

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI**



**POTENSI JAMUR *Paecilomyces* ISOLAT LOKAL SUMATERA BARAT UNTUK
PENGENDALIAN NEMATODA BENGGAK AKAR (*Meloidogyne* spp.) PADA
TANAMAN SAYURAN**

TAHUN KE 1 DARI RENCANA 2 TAHUN

TIM PENELITI

**Ir. Winarto, MS. (Ketua, NIDN: 0010056009)
Dr. Ir. Darnetty, MSc. (Anggota, NIDN 0022025809)
Ir. Yenny liswarni, MP. (Anggota, NIDN: 0024016305)**

Dibiayai Oleh:
Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat
Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi
Sesuai dengan Kontrak Penelitian Nomor:059/SP2H/LT/DRPM/IV/2017
Tahun Anggaran 217

**UNIVERSITAS ANDALAS
OKTOBER 2017**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul	Potensi Jamur <i>Paecloromyces</i> Isolat Lokal Sumatera Barat untuk Pengendalian Nematoda bengkak Akar (<i>Meloidogyne</i> spp.) pada Tanaman Sayuran
Peneliti/Pelaksana	
Nama Lengkap	Ir. WINARTO, MS.
Perguruan Tinggi	Universitas Andalas
NIDN	0010056309
Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
Program Studi	Proteksi Tanaman
Nomor HP	081363373344
Alamat surel (e-mail)	winarto@fkiperta.unand.ac.id
Anggota (1)	
Nama Lengkap	Dr. Phil. EARNETTY M.Sc.
NIDN	0022025809
Perguruan Tinggi	Universitas Andalas
Anggota (2)	
Nama Lengkap	Ir. YENNI LISWARNI MP
NIDN	0024016305
Perguruan Tinggi	Universitas Andalas
Institusi Mitra (jika ada)	
Nama Institusi Mitra	-
Alamat	-
Pemanggung Jawab	-
Tahun Pelaksanaan	Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun
Biaya Tahun Berjalan	Rp. 105.000.000
Biaya Keseluruhan	Rp. 225.575.000

Mengetahui,
 Dekan Fakultas Pertanian

 (Dr. Ir. Murtair Busniah, M.Si)
 NIP/NIK 196406081999031001

Padang, 30/10/2017
 Ketua

 (Ir. WINARTO, MS.)
 NIP/NIK 196005101987021002

Menyetujui,
 Ketua LPPM Univ. Andalas


 (Dr. Ing. Bambang Gatot S. Dinata, MT)
 NIP/NIK 196507091992031005

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR	v
RINGKASAN	vi
I. PENDAHULUAN	1
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
III. METODE PENELITIAN	8
IV. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI.....	13
V. PEMBAHASAN.....	17
VI. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA.....	19
VII. KESIMPULAN DAN SARAN.....	20
DAFTAR PUSTAKA	21

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Luas koloni dan sporulasi masing-masing isolat jamur <i>Paecilomyces</i> yang berumur 14 hari pada media PDA.....	15
2. Pengaruh perlakuan masing-masing isolat terhadap terbentuknya bengkak akar, kelompok telur dan telur dalam kelompok telur.....	15
3. Kemampuan penekanan masing-masing isolate jamur terhadap bengkak akar, Kelompok telur, dan jumlah telur tiap kelompok telur.....	16

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Roadmap penelitian	7
2. Alir Penelitian pada tahun I dan tahun II.....	8
3. Bentuk koloni dan mikroskopis jamur <i>Paecilomyces</i> yang ditemukan.	13
4. Telur Nematoda Bengkak Akar (<i>Meloidogyne</i> spp.) terparasit jamur <i>Paecilomyces</i>	14

RINGKASAN

Jamur *Paecilomyces* merupakan jamur antagonis yang dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan bionematisida untuk pengendalian Nematoda Bengkak Akar (*Meloidogyne* spp.) . Jamur *Paecilomyces* mempunyai aktivitas antagonistik sebagaiparasit telur, larva maupun dewasa dari nematoda. Pemanfaatan isolat lokal sangat potensial digunakan untuk pengendalian nematoda parasit khususnya Nematoda Bengkak Akar. Kondisi lingkungan asal jamur antagonis berpengaruh terhadap kemampuan atau patogenisitas dari masing-masing isolat jamur. Untuk mendapatkan jamur *Paecilomyces* sebagai bionematisida yang unggul untuk mengendalikan nematoda bengkak perlu koleksi isolat dari berbagai daerah asal dengan kondisi lingkungan yang berbeda. Target khusus penelitian tahun I adalah mendapatkan isolat lokal jamur *Paecilomyces* yang mempunyai patogenisitas tinggi dan kemampuan reproduksi yang tinggi setelah diaplikasikan ke tanah

Hasil penelitian mendapatkan 10 isolat jamur *Paecilomyces* dari beberapa daerah di Sumatera Barat sebagai parasit telur nematoda bengkak akar dan memiliki karakter morfologi maupun fisiologi yang berbeda. Isolat AP2 dari Alahan Panjang, kab. Solok mempunyai koloni yang paling luas yaitu 61.84 cm², sedang isolat AP1.2 menghasilkan konidia yang paling tinggi yaitu 9.5 x 10⁵ per ml. Isolat AP1.2 mempunyai kemampuan mengendalikan nematoda bengkak akar yang paling tinggi dilihat dari terbentuknya bengkak akar, kelompok telur maupun jumlah telur yang dihasilkan.

I. PENDAHULUAN

Salahsatu kendala dalam peningkatan produksi tanaman sayuran khususnya tanaman tomat adalah nematoda parasit tanaman. Diantara nematoda parasit yang paling penting adalah Nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.) . Nematoda bengkak akar merupakan parasit tanaman yang menjadi hambatan dalam peningkatan produksi tanaman. Nematoda bengkak akar dapat menyerang lebih dari 2000 spesies tanaman budidaya baik tanaman pangan, hortikultura dan perkebunan maupun tanaman hias dengan tingkat serangan yang berbeda-beda. Menurut Wisnuwardana dan Hadisoeganda (1984), penyakit bengkak akar yang disebabkan nematoda bengkak akar merupakan salahsatu hambatan produksi tanaman terutama sayuran di Indonesia dan penyakit ini sudah menyebar di seluruh areal pertanaman sayuran. Banyaknya tanaman inang, penyebarannya yang luas dan siklus hidupnya sebagian di tanah dan juga di dalam akar menyulitkan dalam pengendalian.

Pengendalian nematoda parasit tanaman umumnya masih dilakukan dengan menggunakan pestisida berupa insektisida yang sekaligus bisa digunakan sebagai nematisida. Penggunaan bahan kimia secara terus menerus dalam pengendalian nematoda dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, resurgensi karena matinya musuh alami dan resistensi nematoda terhadap bahan kimia. Untuk menghindari dampak tersebut maka konsep pengendalian hama terpadu (PHT) merupakan alternatif yang tepat, karena PHT bertujuan membatasi penggunaan pestisida seminimal mungkin tetapi sasaran kualitas dan kuantitas produksi pertanian masih dapat dicapai. Pengurangan penggunaan pestisida sekaligus akan mengurangi residu pestisida sehingga produk yang dihasilkan bisa lebih kompetitif di pasar. Dalam PHT pemberdayaan musuh alami dan potensi biologi lainnya merupakan komponen utama, karena musuh alami mempunyai peranan yang penting dalam penekanan populasi hama dan menjaga keseimbangan ekosistem. Oleh karena itu musuh alami yang sudah ada pada ekosistem setempat perlu dijaga kelestariannya dan upaya meningkatkan peranannya dalam pengendalian nematoda perlu dilakukan.

Nematoda bengkak akar mempunyai banyak musuh alami, di antara musuh-musuh alami yang potensial yang dapat digunakan untuk pengendalian nematoda bengkak akar adalah jamur antagonis, salahsatunya adalah *Paecilomyces* yang dapat mengendalikan nematoda dengan cara sebagai parasit telur, larva maupun dewasa. Pemanfaatan jamur antagonis untuk pengendalian nematoda parasit khususnya nematoda bengkak akar merupakan pilihan teknologi yang tepat untuk dikembangkan. Hal ini disebabkan karena jamur antagonis merupakan organisme yang sudah tersedia secara alami di alam dan mempunyai habitat yang sama dengan nematoda parasit tanaman, tidak berbahaya terhadap

lingkungan, mudah diperbanyak pada media buatan dengan biaya yang murah, mudah diaplikasikan, akan berkembang secara alami dan mampu bertahan karena apabila tidak ada inang nematoda maka akan bersifat saprofit dalam tanah.

Hasil survei di beberapa sentra produksi tanaman sayuran di Sumatera Barat yaitu Kabupaten Solok, Agam dan Tanah Datar, ternyata penyakit bengkak akar yang disebabkan oleh nematoda *Meloidogyne* spp. sudah menyebar dan menurunkan produksi. Hasil wawancara dengan petani menunjukkan bahwa penyakit bengkak akar sudah menurunkan produksi sekitar 40-50%.

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan isolat lokal jamur *Paecilomyces* yang mempunyai patogenisitas tinggi dalam mengendalikan nematoda bengkak akar, mampu berkembangbiak secara maksimal serta bertahan dalam penyimpanan atau dalam tanah sehingga aktivitasnya akan meningkat, dapat dengan mudah diaplikasikan, dikembangkan dan terjaga daya antagonistiknya terhadap nematoda parasit tanaman khususnya nematoda bengkak akar, dengan demikian akan didapat suatu teknologi yang tepat yang berbahan dasar jamur *Paecilomyces* untuk pengendalian nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.).

Pemanfaatan jamur antagonis seperti *Paecilomyces* untuk pengendalian nematoda parasit tanaman khususnya nematoda bengkak akar merupakan alternatif yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia karena sumber isolat mudah didapat, keragaman jenisnya banyak, perbanyakannya mudah dilakukan pada bahan yang murah dan aplikasinya di lapangan bisa bersamaan dengan pemberian kompos atau pupuk kandang dan mampu bertahan di dalam tanah sebagai saprofit.

Penelitian mengenai potensi pemanfaatan jamur antagonis terhadap nematoda terutama yang berasal dari isolat lokal Sumatera Barat untuk pengendalian nematoda bengkak akar belum banyak dilakukan. Penelitian sudah dilakukan untuk mendapatkan jamur antagonis terhadap nematoda bengkak akar yang berasal dari Sumatera Barat. **Hasil penelitian Winarto, Trizelia dan Liswarni (2013)** mendapatkan bahwa jamur *Paecilomyces* mempunyai kemampuan antagonistik yang paling tinggi terhadap nematoda bengkak akar dibandingkan dengan *Fusarium*, *Trichoderma*, *Penicillium*, *Chaetomium* dan *Aspergillus*. **Hasil penelitian Liswarni (2014)** didapatkan bahwa jamur *Paecilomyces* yang berasal dari isolat Tanah Datar mempunyai kemampuan menekan bengkak akar sebesar 51.41% dan menekan nematoda dalam tanah sebesar 72.09%. **Berdasarkan hasil tersebut perlu ditindaklanjuti untuk mencari isolat spesifik lokasi dari daerah lain yang mempunyai**

kemampuan yang lebih tinggi sehingga bisa dijadikan isolat lokal yang unggul sebagai bionematisida.

Isolat *Paecilomyces* yang diisolasi dari daerah dengan kondisi lingkungan berbeda, mempunyai patogenitas yang berbeda. Hal ini akan mempengaruhi efektivitasnya dalam mengendalikan nematoda bengkak akar. Isolat *Paecilomyces* yang berbeda memiliki keragaman genetik berbeda yang disebabkan oleh pengaruh lingkungan dimana ia tumbuh, dalam jangka waktu yang lama. Kondisi genetik mempengaruhi kondisi fisiologis jamur, diantaranya aktivitas metabolisme dan sekresi enzim, sehingga isolat yang berbeda daerah asalnya mempunyai patogenitas yang berbeda.

Salah satu faktor yang penting dalam menunjang keberhasilan pengendalian hayati nematoda bengkak akar dengan menggunakan jamur sangat ditentukan oleh kemampuan berkembangbiak, adaptasi dan juga kemampuan bertahan jamur di lapangan. Kemampuan berkembangbiak dan bertahan suatu jamur juga ditentukan antara lain oleh adanya media yang cocok untuk perkembangbiakan dan faktor lingkungan. Selain itu waktu aplikasi juga menentukan tingkat keberhasilan dalam menekan organisme target. Untuk itu perlu dikaji bagaimana reproduksinya di lapangan setelah aplikasi, daya patogenitasnya, dan sekaligus uji aplikasi jamur di lapangan untuk mengetahui isolat jamur yang unggul. Isolat yang mampu berkembang cepat dan mempunyai daya adaptasi dan daya tahan dalam tanah yang baik akan mampu menekan perkembangbiakan nematoda bengkak akar dalam tanah.

