

AKTIVITAS ANTAGONISTIK DAN KARAKTERISASI JAMUR YANG BERSOSIASI DENGAN NEMATODA BENGGAK AKAR (*Meloidogyne* spp.) PADA TANAH DAN AKAR TANAMAN TOMAT

Winarto, Trizelia¹⁾

ABSTRACT

The purpose of experiment were to know physiological and genetic character of antagonistic fungi to root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) . The examined physiological characteristics were conidial viability, colony growth, and sporulation was done in Laboratorium Departement of Plant Pest and Deseases of Agriculture Faculty ,Andalas University. The result of experiment indicated that there were variations between fungi in conidial viability, colony growth, and sporulations. The highest conidial viability, colony growth, and sporulation were *Fusarium* sp., *Trichoderma* sp.1, and *Aspergillus* sp.2 respectively. The results of genetic characterization showed that only OPE18 primer generated more polymorphic DNA fragments. Result of clustering analysis showed that antagonistic fungi forms two groups having genetic similarity equal to 41%. This means that antagonistic fungi have high genetic variability.

Key words: antagonistic, activity, fungi, *Meloidogyne* spp.

PENDAHULUAN

Salahsatu parasit tanaman yang menjadi hambatan dalam peningkatan produksi tomat adalah Nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.). *Meloidogyne* spp. dapat menyerang lebih dari 2000 spesies tanaman yang meliputi 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 saat ini umumnya masih dilakukan dengan menggunakan pestisida berupa insektisida yang sekaligus bisa digunakan sebagai nematisida. Pengendalian dengan kultur teknis dengan rotasi tanaman maupun penanaman tanaman antagonis kurang mendapatkan hasil yang signifikan. Penggunaan bahan kimia secara terus menerus dalam pengendalian nematoda dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, resurgensi dan resistensi nematoda terhadap bahan kimia.

¹⁾Jurusan Hama dan Penyakit Tanaman, Fak. Pertanian, Univ. Andalas Padang

Untuk menghindari dampak tersebut maka konsep pengendalian hama terpadu (PHT) merupakan alternatif yang tepat. 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. *Meloidogyne* spp. mempunyai banyak musuh alami, di antara musuh-musuh alami yang potensial yang dapat digunakan untuk pengendalian nematoda bengkak akar adalah jamur antagonis, yang dapat mengendalikan nematoda dengan cara sebagai penghasil senyawa kimia yang dapat membunuh nematoda, sebagai predator atau perangkap dan sebagai parasit larva maupun telur. 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.

Pengetahuan mengenai isolat-isolat lokal jamur antagonis yang berpotensi tinggi terutama yang terdapat secara alami dan berasal dari ekosistem yang sama dengan nematoda yang akan dikendalikan sangat penting karena akan lebih menjamin keberhasilan pengendalian biologi. Mengetahui keberadaan alami jamur antagonis pada agroekosistem dimana nematoda berada merupakan langkah awal yang perlu dilakukan dalam pemanfaatan jamur antagonis sebagai agen pengendali nematoda bengkak akar. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui aktivitas antagonistik dan karakter jamur pada tanah dan akar tomat terhadap nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.)

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di laboratorium, dan rumah kaca. Penelitian dilakukan di laboratorium nematologi dan mikologi serta rumah kaca jurusan Hama dan Penyakit Fakultas Pertanian, Universitas Andalas , Padang. Tahapan penelitian yaitu:

A. Karakterisasi Fisiologis dan Genetik

1. Karakter fisiologis

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

1.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 µl suspensi konidia jamur antagonistik yang mengandung 10⁶ 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.

1.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.

1.c. Sporulasi

Penghitungan sporulasi masing-masing jamur antagonistik dari berbagai daerah pengambilan sampel dilakukan dengan menyiapkan suspensi konidia dengan konsentrasi 10⁵ 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 Hemositometer dan rata-rata jumlah konidia per cawan petri dibandingkan antar isolat jamur.

