan Jamur Parasit dan Ekstrak Gulma untuk Mengendalikan Nematoda Sista Kuning *Globodera rostochiensis* pada tanaman kentang. *Agrin*. 16(2): 93-100.
- Melakeberhan, H., J.W. Webster, R.C. Brook, J.M. D'Auria, & M. Cacckette. 1987. Effect of *Meloidogyne incognita* on Plants Nutrients Concentrations and its Influences on Plant Physiology of Bean. *Journal of Nematology*. 19(3): 324-330.
- Morgan-Jones, G., J.F. White & R. Rodriguez-Kabana. 1984. Phytonematode Pathology: Ultra-structure Studies. Parasitism of *Meloidogyne arenaria* eggs and larvae by *Paecilomyces lilacinus*. *Nematropica*. 14(1): 57-71.
- Mustika, I. 2005. Konsepsi dan Strategi Pengendalian Nematoda Parasit Tanaman Perkebunan di Indonesia. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. *Perspektif*. 4(1): 20-32.
- Park, J.O, J.R. Hargreaves, E.J. McConville, G.R. Stirling, E.L. Ghisalberti and K. Sivasithamparam. 2004. Production of Leucinostatins and Nematicidal Activity of Australian Isolates of *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson. *Letters in Applied Microbiology*. 38: 271-276.
- Saputri, E.R. 2017. Distribusi Nematoda Puru Akar *Meloidogyne* spp. dan Jamur Parasit *Paecilomyces lilacinus* pada Tanaman Jambu Biji *Psidium guajava* L. di PT Nusantara Tropical Farm. *Skripsi*. Lampung.
- Seenivasan, N., K. Devrajan, & N. Selvaraj. 2007. Management of Potato Cyst Nematodes, *Globodera* spp. Through Biological Control. *Indian Journal of Nematology*. 37(1): 27-29.
- Sereno, P.C. & E.G.J. Danchin. 2014. Parasitic Success Without Sex – the Nematode Experience. *Journal of Evolutionary Biology*. 27 : 1323-1333.
- Sikora, R.A. 1992. Management of The Antagonistic Potential In Agricultural Ecosystems for the Biological Control of Plant Parasitic Nematodes. *Annual Reviews Phytopathol*. 30: 245-270.

- Stirling, G.R. 1991. Biological Control of Plant-Parasitic Nematodes: Progress, Problem, and Prospects. *CABI International*. Wallingford.
- Suciatmih, T. Kartika & S. Yusuf. 2015. *Jamur Entomopatogen dan Aktifitas Enzim Ekstraselulernya*. LIPI. Bogor.
- Sun, M.H., L. Gao, Y.X. Shi, B.J. Li, & X.Z. Liu. 2006. Fungi and Actinomycetes Associated with *Meloidogyne* spp. Eggs and Female in China and their Biocontrol Potential. *Journal of Invertebrate Pathology*. 93: 22–28.
- Susilo, F. X. 2007. *Pengendalian Hayati dengan Memberdayakan Musuh Alami Hama Tanaman*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Swibawa, I.G. 1991. Efek tiga macam pupuk kandang dan jamur *Paecilomyces lilacinus* pada tanaman kedelai terhadap populasi *Meloidogyne incognita*. *Thesis tidak diterbitkan*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Taher, M. 2012. Identifikasi Jenis *Meloidogyne* spp., Penyebab Penyakit Umbi Bercabang Pada Wortel, *Daucus carota* (L.) di Jawa Tengah. *Skripsi*. Bogor.
- Taylor, A. L. & J.N.Sasser. 1978. *Biology, Identification and Control of Root-Knot Nematodes (Meloidogyne sp.)*. North Carolina State University Graphics. USA.
- Wallace, H. R. & Arnold. 1964. *The Biology of Plant Parasitic Nematodes*. St. Martin's Press. New York.
- Winarto, Darnetty & Y. Liswarni. 2017. Potensi Jamur *Paecilomyces* Isolat Lokal Sumatra Barat untuk Pengendalian Nematoda Bengkak Akar (*Meloidogyne* spp.) pada Tanaman Sayuran. *Laporan Akhir Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi*. Universitas Andalas. Padang.
- Wiryadipta, S. 2002. Pengaruh bionematisida berbahan aktif jamur *Paecilomyces lilacinus* strain 251 terhadap serangan *Pratylenchus coffae* pada kopi robusta. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 8(1):18-26.