Penelitian ini sesuai dengan Rencana Induk Penelitian Universitas Andalas dalam bidang Pertanian dan Peternakan dimensi Ketahanan pangan difokuskan dalam Pengelolaan Hama dan Penyakit Tanaman. Penelitian ini diharapkan menghasilkan suatu teknologi pengelolaan hama dan penyakit dengan bahan dasar lokal sehingga dapat meningkatkan produksi tanaman sayuran di Sumatera Barat. Rencana Target Capaian Tahunan penelitian ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Rencana Target Capaian Tahunan

No.	Jenis Luaran		Indikator Capaian	
			TS	TS+1
1	Publikasi Ilmiah	Internasional	Tidak ada	Tidak ada
		Nasional terakreditasi	Draf	Submitted
2	Pemakalah dalam temu ilmiah	Internasional	Tidak ada	Tidak ada
		Nasional	Draf	Terdaftar
3	<i>Invited speaker</i>	Internasional	Tidak	Tidak ada

	dalam temu ilmiah	Nasional	Tidak ada	Tidak ada
4	<i>Visiting Lecturer</i>	International	Tidak ada	Tidak ada
5	Hak Kekayaan Intelektual	Paten	Tidak ada	Tidak ada
		Paten sederhana	Tidak ada	Tidak ada
		Hak cipta	Tidak ada	Tidak ada
		Merek dagang	Tidak ada	Tidak ada
		Rahasia dagang	Tidak ada	Tidak ada
		Design produk industri	Tidak ada	Tidak ada
		Indikasi geografis	Tidak ada	Tidak ada
		Perlindungan varietas tanaman	Tidak ada	Tidak ada
		Perlindungan topografi sirkuit terpadu	Tidak ada	Tidak ada
6	Teknologi tepat guna		Tidak ada	Tidak ada
7	Model/Purwarupa/Disain/Karya seni/rekayasa sosial		Tidak ada	Tidak ada
8	Buku ajar (ISBN)		Draft	Draft
9	Tingkat kesiapan teknologi		Skala 1	Skala 2

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pengendalian nematoda bengkak akar masih menemui beberapa kendala sehingga kurang berhasil . Beberapa kendala tersebut antara lain adalah nematoda bengkak akar mempunyai penyebaran yang luas di seluruh areal pertanaman dengan aktif bergerak dalam tanah, bersifat polifag sehingga hampir seluruh tanaman budidaya merupakan inang. Sehingga program rotasi tanaman kurang berhasil menurunkan populasi nematoda dalam tanah dan juga dapat bertahan dalam kondisi yang kurang baik karena telur berada dalam masa telur berupa gelatin. Usaha menciptakan tanaman tahan terhadap nematoda belum banyak dilakukan dan secara alami tidak banyak tanaman yang tahan terhadap nematoda. Penggunaan bahan kimia kurang efisien dan membutuhkan biaya yang mahal karena keberadaan nematoda dalam tanah dengan penyebaran yang luas maka aplikasi bahan kimia ke dalam tanah membutuhkan jumlah yang besar. Pengetahuan petani terhadap nematoda masih rendah sehingga kerusakan tanaman akibat nematoda dianggap masih biasa karena tanaman yang terserang nematoda bengkak akar jarang mengalami kematian (Winarto, 1991).

Berdasarkan adanya beberapa kendala dalam pengendalian seperti tersebut di atas maka perlu dicari cara yang lebih efektif dengan biaya murah, mudah dikembangkan dan dapat berkembang dengan sendirinya di alam dan ramah lingkungan. Salahsatu cara tersebut adalah pengendalian hayati terhadap nematoda yaitu pengendalian dengan memanfaatkan musuh alami jamur antagonis baik bersifat parasit dan predator maupun patogen terhadap nematoda bengkak akar. Menurut Mustika dan Ahmad (2004) salahsatu musuh alami yang potensial adalah jamur yang termasuk kelompok antagonis yaitu jamur nematofagus , yang merupakan alternatif pilihan yang lebih baik dibandingkan dengan cara konvensional seperti penggunaan bahan kimia maupun cara yang lain. Jamur nematofagus meliputi jamur parasit telur, larva maupun nematoda dewasa dan juga jamur predator terhadap nematoda. Jamur nematofagus merupakan penghuni tanah yang umum terdapat pada berbagai habitat dan jenis tanah serta dapat ditemukan pada daerah tropis dan subtropis. Jamur nematofagus juga merupakan jamur tanah yang dapat bersifat saprofit baik pada bahan organik di lahan pertanian maupun pada sampah dan kotoran ternak. Menurut Elshafie *et al.* (2006), ada sekitar 70 genus dan 160 spesies jamur antagonis dalam tanah yang dapat menyerang dan makan pada larva maupun telur nematoda. Tingkat penyebaran maupun keragaman spesies pada suatu daerah berbeda-beda dipengaruhi oleh jenis tanaman, jenis nematoda parasit dan faktor fisik lingkungan.

Mekanisme antagonistik terhadap nematoda dapat beberapa macam antara lain sebagai parasit, penghasil senyawa kimia yang mematikan nematoda, sebagai pemangsa nematoda dan dapat mengkoloni akar sehingga nematoda tidak mau menginfeksi. Sifat antagonistik cendawan bisa terhadap telur, larva maupun nematoda dewasa. Kelangsungan hidup di alam lebih terjaga karena selain bersifat antagonis terhadap nematoda maka apabila tidak ada nematoda maka bisa bersifat saprofit di dalam tanah. Mengingat tingginya biaya pemakaian nematisida, residu yang kurang baik terhadap lingkungan dan tanaman, siklus hidup nematoda bengkak akar yang sebagian berada di dalam tanah dan sebagian berada di dalam akar sehingga menggunakan bahan kurang efektif maka perlu dikaji pemakaian jamur antagonis sebagai alternatif pengendalian nematoda parasit tanaman khususnya nematoda siste kentang. Identifikasi jenis cendawan yang unggul yang berasal dari beberapa daerah dan juga keragamannya perlu dilakukan karena suatu jenis spesies jamur yang sama tetapi berasal dari kondisi lingkungan yang berbeda kemungkinan mempunyai kemampuan antagonistik yang berbeda.

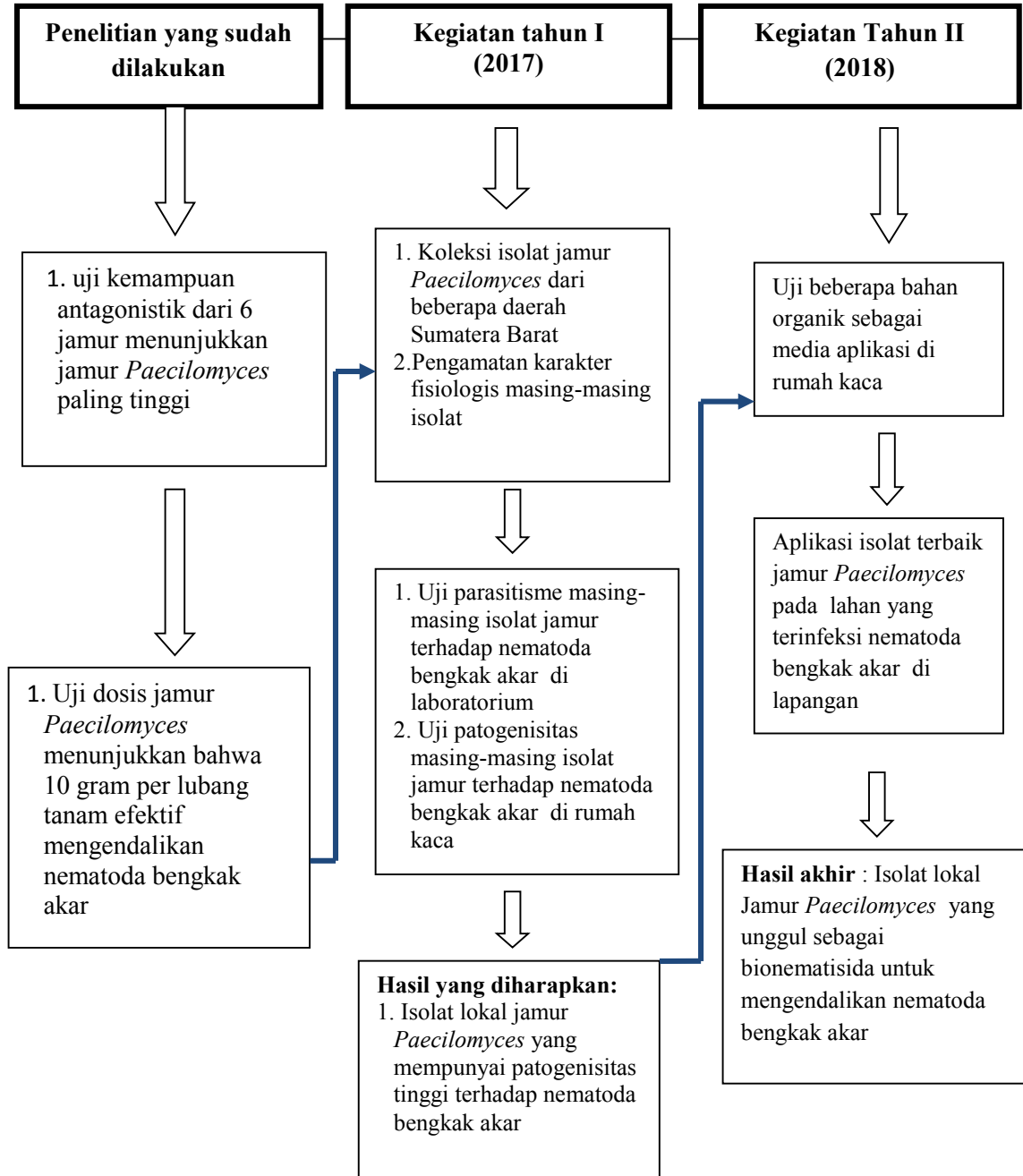
Jamur antagonis merupakan jamur penghuni tanah yang dapat menekan nematoda parasit melalui mekanisme langsung yaitu sebagai parasit telur, larva maupun dewasa. Selain itu juga sebagai perangkap dengan membentuk hifa perangkap berupa lingkaran atau jaring (<http://agroecology.ifas.ufl.edu/Beneficial%20soil%20fungi.htm>).

Beberapa penelitian yang telah dilakukan sampai saat ini antara lain oleh Adnan (1991) telah mengisolasi jamur penghuni tanah dan mendapatkan 6 genus jamur yaitu *Hyaloflora*, *Fusarium*, *Gliocladium*, *Scitalidium* dan *Paecilomyces* yang dapat mengkoloni nematoda *Meloidogyne* spp. dan dapat menekan populasi nematoda dalam akar dan tanah. Sarah (1991) menyatakan bahwa jamur *Gliocladium* dapat menekan serangan nematoda bengkak akar pada batas populasi tertentu. Nazarudin dan Mustika (1996) menyatakan bahwa beberapa jamur yang potensial untuk digunakan sebagai agen pengendali hayati nematoda parasit pada tanaman antara lain *Arthrobotrys* spp., *Catenaria* spp., *Dactylella* spp., dan *Verticillium* spp. Winarto (1996) mendapatkan jamur yang diisolasi dari kelompok telur nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.) yaitu *Fusarium*, *Paecilomyces*, dan *Gliocladium*. Setelah diuji ternyata merupakan parasit telur dan pada pengujian selanjutnya ternyata jamur tersebut dapat menekan bengkak akar, jumlah nematoda dalam akar dan jumlah masa telur yang terbentuk, dan yang paling efektif dari ketiga jamur tersebut adalah *Paecilomyces*.

Menurut Mulyadi *et al.* (1991), salahsatu spesies jamur *Paecilomyces* yaitu *Paecilomyces lilacinus* adalah parasit telur nematoda yang efektif untuk mengendalikan nematoda bengkak akar maupun nematoda siste. Jamur tersebut juga efektif untuk

pengendalian nematoda parasit lain di daerah tropika maupun subtropika pada berbagai tanaman.