2. Karakter Genetik

Untuk mengetahui keragaman genetik antar dan dalam spesies jamur antagonistik dari beberapa daerah pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *Random Amplified Polymorphic DNA-polymerase Chain Reaction* (RAPD-PCR) dengan beberapa tahapan yaitu:

2.a. Perbanyakan jamur

Untuk persiapan pengujian karakter genetik maka jamur ditumbuhkan pada media SDAY dan diinkubasikan selama 15 hari pada suhu 25°C.

2.b. Perbanyakan miselium untuk ekstraksi DNA

Konidia dipanen dari biakan jamur yang telah berumur 15 hari dan dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer yang berisi 100 ml media cair *Sabouraud's dextrose Broth* (SDB) dan diinkubasikan selama 4 hari pada *rotary shaker* dengan kecepatan 130 rpm dan suhu 25°C. Miselia dipanen dengan disaring menggunakan kertas Whatman No. 1 dan dicuci dua kali dengan air suling steril.

2.c. Ekstraksi DNA

Ekstraksi DNA dari miselia jamur menggunakan metode dari Hidayat dkk. (2002). Miselia jamur ditimbang sebanyak 1 gram, kemudian digerus dalam nitrogen cair dengan menggunakan mortar. Serbuk miselium dipindahkan ke dalam tabung ependorf dan diberi 1500 µl buffer ekstraksi (1.4 M NaCl, 20 mM EDTA pH 8.0, 100 mM tris-HCl (pH 8.0), 2% (w/v) CTAB, 0.2% β-merkaptotanol). Campuran dikocok sampai homogen dan dipanaskan pada suhu 65°C selama 30 menit sambil sesekali digoyang. Kemudian ditambahkan 1 volume campuran fenol : khloroform : isoamil alkohol (25:24:1) dan divorteks. Campuran disentrifugasi pada kecepatan 11.000 rpm selama 15 menit. Supernatan dipindahkan ke tabung ependorf yang baru dan ditambahkan ke dalamnya 1 volume isopropanol dingin dan dikocok perlahan. Larutan diinkubasi pada suhu -20°C selama 30 menit kemudian disentrifugasi pada 11.000 rpm selama 15 menit. Supernatan yang ada dibuang dan pelet yang didapatkan dicuci dengan etanol 70% kemudian disentrifugasi pada 11.000 rpm selama 15 menit. Etanol dibuang dan pelet DNA dikeringkan dengan vakum. Pelet DNA dilarutkan dalam dH₂O pada suhu ruang lalu disimpan pada suhu -20°C.

2.d. Amplifikasi DNA dengan Teknik RAPD-PCR

Hasil ekstraksi DNA diamplifikasi dengan teknik RAPD-PCR menggunakan 10 macam primer yaitu Primer OPA02, OPA05, OPA 09, OPA12, OPB01, dan OPE18. Volume final campuran reaksi PCR adalah 25µl. komposisi reaksi PCR sebagai berikut: 1 kali PCR buffer (10 mM KCl, 10 mM (NH₄)₂SO₄, 20mM Tris-HCl, 2mM MgSO₄, 0.1% Triton X-100, pH 8.8), 0.1 mM tiap dNTP, 2.4 mM MgCl₂, 0.4 µM primer, 1 unit *Tag* DNA polymerase (New England BioLabs Inc.), 5µl DNA sampel dan ditambahkan air sehingga volume mencapai 25 µl. Amplifikasi DNA dengan menggunakan mesin PCR berlangsung dengan urutan sebagai berikut, Tahap 1 : pra-amplifikasi selama 5 menit pada suhu 94°C, Tahap II: amplifikasi PCR dilakukan sebanyak 45 siklus reaksi dengan pemisahan utas DNA genom (denaturasi) pada suhu 94°C selama 15 detik. Penempelan primer (*annealing*) pada suhu 35°C selama 30 detik, sintesis pada suhu 72°C selama 1 menit, dan Tahap III: Pasca amplifikasi pada suhu 72°C selama 7 menit.