Gambar 1. Roadmap penelitian

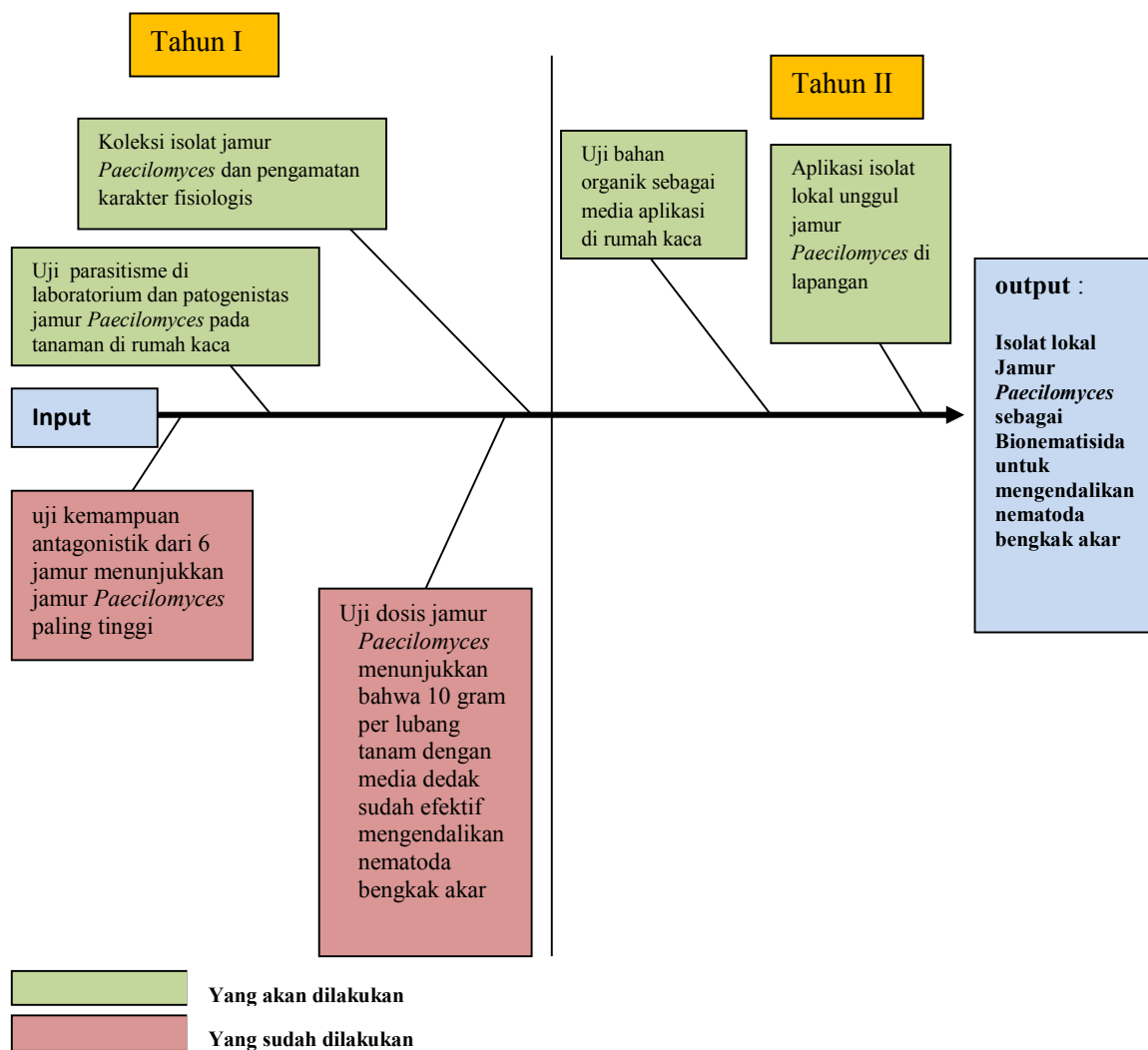


III. METODE PENELITIAN

1. Tempat dan Waktu

Penelitian akan dilakukan di laboratorium, rumah kaca dan di lahan petani sayuran . Penelitian di laboratorium dilakukan di laboratorium Mikologi, Nematologi dan rumah kaca Jurusan hama dan penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Unand. Penelitian lapangan dilakukan di lahan petani yang terinfeksi oleh nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp. Di Alahan panjang, Lembah Gumanti Kabupaten Solok. Penelitian dilakukan selama 2 tahun dan dimulai pada bulan April 2017 sampai November 2018. Bagan alir penelitian dapat dilihat dapat dilihat pada gambar 1.

Gambar 2. Alir Penelitian pada tahun I dan tahun II



2. Tahapan Penelitian

Tahun I: Koleksi isolat, uji parasitisme , pengamatan karakter fisiologis dan patogenisitas jamur *Paecilomyces*

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian tahun I adalah untuk mendapatkan isolat jamur *Paecilomyces* yang mempunyai patogenisitas paling tinggi.

1. Pengambilan sampel tanah dan isolasi jamur

Sampel diambil dari dari tanah perakaran tomat yang terserang dan yang tidak terserang nematoda bengkak akar di sentra produksi tomat Sumatera barat yaitu di Kabupaten Agam, Solok dan Tanah datar. Pada masing kabupaten dipilih Kecamatan dan Nagari yang mempunyai lahan terluas tanaman tomat dan untuk masing-masing Nagari dipilih dua lokasi tanaman tomat yang terserang maupun tidak terserang nematoda bengkak akar untuk pengambilan contoh.

1.a. Isolasi jamur dari tanah

Tanah diambil pada kedalaman antara 10-15 cm di perakaran tomat yang terserang *Meloidogyne* spp. sebanyak kurang lebih 500 gr kemudian dimasukkan dalam kantong plastik dan dibawa ke laboratorium. Isolasi jamur dilakukan dengan mengambil 10 gram contoh tanah kemudian dimasukkan ke dalam 90 ml H₂O steril dalam tabung Erlenmeyer kemudian dikocok dengan alat pengocok (*Shaker*) selama 30 menit. Suspensi tanah yang diperoleh diencerkan sampai 10⁻³ dan 10⁻⁴. Satu milliliter suspense dari masing-masing pengenceran dimasukkan ke dalam cawan Petri steril, kemudian dituangi lebih kurang 10 mililiter media Agar Kentang Dekrose (AKD) ditambah khloramfenikol (AKD- khloramfenikol). Biakan ini diinkubasikan pada suhu kamar selama 3-5 hari. Tiap koloni jamur yang muncul diisolasi pada media AKD dalam cawan Petri sampai diperoleh biakan murni.

1.b. Isolasi jamur dari kelompok telur nematoda

Kelompok telur nematoda diambil dari akar tanaman yang menunjukkan gejala bengkak akar yang diambil dari lokasi yang sama dengan pengambilan sampel tanah. Kelompok telur dicuci dan disterilisasi permukaan dengan menggunakan alkohol. Untuk mengisolasi jamur yang menginfeksi kelompok telur digunakan metode dari Olivares-Bernabeu dan Lopes-liorca (2002) yaitu dengan menginokulasikan satu kelompok telur nematoda ke dalam media yang Peptone-dextrose-agar yang sudah ditambah dengan, 50 µg/ml streptomycin sulphate kemudian diinkubasi selama 3 hari pada suhu 25°C. Pengamatan dilakukan terhadap jamur yang tumbuh pada kelompok telur kemudian diidentifikasi.

2. Identifikasi jamur yang ditemukan

Untuk menentukan jamur *Paecilomyces* dilakukan Identifikasi secara makroskopis dan mikroskopis dari semua isolat dari beberapa daerah pengambilan sampel. Pengamatan makroskopis meliputi warna koloni, bentuk permukaan koloni dan kepadatan koloni. Pengamatan mikroskopis meliputi bentuk hifa, konidia, letak konidia dan struktur khusus dari hifa. Identifikasi didasarkan pada kunci identifikasi dari Barnett dan Hunter (1972) dan Watanabe (2002).

3. Uji Paratisme jamur terhadap telur nematoda

Uji ini untuk mengetahui kemampuan jamur dalam memarasit telur nematoda bengkok akar (*Meloidogyne* spp.). Metode yang digunakan adalah dari Olivares-Bernabeu dan Lopes-Liorca (2002) yaitu dengan menyebarkan telur nematoda sebanyak 50 butir pada 1% agar air dalam lempengan kaca atau cawan kaca. Masing-masing telur diinokulasi dengan meneteskan 10 μ l suspensi konidia masing-masing jamur dengan konsentrasi 10^6 konidia/ml. Masing-masing jamur dibuat 3 ulangan kemudian diinkubasi pada suhu 25°C dalam tempat yang gelap. Jamur sebagai parasit telur apabila kelihatan mengkoloni telur nematoda. Kemampuan memarasit dari masing-masing isolat jamur diketahui dengan menghitung jumlah telur yang terinfeksi dan dihitung persentasenya untuk masing-masing jamur.

4. Pengamatan Karakter fisiologis Jamur

Karakter fisiologis jamur antagonistik yang diamati dalam penelitian ini adalah daya kecambah konidia, laju pertumbuhan koloni, dan sporulasi.

a. Daya kecambah konidia

Daya kecambah konidia ditentukan menggunakan metode dari Junianto dan Sukanto (1995) yaitu menggunakan medium *Sabouraud's dextrose agar* dengan 2% *yeast extract* (SDAY) yang berbentuk lempengan dengan ukuran luas kira-kira 1 cm² dan tebal 1-2 mm diletakkan di atas gelas objek steril. Di atas medium diteteskan 10 μ l suspensi konidia jamur antagonistik yang mengandung 10^6 konidia/ml dan dimasukkan ke dalam cawan Petri steril yang diisi dengan kertas saring lembab dan diinkubasikan pada suhu 25°C selama 24 jam. Setiap perlakuan diulang empat kali. Persentase kecambah dihitung dari 100 konidia dan konidia dinyatakan berkecambah apabila panjang tabung kecambah telah melebihi diameter konidia.

b. Laju pertumbuhan koloni

Potongan agar dengan miselium dari masing-masing jamur antagonistik yang ditemukan dari masing-masing daerah yang telah berumur 7 hari dengan diameter 10 mm

diinokulasikan pada bagian tengah media SDAY dalam cawan Petri dan diinkubasikan pada suhu 25°C. Diameter koloni masing-masing jamur diukur setiap hari sampai hari ke 15.

5. Uji patogenisitas jamur *Paecilomyces* terhadap nematoda bengkak akar

Pengujian dilakukan di rumah kaca menggunakan rancangan acak lengkap dengan perlakuan isolat jamur *Paecilomyces* setelah uji parasitisme dan diulang sebanyak 4 kali. Isolat jamur berupa suspensi konidia sebanyak 5 ml dengan konsentrasi 10^6 dibiakkan dalam dedak beras sebanyak 10 gram dan diinkubasi selama 14 hari kemudian diaplikasikan ke dalam media tanam yang steril campuran tanah, pupuk kandang dan pasir dengan perbandingan volume 1 : 1 : 1 dalam polibag yang sebelumnya sudah diinokulasi sebanyak 500 telur nematoda *Meloidogyne* spp. Setelah satu minggu ditanam tanaman tomat yang sudah berumur 21 hari di pesemaian. Pengamatan dilakukan 45 hari setelah inokulasi telur nematoda dan parameter yang diamati adalah jumlah bengkak akar, kelompok telur, telur dalam kelompok telur dan jumlah nematoda dalam tanah.

Tahun II : Uji bahan organik sebagai media jamur *Paecilomyces* untuk aplikasi di lapangan dan Uji kemampuan isolat lokal unggul jamur *Paecilomyces* sebagai bionematisida di lapangan

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian Tahun II untuk mendapatkan bahan organik yang cocok dan mendapat isolat lokal unggul jamur *Paecilomyces* sebagai bionematisida

1. Uji bahan organik sebagai media tumbuh jamur *Paecilomyces* di rumah kaca

Beberapa media perbanyakan yang akan diuji yaitu kotoran ayam, kotoran sapi, kompos jerami padi, dan dedak beras. Media tanaman yang digunakan adalah campuran tanah, kompos dan pasir dengan perbandingan 1 : 1 : 1, dan disterilkan dengan metode *Tyndalisasi*. Uji ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan perlakuan beberapa bahan organik (kotoran sapi, kotoran ayam, kompos, dedak beras) dan kontrol (tanpa bahan organik) dan diulang sebanyak 4 kali. Tanaman yang dipakai adalah tomat varietas Warani yang ditanam dalam polybag. Aplikasi jamur dilakukan dengan cara meneteskan suspensi konidia masing-masing jamur antagonis dengan kerapatan 10^8 pada lubang tanam kemudian dilakukan penanaman.

Sampel tanah diambil 15 hari aplikasi untuk mengetahui perkembangan jamur pada masing-masing perlakuan dilakukan dengan menggunakan *cork borer* yang berdiameter 8 cm dan tinggi 10 cm pada. Sampel tanah kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik. Dari masing-masing sampel tanah tersebut diambil sebanyak 10g, dilarutkan dalam 90 ml akuades

steril yang telah diberi 0.05% Tween 80 dan divorteks selama 2 menit. Suspensi tanah diencerkan sampai 3 kali dan 0.1 ml suspensi dimasukkan dalam cawan Petri. Cawan Petri diinkubasikan selama 8 hari dan jumlah koloni jamur *Paecilomyces* yang ada dihitung. Pengamatan jumlah koloni *Paecilomyces* adalah dalam bentuk jumlah *colony-forming units* (CFU) per gram tanah.

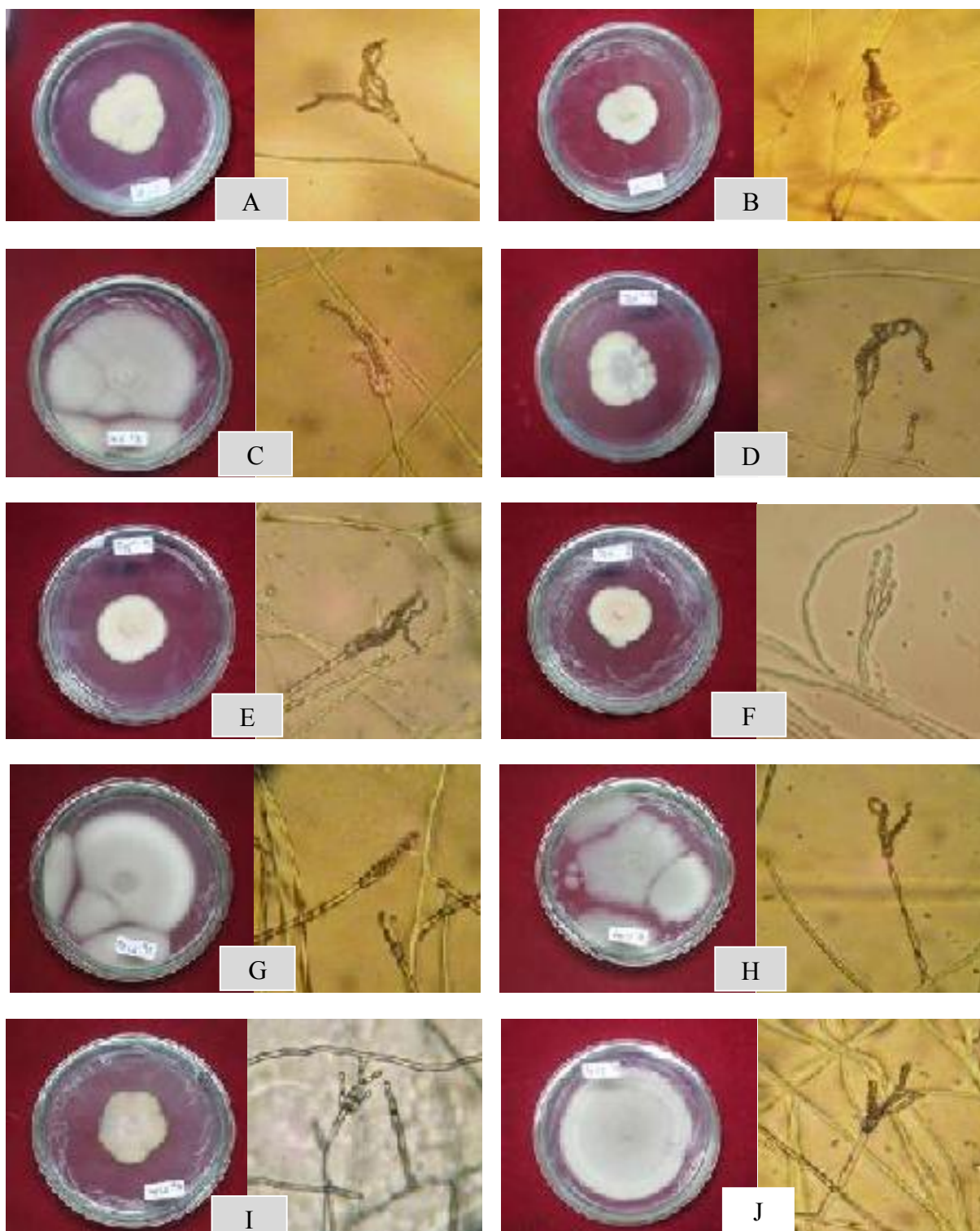
2. Uji isolat lokal jamur *Paecilomyces* yang unggul sebagai Bionematisida

Lahan percobaan yang dipakai adalah lahan petani bekas tanaman tomat yang terserang oleh nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.). Lahan diolah sesuai untuk penanaman tanaman tomat sebagai tanaman indikator kemudian dibuat 4 petak yang terdiri dari 4 bedengan. Sebelum dilakukan perlakuan maka lahan diolah dengan baik kemudian dari masing-masing bedengan diambil sampel tanah sebanyak 500 gram untuk menentukan populasi awal nematoda dalam tanah. Uji ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan menggunakan 5 kelompok percobaan dengan perlakuan adalah waktu aplikasi isolat jamur *Paecilomyces* terbaik hasil penelitian tahun I dengan media perbanyakan yang terbaik dari pengujian beberapa media bahan organik. Waktu aplikasi sebagai perlakuan yaitu 20, 15, 10, 5 hari sebelum tanam dan bersama waktu tanam. Data hasil percobaan diolah dengan sidik ragam dan dilanjutkan dengan pengujian nilai menggunakan uji DNMR pada taraf 5%. Masing-masing perlakuan ditempatkan dalam bedengan dengan ditanam tomat sebagai indikator sebanyak 2 baris dan tiap baris terdiri 5 tanaman tomat. Perawatan dan pemupukan dilakukan sesuai dengan cara budidaya tanaman tomat. Pengamatan dilakukan 45 hari setelah tanam dengan parameter yang diamati yaitu jumlah bengkak per tanaman, jumlah kelompok telur yang terbentuk, jumlah telur tiap kelompok telur, jumlah nematoda dalam tanah, tinggi tanaman, dan produksi buah tomat yang dihasilkan.

IV. HASIL

1. Isolasi dan Identifikasi Jamur *Paecilomyces*

Hasil isolasi, identifikasi didapatkan jamur *Paecilomyces* dari 3 lokasi di Sumatera Barat sebanyak 10 isolat yaitu dari Alahan Panjang didapatkan 3 isolat yaitu AP1.1, AP1.2 dan AP2, dari Tanah Datar 4 isolat yaitu TD2.1, TD2.2, TD3.1, dan TD3.2 dan dari Agam 3 isolat yaitu AG1.1, AG1.2, dan AG1.3. Bentuk koloni maupun warna koloni masing-masing isolat pada awalnya bervariasi mulai dari ungu muda, putih keabu-abuan, sampai abu-abu kemerahan. Hasil identifikasi jamur *Paecilomyces* berdasarkan bentuk, warna koloni dan struktur mikroskopis seperti pada Gambar 1.

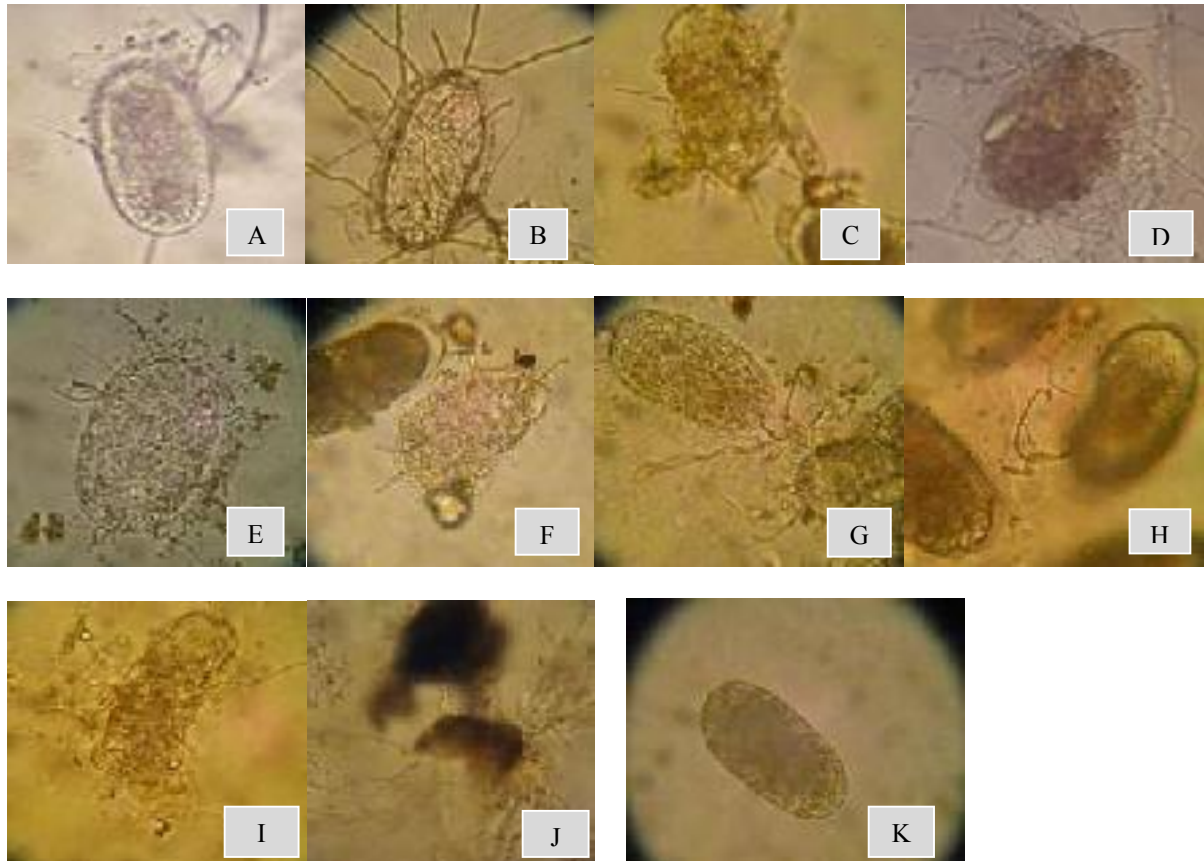


Gambar 3. Bentuk koloni dan mikroskopis jamur *Paecilomyces* yang ditemukan. A isolat AP1.1, B isolat AP1.2, C isolat AP2, D isolat TD2.1, E isolat TD2.2, F isolat TD3.1, G isolat TD3.2, H isolat AG1.1, I isolat AG1.2, dan J isolat AG1.3

Paecilomyces mempunyai hifa bersekat, konidiofor bercabang menghasilkan fialid yang berkelompok. Fialid bentuknya agak melengkung dan konidia terbentuk pada ujung fialid dalam bentuk rantai yang panjang.