2.e. Analisis DNA pada *Agarose gel electrophoresis*

Fragmen DNA hasil amplifikasi untuk setiap primer diambil sebanyak 8 µl dan ditambah dengan 2 µl larutan penanda (0.25% *Bromophenol Blue* dan 40% (w/v) sucrose) kemudian dipisahkan dengan elektroporesis pada gel agarose 1.5% dengan menggunakan buffer TBE IX dan dilanjutkan dengan pewarnaan melalui perendaman gel agarosa dalam larutan tedium bromide 0.5 µg/ml selama 30 menit dan dibilas dengan H₂O selama 30 menit. Pita DNA hasil amplifikasi diamati di atas transiluminator UV dan dilanjutkan dengan pemotretan menggunakan alat Gel UV dokumentasi.

2.f. Analisis data hasil RAPD

Pita polimorfik masing-masing sampel DNA diamati untuk menentukan adanya perbedaan genetik dari jamur. Setiap posisi pita DNA diubah dalam bentuk data biner dengan member nilai 1 jika ada pita dan 0 jika tidak ada pita. Data biner ini selanjutnya diolah dengan menggunakan program computer *Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System* (NTSys) versi 2.02. Berdasarkan nilai kesamaan genetik tersebut dilakukan analisis pengelompokan (*Cluster analysis*) menggunakan metode *Unweight pair group method average* (UPGMA) . Hasil analisis pengelompokan tersebut berupa dendrogram kesamaan genetik yang menunjukkan hubungan kesamaan antar jenis dari masing-masing isolate jamur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakter Fisiologis

1. Daya Kecambah Konidia

Hasil pengamatan daya kecambah konidia masing-masing jamur antagonis disajikan pada Tabel 1. Perkecambahan konidia jamur *Fusarium* sp. paling tinggi dan berbeda nyata dengan jamur lainnya sedangkan jamur *Paecilomyces* sp. paling rendah bila dibandingkan dengan jamur lainnya.

Tabel 1. Daya kecambah konidia masing-masing jamur antagonis terhadap Nematoda Bengkak Akar (*Meloidogyne* spp.)

Nama Jamur	Daya Kecambah (%)
<i>Paecilomyces</i> sp.	77.75 a
<i>Penicillium</i> sp.	78.00 a
<i>Trichoderma</i> sp.1	79.00 a
<i>Chaetomium</i> sp.	92.75 b
<i>Trichoderma</i> sp.2	92.75 b
<i>Aspergillus</i> sp.2	94.00 b
<i>Aspergillus</i> sp.1	94.00 b
<i>Fusarium</i> sp.	98.00 c

Angka pada kolom yang sama dan diikuti huruf yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut DNMRT pada taraf nyata 5%.

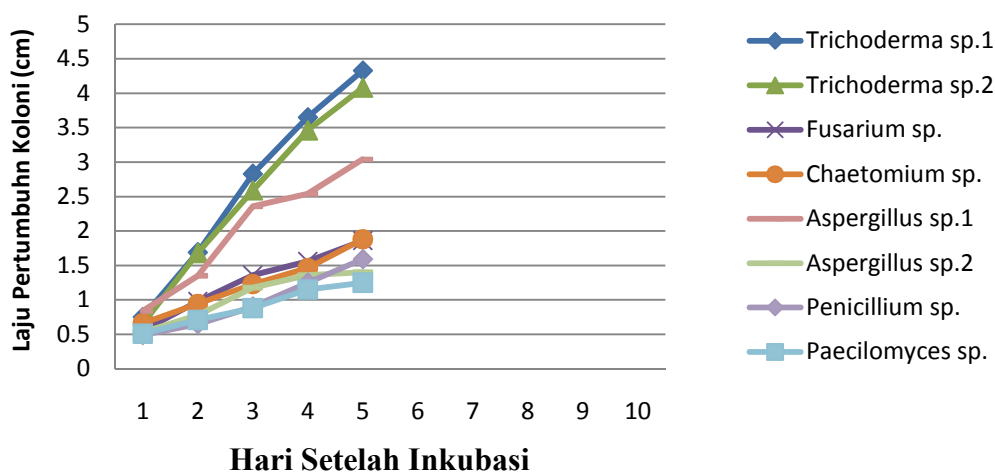
Daya kecambah jamur antagonis yang ditemukan bervariasi diduga disebabkan oleh adanya perbedaan kebutuhan nutrisi dari masing-masing jamur. Menurut Tanada dan Kaya (1993) dan Hatzipapas *et al.* (2002) perkecambahan konidia sangat tergantung pada kondisi lingkungan seperti kelembaban, suhu dan cahaya serta nutrisi. Pemicu perkecambahan berhubungan dengan ada atau tidak adanya serta konsentrasi nutrisi di luar konidia.

Daya kecambah konidia beberapa jamur di atas 90% , hal ini menunjukkan bahwa jamur tersebut potensial untuk dikembangkan sebagai bionematisida. Sebagai pembanding adalah pendapat Jenkins *et al.* (1998) yang menyatakan bahwa daya kecambah konidia merupakan salah satu kriteria dalam pemilihan isolat yang akan dikembangkan sebagai bioinsektisida dan daya kecambah konidia pada media SDA harus di atas 90%. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa konidia jamur *Fusarium* sp.

mempunyai kemampuan kecambah yang paling tinggi yaitu 98%, hal ini kemungkinan ada hubungannya dengan kemampuan antagonistik dari jamur *Fusarium* sp. yang tinggi terhadap nematoda *Meloidogyne* spp.. Daya kecambah yang tinggi merupakan salahsatu indikator bahwa jamur tersebut mempunyai kemampuan antagonistik yang tinggi. Sesuai hasil penelitian tahun I yang menunjukkan bahwa jamur *Fusarium* sp. mempunyai kemampuan antagonistik yang tinggi dan dapat memarasit semua semua stadia yaitu telur, larva, dan dewasa, selain itu juga dapat menghasilkan senyawa yang bersifat nematisida. Menurut Al abed Al kader (2008), jamur *Fusarium* sp. mempunyai kemampuan antagonistik yang lebih besar dibandingkan dengan *Trichoderma* sp., dan *Paecilomyces* sp. Hal ini disebabkan antara lain perkecambahan konidia *Fusarium* sp. menjadi lebih cepat apabila kondisi lingkungan cocok untuk pertumbuhannya.

2. Laju Pertumbuhan koloni

Pengamatan laju pertumbuhan koloni masing-masing jamur antagonis disajikan pada gambar 1. Kecepatan pertumbuhan koloni jamur *Trichoderma* sp.1 lebih tinggi dibandingkan dengan jamur lainnya sedangkan jamur *Paecilomyces* sp. mempunyai kecepatan pertumbuhan koloni yang paling rendah. Pada hari ke 5 setelah inokulasi koloni jamur *Trichoderma* sp.1 sudah memenuhi media pada Cawan Petri.



Gambar 1. Laju pertumbuhan koloni masing-masing jamur antagonis

Kecepatan pertumbuhan koloni jamur *Trichoderma* sp.1 maupun *Trichoderma* sp.2 lebih tinggi dibandingkan dengan jamur lainnya, pada pengamatan hari ke 5 setelah inokulasi sudah memenuhi permukaan media dalam Cawan Petri. Hal yang sama juga didapatkan oleh Adnan (1991) bahwa jamur *Trichoderma* sp. mempunyai kecepatan pertumbuhan koloni paling tinggi dibandingkan jamur *Fusarium*, *Penicillium*, *Gliocladium*, *Paecilomyces*, *Scitalidium*, *Cephalosporium*, *Hyaloflorae* dan *Aspergillus*. Kecepatan pertumbuhan koloni jamur dipengaruhi antara lain oleh media tumbuhnya, dimana pada media yang berbeda maka kecepatan tumbuhnya juga berbeda.