2. Uji Parasitisme

Hasil uji parasitisme masing-masing isolat terhadap telur nematoda menunjukkan bahwa 10 isolat jamur *Paecilomyces* dapat memarasit telur Nematoda bengkak Akar (*Meloidogyne* spp.). Hifa jamur kelihatan tumbuh pada telur sehingga telur rusak dan telur diselimuti oleh hifa jamur. Telur yang terparasit masing-masing isolat jamur dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Telur Nematoda Bengkak Akar (*Meloidogyne* spp.) terparasit jamur *Paecilomyces*. A (telur terparasit isolat AP1.1), B (telur terparasit isolat AP1.2), C (telur terparasit isolat AP2), D (telur terparasit isolat TD2.1), E (telur terparasit isolat TD2.2), F (telur terparasit isolat TD3.1), G (telur terparasit isolat TD3.2), H (telur terparasit isolat AG1.1), I (telur terparasit isolat AG1.2), J (telur terparasit isolat AG1.3), K (telur tidak terparasit)

3. Penghitungan Luas Koloni dan Produksi Konidia

Luas koloni dan produksi konidia masing-masing isolat dihitung setelah biakan berumur 14 hari. Hasil penghitungan dicantumkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Luas koloni dan sporulasi masing-masing isolat jamur *Paecilomyces* yang berumur 14 hari pada media PDA

Isolat	Luas koloni (cm ²)	Sporulasi (konidia/ml)
AP1.1	45.78	6.0 x 10 ⁵
AP1.2	42.25	9.5 x 10 ⁵
AP2	61.84	5.5 x 10 ⁵
TD2.1	16.91	6.0 x 10 ⁵
TD2.2	32.05	4.0 x 10 ⁵
TD3.1	27.44	3.0 x 10 ⁵
TD3.2	45.80	5.5 x 10 ⁵
AG1.1	48.37	7.0 x 10 ⁵
AG1.2	18.84	4.0 x 10 ⁵
AG1.3	48.51	4.5 x 10 ⁵

Luas koloni masing-masing isolat bervariasi, isolat AP2 dari Alahan Panjang mempunyai koloni yang paling luas sedangkan luas koloni yang paling kecil yaitu isolat TD2.1 dari Tanah Datar. Produksi konidia yang terbanyak dihasilkan isolat AP1.2 sedangkan konidia paling sedikit dihasilkan isolat TD3.1 dari Tanah Datar.

4. Pengujian patogenisitas masing-masing isolat *Paecilomyces*

Hasil pengamatan kemampuan patogenisitas masing-masing isolat menunjukkan bahwa semua isolat mampu mengendalikan nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.) dilihat dari terbentuknya bengkak akar, kelompok telur dan jumlah telur tiap kelompok telur. Isolat AP1.2 berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol maupun dengan semua isolat (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh perlakuan masing-masing isolat terhadap terbentuknya bengkak akar, kelompok telur dan telur dalam kelompok telur

Isolat	Bengkak akar/tanaman		Kelompok telur/tanaman		Telur per kelompok telur	
AP1.1	29.33	b	10.33	df	34.33	b
AP1.2	26.00	a	6.66	a	26.33	a
AP2	32.66	bc	11.00	f	37.00	bcd
TD2.1	34.33	cd	8.33	b	36.00	bc
TD2.2	36.33	d	9.66	cd	38.00	cd
TD3.1	35.66	d	9.00	bc	37.33	bcd
TD3.2	37.00	d	9.66	cd	40.33	de
AG1.1	34.33	cd	9.00	bc	42.33	e
AG1.2	36.33	d	11.00	f	42.33	e
AG1.3	36.33	d	8.66	bc	46.66	f
Kontrol	78.33	e	34.66	g	75.66	g

Ket.: Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata pada uji DNMR pada tingkat kepercayaan 95%

Kemampuan penekanan masing-masing isolat terhadap timbulnya bengkak, produksi telur maupun kelompok telur ternyata berbeda-beda (Tabel 3.).

Tabel 3. Kemampuan penekanan masing-masing isolat jamur terhadap bengkak akar, kelompok telur, dan jumlah telur tiap kelompok telur

Isolat	Bengkak akar/tanaman (%)	Kelompok telur/tanaman (%)	Telur per kelompok telur (%)
AP1.1	62.55	70.19	54.62
AP1.2	66.80	80.78	65.19
AP2	58.30	68.26	51.09
TD2.1	56.17	75.96	52.41
TD2.2	53.61	72.12	49,77
TD3.1	54.47	74.03	50.66
TD3.2	52.76	72.12	46.69
AG1.1	56.17	74.03	44.05
AG1.2	53.61	68.26	44.05
AG1.3	53.61	75.01	38,32
Kontrol	0	0	0

Kemampuan isolat AP1.2 paling tinggi dalam menekan terbentuknya bengkak akar yaitu sebesar 66.80%, kelompok telur sebesar 80.78% dan menekan terbentuknya telur per kelompok telur sebesar 65.19% (Tabel 3).

V. PEMBAHASAN

Hasil isolasi dan identifikasi jamur menunjukkan adanya perbedaan warna koloni yaitu berwarna ungu sampai keabuan, maupun bentuk koloni tetapi struktur mikroskopis semua isolat sama yaitu mempunyai hifa bersekat, pada ujung konidiofor terdapat kelompok fialid yang agak membengkok dan jumlahnya 3 fialid dan konidia tersusun seperti rantai pada ujung fialid. Struktur ini merupakan ciri-ciri dari jamur *Paecilomyces lilacinus* yang dikemukakan oleh Esser and El-gholl2 (1993).

Uji parasitisme masing-masing isolat jamur terhadap telur nematoda menunjukkan bahwa semua isolat bisa memarasit telur. Hal ini menunjukkan bahwa semua isolat yang ditemukan merupakan jamur *Paecilomyces* yang bersifat sebagai parasit telur nematoda bengkak akar. Menurut Mulyadi *et al.* (1991), salahsatu spesies jamur *Paecilomyces* yaitu *Paecilomyces lilacinus* adalah parasit telur nematoda yang efektif untuk mengendalikan nematoda bengkak akar maupun nematoda siste. Jamur tersebut juga efektif untuk pengendalian nematoda parasit lain di daerah tropika maupun subtropika pada berbagai tanaman. Menurut Jamali and Ghasemi (2016), beberapa spesies *Paecilomyces* merupakan parasit nematoda endoparasit yang menetap seperti nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.).

Semua isolat jamur *Paecilomyces* yang ditemukan ternyata mampu mengendalikan perkembangan nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.) maupun menekan terjadinya bengkak akar. Hal ini disebabkan jamur *Paecilomyces* merupakan jamur parasit telur nematoda, telur yang terparasit tidak bisa berkembang menjadi larva yang akan menginfeksi akar tanaman sehingga bengkak akar tidak terbentuk. Bengkak akar terbentuk apabila larva nematoda bengkak akar terbentuk dan mampu menetrasi akar tanaman sehingga menyebabkan bengkak. Menurut Gortari *et al.*, (2008 dalam Indarti dan Rahayu, 2014), pengendalian hayati dengan menggunakan jamur parasit telur mempunyai tingkat keberhasilan yang tinggi untuk diterapkan dalam lapangan dalam skala yang luas terutama untuk nematoda endoparasit yang bersifat menetap dalam akar. Faktor yang mendukung tingkat keberhasilan jamur parasit telur adalah karena jamur ini mampu mengkoloni dan merusak telur maupun stadia lain yang tahan dalam siklus hidup nematoda. Chen dan Dickson (2004) menyatakan bahwa jamur *Paecilomyces* merupakan kelompok jamur yang menghasilkan substansi toksik atau antibiotik terhadap nematoda yang mengakibatkan telur tidak bisa menetas, menghambat mobilitas larva tahap II atau juga mempunyai aktivitas sebagai nematisidal.

Isolat jamur *Paecilomyces* yang ditemukan mempunyai perbedaan patogenesis terhadap Nematoda Bengkak Akar dilihat dari penekanan terbentuknya bengkak akar, kelompok telur maupun jumlah telur yang dihasilkan. Perbedaan ini disebabkan karena isolat diambil dari daerah yang berbeda sehingga masing-masing daerah memiliki kondisi lingkungan yang berbeda yang akan berpengaruh terhadap patogenesis masing-masing isolat jamur. Sesuai pendapat Devide dan Zorilla (1985) yang menyatakan bahwa isolat jamur yang didapatkan dari tempat pengambilan sampel yang berbeda akan mempunyai patogenesis yang berbeda dalam mengendalikan nematoda parasit tumbuhan.

Isolat AP1.2 berasal dari Alahan Panjang yang mempunyai suhu lebih rendah dibandingkan dengan tempat uji patogenesis di rumah kaca, tetapi mempunyai kemampuan yang paling tinggi dalam mengendalikan nematoda bengkak akar dibandingkan dengan isolat lainnya. Hal ini disebabkan isolat AP1.2 mempunyai patogenesis yang lebih tinggi dan lebih mampu beradaptasi dengan keadaan lingkungan yang baru sehingga mampu tumbuh dan berkembang dengan cepat sehingga kemampuannya lebih tinggi dalam mengendalikan nematoda bengkak akar. Menurut Ganaie dan Khan (2010), isolat jamur yang mempunyai kemampuan beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan maka akan mampu mengendalikan nematoda parasit tumbuhan dengan tingkat keberhasilan yang lebih tinggi. Beberapa jamur kelompok *Paecilomyces*, *Trichoderma* dan *Gliocladium* dapat menekan

perkembangan nematoda bengkak akar. Jamur *Paecilomyces lilacinus* mampu beradaptasi terhadap berbagai kondisi agroklimat. Esfahani dan Pour (2006) menyatakan bahwa *Paecilomyces lilacinus* mempunyai kemampuan adaptasi terhadap berbagai kondisi lingkungan fisik dan mampu mengendalikan nematoda bengkak akar dengan baik.

Faktor lingkungan terutama temperatur sangat berpengaruh terhadap kemampuan jamur dalam mengendalikan nematoda parasit. Isolat AP1.2 diduga lebih mampu menyesuaikan perbedaan temperatur sehingga kemampuannya lebih tinggi dibandingkan dengan isolat lainnya. Menurut Cabanillas *et al.* (1989) temperatur berpengaruh terhadap kemampuan isolat jamur *Paecilomyces lilacinus* dalam mengendalikan perkembangan nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.). Perbedaan temperatur asal isolat dengan temperatur lapangan tempat aplikasi berpengaruh terhadap perkembangan jamur.

Kemampuan penekanan isolat AP1.2 dari Alahan panjang paling tinggi dibandingkan dengan isolat lainnya, yaitu dapat menekan terbentuknya bengkak akar sebesar 66.80%, kelompok telur 80.78% dan menekan jumlah telur sebesar 65.19%. Penekanan terhadap terbentuknya kelompok telur lebih tinggi dibandingkan terhadap bengkak akar maupun produksi telur, hal ini disebabkan jamur *Paecilomyces lilacinus* selain bersifat sebagai parasit telur juga sebagai parasit nematoda dewasa sehingga nematoda dewasa yang terparasit tidak akan menghasilkan kelompok telur. Sesuai hasil penelitian Kiewnick and Sikora (2006) bahwa jamur *Paecilomyces lilacinus* lebih tinggi menekan bengkak akar dibandingkan dengan bengkak akar maupun produksi telur. Penekanan terhadap bengkak akar sebesar 66%, kelompok telur 74% dan nematoda dalam akar 71%. Esser and El-gholl2 (1993) menyatakan bahwa infeksi dimulai dengan adanya hifa masuk ke massa gelatin kemudian menginfeksi vulva betina dewasa yang akan menghasilkan telur dalam kelompok telur.

VI. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

1. Pengujian bahan organik sebagai substrat pembawa jamur *Paecilomyces* untuk aplikasi di lapangan
2. Uji jamur *Paecilomyces* di lahan petani untuk mengendalikan nematoda bbengkak akar

VII. KESIMPULAN

1. Jamur *Paecilomyces* yang ditemukan sebanyak 10 isolat dan merupakan parasit telur nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.)
2. Luas koloni terbesar yaitu isolat AP2 dan produksi konidia paling banyak adalah isolat AP1.2
3. Isolat AP1.2 dari Alahan Panjang mempunyai kemampuan paling tinggi dalam mengendalikan nematoda bengkak akar

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, A.M. 1991. Prospek beberapa 27roblem fungi penghuni tanah sebagai agen antagonis terhadap *Meloidogyne* spp. pada tomat (*Lycopersicon esculentum*. Mill). Fakultas Pasca Sarjana, Institute Pertanian Bogor. 55 hal.
- Barnett, H.L., Hunter, B.B. 1972. *Illustrated genera of imperfect fungi*. Third edition. Minneapolis : Burges Publishing Company.
- Bordallo, J.J., L.V. Lopez-Llorca, H.B. Jasson, J. Salinas, L. Persmark, and L. Asensio. 2002. Colonization of plant roots by egg-parasitic and nematode-trapping fungi. *New Phytologist*: 154: 491-499.
- David, R. D., and R. A. Zorilla., 1983., Evaluation of Fungus *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samsonfor The Biological Control of The Potato Cyst Nematode, *Globodera rostochiensis* as Compared with Some Nematicides., *Phil. Agr.*, 66 (4) :397- 404 P
- Godonou, I., K.R. Green, K.A. Oduro, C.J. Lomer and K. Afreh-Nuamah. 2000. Field evaluation of selected formulation of *Beauveria bassiana* for the management of the banana weevil (*Cosmopolites sordidus*) on plantain (*Musa* spp.). *Biocontrol Science and Technology* (2000) 10, 779-788
- Hidayat, S.H., Hidayat, P. dan Suastika , G. 2002. Penuntun Praktikum Mata Kuliah Aplikasi Teknik Biologi Molekul untuk Fitopatologi dan Entomologi. Bogor: Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Faperta, IPB. 25 hal.
- Junianto, Y.D. dan Sukamto, S. 1995. Pengaruh suhu dan kelembaban 27roblema terhadap perkecambahan, pertumbuhan dan sporulasi beberapa 27roblem *B. bassiana*. *Pelita Perkebunan* 11(2):64-75
- Liswarni, Y., Winarto, Martinius. 2009. Eksplorasi dan pemanfaatan jamur antagonis di rizosfer untuk penganmdalian Nematoda Bengkak Akar (*Meloidogyne* spp.). laporan penelitian Hibah Strategis Nasional. Lembaga Penelitian Universitas Andalas Padang.
- Mankau, R. 1979. Biocontrol: Fungi as nematode control agents. Symposium paper presented at the annual meeting of the Society of Nematologist, Salt Lake City, Utah. p. 23-26.
- Mustika, I., B.N. Susilo, dan R. Harni. 1997. Kajian teknis aplikasi agensia hayati jamur dan bakteri untuk pengendalian nematoda pada lada. Laporan teknis penelitian. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor. hal. 137-143
- 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.
- Mulyadi, B. Hadisutrisno, B. Triman. 1990. Inventarisasi jamur parasitik pada nematoda dan usaha pemanfaatannya dalam pengendalian nematoda secara hayati. Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 1990.

- _____. 1991. Pemanfaatan jamur *Paecilomyces lilacinus* dalam pengendalian hayati nematoda parasitik tanaman. Tahap II: Bioekologi dan patogenisitas *P. lilacinus*. Proyek Pengembangan Pusat Penelitian bersama Antar Universitas/IUC (Bank Dunia), PAU Bioteknologi. LPIU-UGM. 1991
- Nankinga, C.M. and D. Moore. 2000. Reduction of banana weevil populations using different formulation of the entomopatogenic fungus *Beauveria bassiana* . *Biocontrol Science and Technology* (2000) 10, 645-657.
- Nazarudin, S.B. 1997. Jamur penjerat nematoda dan pemanfaatannya sebagai agensia pengendalian hayati nematoda parasit tanaman. Prosiding Konggres Nasional XIV dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia, Palembang 27-29 Oktober 1997. hal. 202-208
- Nazarudin, S.B. dan I. Mustika. 1996. Penggunaan jamur penjerat untuk pengendalian hayati *Meloidogyne* spp. pada jahe . Proc. Seminar on Integrated Control of main diseases of Industrial Crops. Bogor, 13-14 March 1996. Research Institute for Spice and Medicinal Crops and Japan International Cooperration agency. p. 193-197.
- Olivares-Bernabeu, C.M. and Luis Vicente lopez-Liorca. 2002. Fungal egg-parasites of plant-parasitic nematodes from Spanish soils. *Rev Iberoam micol* 2002; 19: 104-110.
- Sarah, S. 1991. Studi penggunaan *Gliocladium* spp. sebagai agen pengendali nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) pada tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill)
- Watanabe, T. 2002. Soil and seed fungi. Morphologis of cultured fungi and key to Spesies. New York. CRC Press. 486 p
- Winarto dan Liswarni, Y. 1996. Penggunaan jamur parasit telur untuk mengendalikan nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.). Penelitian Dosen Muda (BBI), Dikti. 24 halaman
- Winarto dan Liswarni, Y. 1998. Penggunaan jamur pemangsa larva untuk mengendalikan nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.). Penelitian Dosen Muda (BBI). Dikti. 26 halaman.
- Winarto dan Liswarni, Y. 2001. Pemanfaatan jamur di rizosfer yang beraktifitas nematisida di rizosfera untuk mengendalikan nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.). Penelitian Dosen Muda (BBI). Dikti. 24 halaman.
- Winarto. 2007. Pemanfaatan jamur antagonis untuk pengendalian nemtoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.). Jurnal manggaro. Vol.8.No.1 April 2007.
- Winarto dan Trizelia. 2009. Aktivitas antagonistik dan karakterisasi jamur yang berasosiasi dengan nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.) pada tanaman tomat. laporan Penelitian Fundamental. Dikti. 36 hal.
- Winarto, Trizelia, Y. Liswarni. 2013. Pengembangan formula jamur bionematisida untuk pengendalian nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.) pada tanaman tomat. laporan penelitian Hibah Bersaing. 2013. 34 hal.

LAMPIRAN

DRAF ARTIKEL

**POTENSI JAMUR *Paecilomyces* ISOLAT LOKAL SUMATERA BARAT UNTUK
PENGENDALIAN NEMATODA BENGGAK AKAR (*Meloidogyne* spp.) PADA
TANAMAN SAYURAN**

**THE POTENCY OF *Paecilomyces* FUNGI LOCAL ISOLATE OF WEST SUMATERA
FOR CONTROL OF ROOT-KNOT NEMATODES (*Meloidogyne* spp.) ON
VEGETABLES**

Winarto^{1*}, Darnetty², Yenny Liswarni³

Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas
Kampus limau Manis, Padang, Sumatera Barat. *email: winartosmd61@gmail.com

ABSTRAK

Paecilomyces merupakan jamur antagonis yang dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan bionematisida untuk pengendalian Nematoda Bengkak Akar (*Meloidogyne* spp.) karena mempunyai aktivitas antagonistik sebagai parasit telur nematoda. Pemanfaatan isolat lokal jamur *Paecilomyces* mempunyai potensi yang baik digunakan untuk pengendalian nematoda parasit khususnya Nematoda Bengkak Akar. Kondisi lingkungan asal isolat jamur berpengaruh terhadap kemampuan jamur dalam memarasit telur nematoda. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan isolat lokal jamur *Paecilomyces* yang mempunyai kemampuan menginfeksi telur dan reproduksi yang tinggi untuk pengendalian nematoda bengkak akar. Isolasi jamur dilakukan dari beberapa sampel tanah dari rizosfer tanaman tomat yang terserang Nematoda Bengkak Akar (*Meloidogyne* spp.) dari beberapa lokasi sentra produksi sayuran Sumatera Barat, yaitu daerah Alahan Panjang, Agam dan Tanah datar. Hasil penelitian mendapatkan sebanyak 10 isolat jamur *Paecilomyces*, 3 isolat dari Alahan panjang, 3 isolat dari Agam dan 4 isolat dari Tanah Datar. Isolat AP2 mempunyai koloni paling luas sedangkan produksi konidia paling banyak adalah isolat AP1.2. Isolat AP1.2 dari Alahan panjang mempunyai kemampuan yang lebih baik dalam mengendalikan nematoda bengkak akar.

PENDAHULUAN

Salahsatu kendala dalam peningkatan produksi tanaman sayuran khususnya tanaman tomat adalah nematoda parasit tanaman. Diantara nematoda parasit yang paling penting adalah Nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.). Nematoda bengkak akar merupakan parasit tanaman yang menjadi hambatan dalam peningkatan produksi tanaman. Nematoda bengkak akar dapat menyerang lebih dari 2000 spesies tanaman budidaya baik tanaman pangan, hortikultura dan perkebunan maupun tanaman hias dengan tingkat serangan yang berbeda-beda. Pengendalian nematoda parasit tanaman umumnya masih dilakukan dengan

menggunakan pestisida berupa insektisida yang sekaligus bisa digunakan sebagai nematisida. Penggunaan bahan kimia secara terus menerus dalam pengendalian nematoda dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, resurgensi karena matinya musuh alami dan resistensi nematoda terhadap bahan kimia. Untuk menghindari dampak tersebut maka perlu dicari alternatif pengendalian yang ramah lingkungan, salahsatunya adalah pemanfaatan musuh alami. Pemanfaatan musuh alami dan potensi biologi lainnya mempunyai peranan yang penting dalam penekanan populasi nematoda parasit dan menjaga keseimbangan ekosistem, oleh karena itu musuh alami yang sudah ada pada ekosistem setempat perlu dijaga kelestariannya dan upaya meningkatkan peranannya dalam pengendalian nematoda parasit tanaman.

Nematoda bengkak akar mempunyai banyak musuh alami yang potensial sebagai agen pengendali diantaranya adalah jamur antagonis. Salahsatu jamur antagonis adalah *Paecilomyces* yang bersifat sebagai parasit telur. Pemanfaatan jamur *Paecilomyces* untuk pengendalian nematoda parasit tanaman khususnya nematoda bengkak akar merupakan alternatif yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia karena sumber isolat mudah didapat, perbanyakannya mudah dilakukan pada bahan yang murah dan aplikasinya di lapangan bisa bersamaan dengan pemberian kompos atau pupuk kandang dan mampu bertahan di dalam tanah sebagai saprofit.

Lingkungan asal isolat jamur akan berpengaruh terhadap karakter fisiologis maupun kemampuan parasitnya. Hal ini akan mempengaruhi efektivitasnya dalam mengendalikan nematoda bengkak akar. Isolat *Paecilomyces* yang berbeda memiliki keragaman genetik berbeda yang disebabkan oleh pengaruh lingkungan dimana ia tumbuh, dalam jangka waktu yang lama. Kondisi genetik mempengaruhi kondisi fisiologis jamur, diantaranya aktivitas metabolisme dan sekresi enzim, sehingga isolat yang berbeda daerah asalnya mempunyai patogenitas yang berbeda. Salah satu faktor yang penting dalam menunjang keberhasilan pengendalian hayati nematoda bengkak akar dengan menggunakan jamur ditentukan oleh patogenisitas, kemampuan berkembangbiak, adaptasi dan juga kemampuan bertahan jamur di lapangan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan isolat jamur *Paecilomyces* sebagai parasit telur Nematoda Bengkak Akar (*Meloidogyne* spp.) yang mempunyai patogenisitas tinggi.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di laboratorium Pengendalian Hayati Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan dan rumah kaca Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang . Penelitian dilakukan pada bulan Mei sampai Oktober 2017.

Pengambilan sampel tanah dan isolasi jamur *Paecilomyces*

Sampel tanah diambil dari perakaran tomat yang terserang nematoda bengkak akar di sentra produksi tomat Sumatera barat yaitu di Kabupaten Agam, Solok dan Tanah datar. Pada masing-masing Kabupaten dipilih Kecamatan dan Nagari yang mempunyai lahan tanaman tomat kemudian dipilih lokasi tanaman tomat yang terserang nematoda bengkak akar untuk pengambilan contoh tanah. Tanah diambil pada kedalaman antara 10-15 cm di perakaran tomat yang terserang *Meloidogyne* spp. sebanyak kurang lebih 500 gr kemudian dimasukkan dalam kantong plastik dan dibawa ke laboratorium.

Isolasi jamur dilakukan dengan mengambil 10 gram contoh tanah kemudian dimasukkan ke dalam 90 ml akuades dalam tabung Erlenmeyer kemudian dikocok dengan alat pengocok (*Shaker*) selama 30 menit. Suspensi tanah yang diperoleh diencerkan sampai 10^{-2} , 10^{-3} dan 10^{-4} . Satu milliliter suspensi dari masing-masing pengenceran dimasukkan ke dalam cawan Petri steril, kemudian dituangi lebih kurang 10 mililiter media Agar Kentang Dektrose (AKD) . Biakan ini diinkubasikan pada suhu kamar selama 3-5 hari. Tiap koloni jamur yang muncul diisolasi pada media AKD dalam cawan Petri sampai diperoleh biakan murni.

Isolasi jamur juga dilakukan dari kelompok telur nematoda yang diambil dari akar tanaman tomat yang menunjukkan gejala bengkak akar yang diambil dari lokasi yang sama dengan pengambilan sampel tanah. Kelompok telur dicuci dan disterilisasi permukaan dengan menggunakan alkohol. Untuk mengisolasi jamur yang menginfeksi kelompok telur yaitu dengan menginokulasikan satu kelompok telur nematoda ke dalam media yang Agar Kentang Dektros kemudian diinkubasi selama 3 hari pada suhu 25°C. Pengamatan dilakukan terhadap jamur yang tumbuh pada kelompok telur kemudian diidentifikasi.

Identifikasi jamur yang ditemukan

Untuk menentukan jamur *Paecilomyces* dilakukan Identifikasi secara makroskopis dan mikroskopis dari semua isolat dari beberapa daerah pengambilan sampel. Pengamatan makroskopis meliputi warna koloni, bentuk permukaan koloni dan kepadatan koloni. Pengamatan mikroskopis meliputi bentuk hifa, konidia, letak konidia dan struktur khusus dari

hifa. Identifikasi didasarkan pada kunci identifikasi dari Barnet dan Hunter (1972) dan Watanabe (2002).

Uji Paratisme jamur terhadap telur nematoda

Uji ini untuk mengetahui kemampuan jamur dalam memarasit telur nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.). Metode yang digunakan adalah dari Olivares-Bernabeu dan Lopes-Liorca (2002) yaitu dengan menyebarkan telur nematoda sebanyak 50 butir pada 1% agar air dalam objek gelas cembung kemudian diteteskan 10 µl suspensi konidia masing-masing jamur dengan konsentrasi 10^6 konidia/ml. Masing-masing dibuat 3 ulangan kemudian diinkubasi pada suhu 25°C dalam tempat yang gelap. Jamur sebagai parasit telur apabila kelihatan mengkoloni telur nematoda.

Pengamatan Karakter fisiologis Jamur

Karakter fisiologis jamur antagonistik yang diamati luas koloni, dan sporulasi. Pengamatan luas koloni dilakukan dengan mengambil potongan agar yang sudah ditumbuhi masing-masing isolat jamur *Paecilomyces* dengan *cork borer* berdiameter 10 mm kemudian diinokulasikan pada bagian tengah media Agar Kentang Dektrose dalam cawan Petri dan diinkubasikan pada suhu 25°C. Diameter koloni masing-masing jamur diukur setiap hari sampai hari ke 15.

Penghitungan sporulasi masing-masing jamur antagonistik dari berbagai daerah pengambilan sampel dilakukan dengan menyiapkan suspensi konidia dengan konsentrasi 10^5 konidia/ml. Untuk masing-masing jamur, 0,1 ml suspensi konidia dimasukkan dalam cawan Petri yang telah diisi dengan media SDAY. Biakan diinkubasikan selama 15 hari pada suhu 25°C. Setelah 15 hari, biakan pada cawan petri dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer dan ditambahkan 50 ml akuades steril. Biakan divorteks selama 5 menit, disaring dan diencerkan sampai 4 kali. Konsentrasi konidia dari suspensi dihitung dengan *Haemocytometer*

Uji patogenesis jamur *Paecilomyces* terhadap Nematoda Bengkak Akar

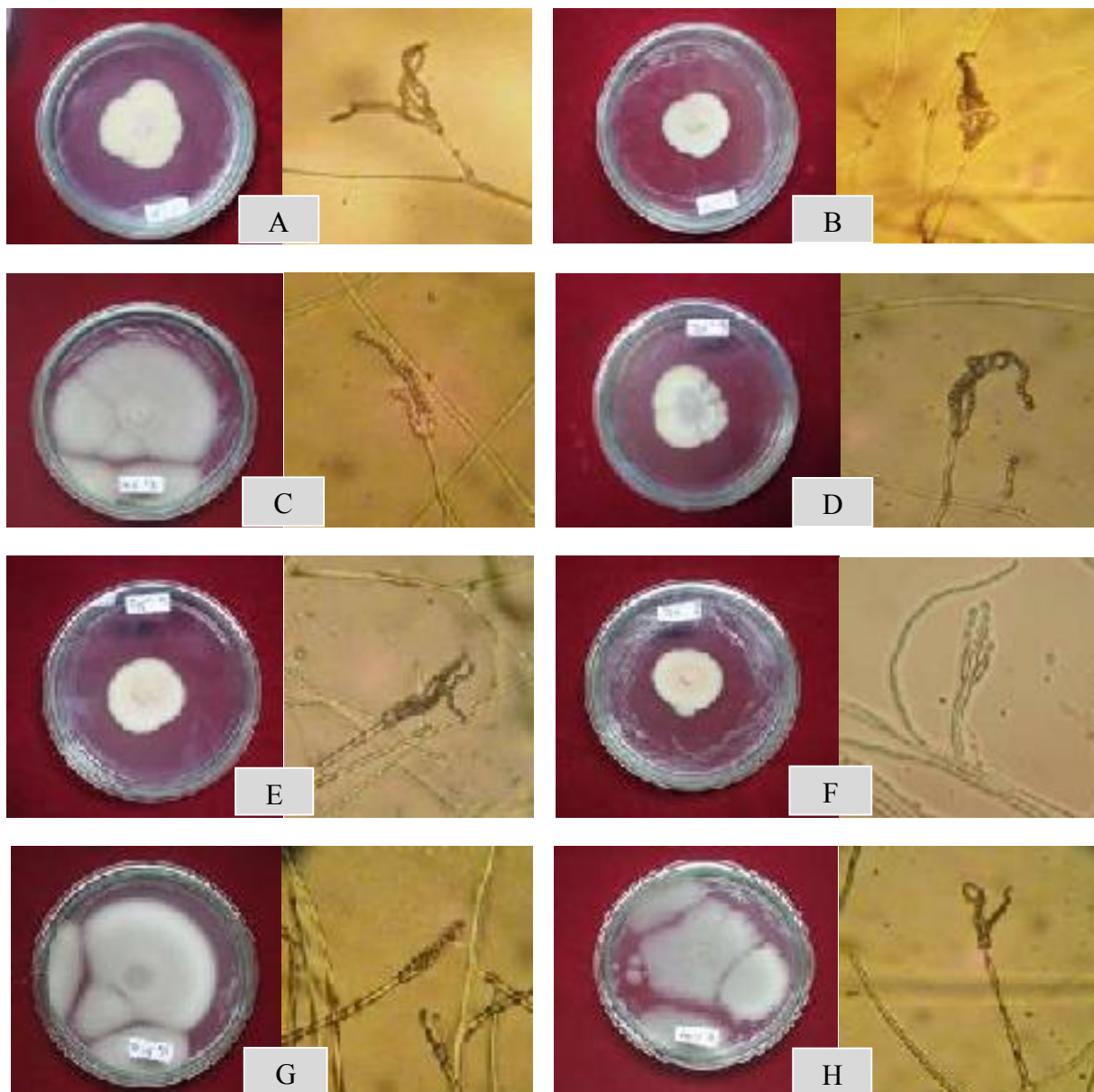
Pengujian dilakukan di rumah kaca menggunakan rancangan acak lengkap dengan perlakuan isolat jamur *Paecilomyces* setelah uji parasitisme sebagai parasit telur dan diulang sebanyak 3 kali. Isolat jamur berupa suspensi konidia sebanyak 5 ml dengan konsentrasi 10^6 dibiakkan dalam dedak beras sebanyak 10 gram dan diinkubasi selama 14 hari kemudian diaplikasikan ke dalam media tanam yang steril campuran tanah, pupuk kandang dan pasir dengan perbandingan volume 1 : 1 :1 dalam polibag yang sebelumnya sudah diinokulasi sebanyak 500 telur nematoda *Meloidogyne* spp. Setelah satu minggu ditanam tanaman tomat yang sudah berumur 21 hari di pesemaian. Pengamatan dilakukan 45 hari setelah inokulasi

telur nematoda dan parameter yang diamati adalah jumlah bengkak akar, kelompok telur dan telur dalam kelompok telur

HASIL PENELITIAN

Isolasi dan Identifikasi Jamur *Paecilomyces*

Hasil isolasi, identifikasi didapatkan jamur *Paecilomyces* dari 3 lokasi di Sumatera Barat sebanyak 10 isolat yaitu dari Alahan Panjang didapatkan 3 isolat yaitu AP1.1, AP1.2 dan AP2, dari Tanah Datar 4 isolat yaitu TD2.1, TD2.2, TD3.1, dan TD3.2 dan dari Agam 3 isolat yaitu AG1.1, AG1.2, dan AG1.3. Hasil identifikasi jamur *Paecilomyces* berdasarkan bentuk, warna koloni dan struktur mikroskopis seperti pada Gambar 1.

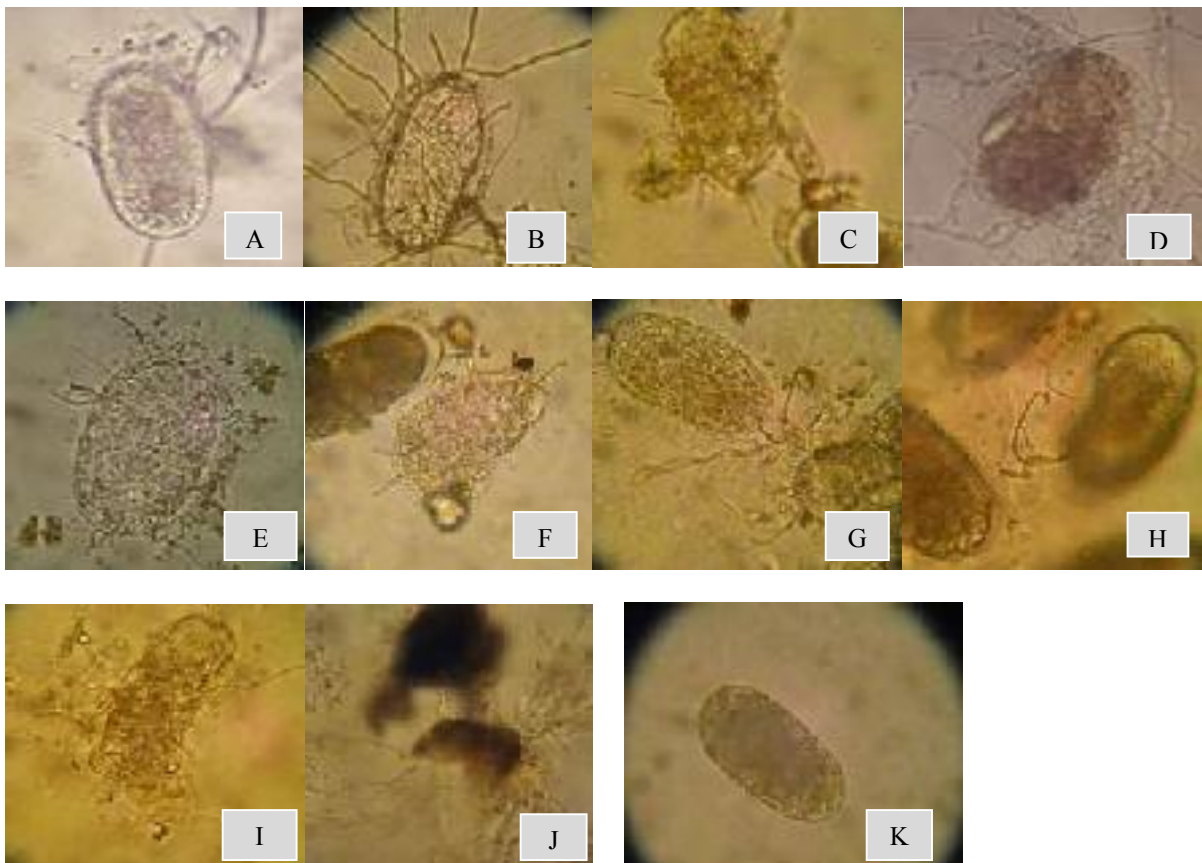




Gambar 1. Bentuk koloni dan mikroskopis jamur *Paecilomyces* yang ditemukan. A isolat AP1.1, B isolat AP1.2, C isolat AP2, D isolat TD2.1, E isolat TD2.2, F isolat TD3.1, G isolat TD3.2, H isolat AG1.1, I isolat AG1.2, dan J isolat AG1.3

Uji Parasitisme

Hasil uji parasitisme menunjukkan bahwa 10 isolat jamur *Paecilomyces* dapat memarasit telur Nematoda bengkak Akar (*Meloidogyne* spp.). Telur yang terparasit masing-masing isolat jamur dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Telur Nematoda Bengkak Akar (*Meloidogyne* spp.) terparasit jamur *Paecilomyces*. A (telur terparasit isolat AP1.1), B (telur terparasit isolat AP1.2), C (telur terparasit isolat AP2), D (telur terparasit isolat TD2.1), E (telur terparasit isolat TD2.2), F (telur terparasit isolat TD3.1), G (telur terparasit isolat TD3.2), H (telur terparasit isolat AG1.1), I (telur terparasit isolat AG1.2), dan J (telur terparasit isolat AG1.3).

isolat AG1.1), I (telur terparasit isolat AG1.2), J (telur terparasit isolat AG1.3), K (telur tidak terparasit)

Penghitungan Luas Koloni dan Produksi Konidia

Luas koloni dan produksi konidia masing-masing isolat dihitung setelah biakan berumur 14 hari. Isolat AP2 dari Alahan Panjang mempunyai koloni yang paling luas sedangkan produksi konidia yang terbanyak dihasilkan isolat AP1.2 Hasil penghitungan dicantumkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Penghitungan luas koloni dan sporulasi masing-masing isolat yang berumur 14 hari

Isolat	Luas koloni (cm ²)	Sporulasi (konidia/ml)
AP1.1	45.78	6.0 x 10 ⁵
AP1.2	42.25	9.5 x 10 ⁵
AP2	61.84	5.5 x 10 ⁵
TD2.1	16.91	6.0 x 10 ⁵
TD2.2	32.05	4.0 x 10 ⁵
TD3.1	27.44	3.0 x 10 ⁵
TD3.2	45.80	5.5 x 10 ⁵
AG1.1	48.37	7.0 x 10 ⁵
AG1.2	18.84	4.0 x 10 ⁵
AG1.3	48.51	4.5 x 10 ⁵

Pengujian patogenisitas masing-masing isolat *Paecilomyces*

Patogenisitas isolat AP1.2 paling tinggi dilihat dari terbentuknya bengkak akar, kelompok telur maupun terbentuknya telur per kelompok telur (Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh perlakuan masing-masing isolat terhadap terbentuknya bengkak akar, kelompok telur dan telur dalam kelompok telur

Isolat	Bengkak akar/tanaman		Kelompok telur/tanaman		Telur per kelompok telur	
AP1.1	29.33	b	10.33	df	34.33	b
AP1.2	26.00	a	6.66	a	26.33	a
AP2	32.66	bc	11.00	f	37.00	bcd
TD2.1	34.33	cd	8.33	b	36.00	bc
TD2.2	36.33	d	9.66	cd	38.00	cd
TD3.1	35.66	d	9.00	bc	37.33	bcd
TD3.2	37.00	d	9.66	cd	40.33	de
AG1.1	34.33	cd	9.00	bc	42.33	e
AG1.2	36.33	d	11.00	f	42.33	e
AG1.3	36.33	d	8.66	bc	46.66	f
Kontrol	78.33	e	34.66	g	75.66	g

Ket.: Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata pada uji DNMRT pada tingkat kepercayaan 95%

Semua isolat jamur *Paecilomyces* yang ditemukan ternyata mampu mengendalikan perkembangan nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.) maupun menekan terjadinya bengkak akar. Hal ini disebabkan jamur *Paecilomyces* merupakan jamur parasit telur nematoda, telur yang terparasit tidak bisa berkembang menjadi larva yang akan menginfeksi akar tanaman sehingga bengkak akar tidak terbentuk. Bengkak akar terbentuk apabila larva nematoda bengkak akar terbentuk dan mampu menetrasi akar tanaman sehingga menyebabkan bengkak. Menurut Gortari *et al.*, (2008 dalam Indarti dan Rahayu, 2014), pengendalian hayati dengan menggunakan jamur parasit telur mempunyai tingkat keberhasilan yang tinggi untuk diterapkan dalam lapangan dalam skala yang luas terutama untuk nematoda endoparasit yang bersifat menetap dalam akar. Faktor yang mendukung tingkat keberhasilan jamur parasit telur adalah karena jamur ini mampu mengkoloni dan merusak telur maupun stadia lain yang tahan dalam siklus hidup nematoda. Chen dan Dickson (2004) menyatakan bahwa jamur *Paecilomyces* merupakan kelompok jamur yang menghasilkan substansi toksik atau antibiotik terhadap nematoda yang mengakibatkan telur tidak bisa menetas, menghambat mobilitas larva tahap II atau juga mempunyai aktivitas sebagai nematisidal.

Isolat jamur *Paecilomyces* yang ditemukan mempunyai perbedaan patogenesis terhadap Nematoda Bengkak Akar dilihat dari penekanan terbentuknya bengkak akar, kelompok telur maupun jumlah telur yang dihasilkan. Perbedaan ini disebabkan karena isolat diambil dari daerah yang berbeda sehingga masing-masing daerah memiliki kondisi lingkungan yang berbeda yang akan berpengaruh terhadap patogenesis masing-masing isolat jamur. Sesuai pendapat Devide dan Zorilla (1985) yang menyatakan bahwa isolat jamur yang didapatkan dari tempat pengambilan sampel yang berbeda akan mempunyai patogenesis yang berbeda dalam mengendalikan nematoda parasit tumbuhan.

Isolat AP1.2 berasal dari Alahan Panjang yang mempunyai suhu lebih rendah dibandingkan dengan tempat uji patogenesis di rumah kaca, tetapi mempunyai kemampuan yang paling tinggi dalam mengendalikan nematoda bengkak akar dibandingkan dengan isolat lainnya. Hal ini disebabkan isolat AP1.2 mempunyai patogenesis yang lebih tinggi dan lebih mampu beradaptasi dengan keadaan lingkungan yang baru sehingga mampu tumbuh dan berkembang dengan cepat sehingga kemampuannya lebih tinggi dalam mengendalikan nematoda bengkak akar. Menurut Ganaie dan Khan (2010), isolat jamur yang mempunyai kemampuan beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan maka akan mampu mengendalikan nematoda parasit tumbuhan dengan tingkat keberhasilan yang lebih tinggi.

Beberapa jamur kelompok *Paecilomyces*, *Trichoderma* dan *Gliocladium* dapat menekan perkembangan nematoda bengkak akar. Jamur *Paecilomyces lilacinus* mampu beradaptasi terhadap berbagai kondisi agroklimat. Esfahani dan Pour (2006) menyatakan bahwa *Paecilomyces lilacinus* mempunyai kemampuan adaptasi terhadap berbagai kondisi lingkungan fisik dan mampu mengendalikan nematoda bengkak akar dengan baik.

Faktor lingkungan terutama temperatur sangat berpengaruh terhadap kemampuan jamur dalam mengendalikan nematoda parasit. Isolat AP1.2 diduga lebih mampu menyesuaikan perbedaan temperatur sehingga kemampuannya lebih tinggi dibandingkan dengan isolat lainnya. Menurut Cabanillas *et al.* (1989) temperatur berpengaruh terhadap kemampuan isolat jamur *Paecilomyces lilacinus* dalam mengendalikan perkembangan nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.). Perbedaan temperatur asal isolat dengan temperatur lapangan tempat aplikasi berpengaruh terhadap perkembangan jamur.

KESIMPULAN

1. Jamur *Paecilomyces* yang ditemukan sebanyak 10 isolat dan merupakan parasit telur nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.)
2. Luas koloni paling besar yaitu isolat AP2 dan produksi konidia paling banyak adalah isolat AP1.2
3. Isolat AP1.2 dari Alahan Panjang mempunyai kemampuan paling tinggi dalam mengendalikan nematoda bengkak akar

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, A.M. 1991. Prospek beberapa fungi penghuni tanah sebagai agen antagonis terhadap *Meloidogyne* spp. pada tomat (*Lycopersicon esculentum*. Mill). Fakultas Pasca Sarjana, Institute Pertanian Bogor. 55 hal.
- Barnett, H.L., Hunter, B.B. 1972. *Illustrated genera of imperfect fungi*. Third edition. Minneapolis : Burges Publishing Company.
- Bordallo, J.J., L.V. Lopez-Llorca, H.B. Jasson, J. Salinas, L. Persmark, and L. Asensio. 2002. Colonization of plant roots by egg-parasitic and nematode-trapping fungi. *New Phytologist*: 154: 491-499.
- David, R. D., and R. A. Zorilla., 1983., Evaluation of Fungus *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson for The Biological Control of The Potato Cyst Nematode, *Globodera rostochiensis* as Compared with Some Nematicides., *Phil. Agr.*, 66 (4) :397- 404 P

- Godonou, I., K.R. Green, K.A. Oduro, C.J. Lomer and K. Afreh-Nuamah. 2000. Field evaluation of selected formulation of *Beauveria bassiana* for the management of the banana weevil (*Cosmopolites sordidus*) on plantain (*Musa* spp.). *Biocontrol Science and Technology* (2000) 10, 779-788
- Hidayat, S.H., Hidayat, P. dan Suastika, G. 2002. Penuntun Praktikum Mata Kuliah Aplikasi Teknik Biologi Molekul untuk Fitopatologi dan Entomologi. Bogor: Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Faperta, IPB. 25 hal.
- Indarti, S. & Rahayu, B.TP. 2014. Potensi Jamur parasit telur sebagai agen hayati pengendali nematoda puru akar *Meloidogyne incognita* pada tanaman tomat. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. Vol. 18. No.2,2014:65-70.
- Junianto, Y.D. dan Sukanto, S. 1995. Pengaruh suhu dan kelembaban terhadap perkecambahan, pertumbuhan dan sporulasi beberapa *B. bassiana*. *Pelita Perkebunan* 11(2):64-75
- Liswarni, Y., Winarto, Martinius. 2009. Eksplorasi dan pemanfaatan jamur antagonis di rizosfer untuk pengendalian Nematoda Bengkak Akar (*Meloidogyne* spp.). laporan penelitian Hibah Strategis Nasional. Lembaga Penelitian Universitas Andalas Padang.
- Mankau, R. 1979. Biocontrol: Fungi as nematode control agents. Symposium paper presented at the annual meeting of the Society of Nematologist, Salt Lake City, Utah. p. 23-26.
- Mustika, I., B.N. Susilo, dan R. Harni. 1997. Kajian teknis aplikasi agensia hayati jamur dan bakteri untuk pengendalian nematoda pada lada. Laporan teknis penelitian. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor. hal. 137-143
- 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.
- Mulyadi, B. Hadisutrisno, B. Triman. 1990. Inventarisasi jamur parasitik pada nematoda dan usaha pemanfaatannya dalam pengendalian nematoda secara hayati. Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 1990.
-
- _____. 1991. Pemanfaatan jamur *Paecilomyces lilacinus* dalam pengendalian hayati nematoda parasitik tanaman. Tahap II: Bioekologi dan patogenesis *P. lilacinus*. Proyek Pengembangan Pusat Penelitian bersama Antar Universitas/IUC (Bank Dunia), PAU Bioteknologi. LPIU-UGM. 1991
- Nankinga, C.M. and D. Moore. 2000. Reduction of banana weevil populations using different formulation of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. *Biocontrol Science and Technology* (2000) 10, 645-657.
- Nazarudin, S.B. 1997. Jamur penjerat nematoda dan pemanfaatannya sebagai agensia pengendalian hayati nematoda parasit tanaman. Prosiding Kongres Nasional XIV dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia, Palembang 27-29 Oktober 1997. hal. 202-208

- Nazarudin, S.B. dan I. Mustika. 1996. Penggunaan jamur penjerat untuk pengendalian hayati *Meloidogyne* spp. pada jahe . Proc. Seminar on Integrated Control of main diseases of Industrial Crops. Bogor, 13-14 March 1996. Research Institute for Spice and Medicinal Crops and Japan International Cooperration agency. p. 193-197.
- Olivares-Bernabeu, C.M. and Luis Vicente lopez-Liorca. 2002. Fungal egg-parasites of plant-parasitic nematodes from Spanish soils. *Rev Iberoam micol* 2002; 19: 104-110.
- Sarah, S. 1991. Studi penggunaan *Gliocladium* spp. sebagai agen pengendali nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) pada tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill)
- Watanabe, T. 2002. Soil and seed fungi. Morphologis of cultured fungi and key to Spesies. New York. CRC Press. 486 p
- Winarto dan Y. Liswarni. 2001. Pemanfaatan jamur di rizosfer yang beraktifitas nematisida di rizosfera untuk mengendalikan nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.). Penelitian Dosen Muda (BBI). Dikti. 24 halaman.
- Winarto. 2007. Pemanfaatan jamur antagonis untuk pengendalian nemtoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.). Jurnal manggaro. Vol.8.No.1 April 2007.
- Winarto dan Trizelia. 2009. Aktivitas antagonistik dan karakterisasi jamur yang berasosiasi dengan nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.) pada tanaman tomat. laporan Penelitian Fundamental. Dikti. 36 hal.
- Winarto, Trizelia, Y. Liswarni. 2013. Pengembangan formula jamur bionematisida untuk pengendalian nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.) pada tanaman tomat. laporan penelitian Hibah Bersaing. 2013. 34 hal.