3. Sporulasi

Jumlah konidia yang terbentuk dari masing-masing jamur antagonis dapat dilihat pada Tabel 2. Jumlah konidia terbentuk paling banyak pada jamur *Aspergillus* sp. 2 dan berbeda nyata terhadap semua jamur lainnya sedangkan paling sedikit terdapat pada jamur *Penicillium* sp.

Tabel 2. Jumlah konidia yang dihasilkan masing-masing jamur antagonis

Nama jamur	Jumlah konidia/ml suspensi
<i>Penicillium</i> sp.	3.06×10^9 a
<i>Fusarium</i> sp.	2.88×10^9 a
<i>Trichoderma</i> sp. 2	3.75×10^9 ab
<i>Paecilomyces</i> sp.	4.50×10^9 b
<i>Trichoderma</i> sp.1	4.63×10^9 b
<i>Chaetomium</i> sp.	6.37×10^9 c
<i>Aspergillus</i> sp.1	6.50×10^9 c
<i>Aspergillus</i> sp. 2	8.12×10^9 d

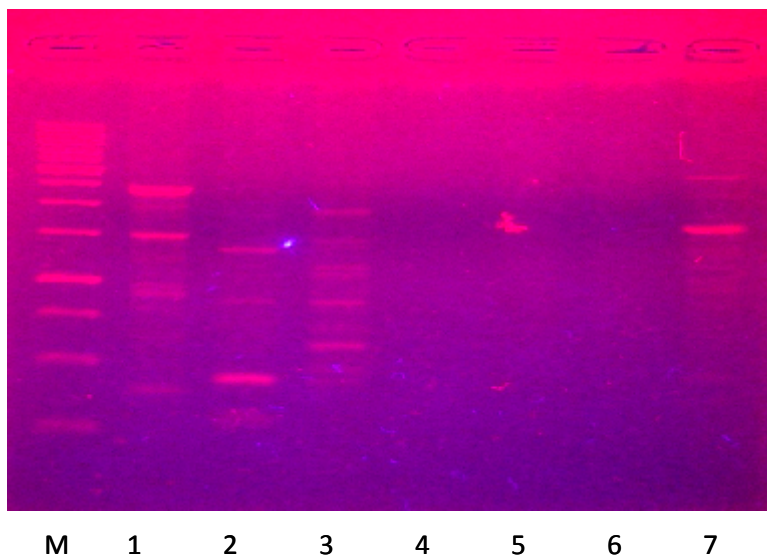
Angka pada kolom yang sama dan diikuti huruf yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut DNMRT pada taraf nyata 5%.

Kemampuan sporulasi yang tinggi dari *Aspergillus* sp. kemungkinan berhubungan dengan kemampuan antagonistik terhadap nematoda dan kondisi lingkungan yang sesuai untuk sporulasi. Kemampuan sporulasi dan antagonistik masing-masing jamur dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dimana jamur tumbuh. Wang (2002) menyatakan bahwa kemampuan jamur antagonis terhadap nematoda dipengaruhi oleh lingkungan terutama bahan organik, pH dan suhu. Masing-masing jamur memerlukan kondisi yang berbeda-beda untuk mencapai kemampuan antagonistik yang maksimal. Mankau (1980)

menyatakan bahwa jamur yang baik untuk mengendalikan nematoda parasit adalah yang mempunyai kemampuan menghasilkan spora yang cepat sehingga apabila diaplikasikan ke tanah akan cepat berkembang dan cepat mengenai sasaran nematoda.

B. Karakter genetik

Hasil pengamatan pita yang terbentuk dari primer OPA 02, OPA05, OPA 09, OPA12, OPB01, dan OPE18 ternyata primer OPE 18 menghasilkan pola pita DNA polimorfik yang lebih banyak, sedangkan yang lainnya lebih sedikit dan bervariasi. Beberapa jamur tidak menghasilkan pita DNA pada semua primer yang digunakan (Gambar 2)



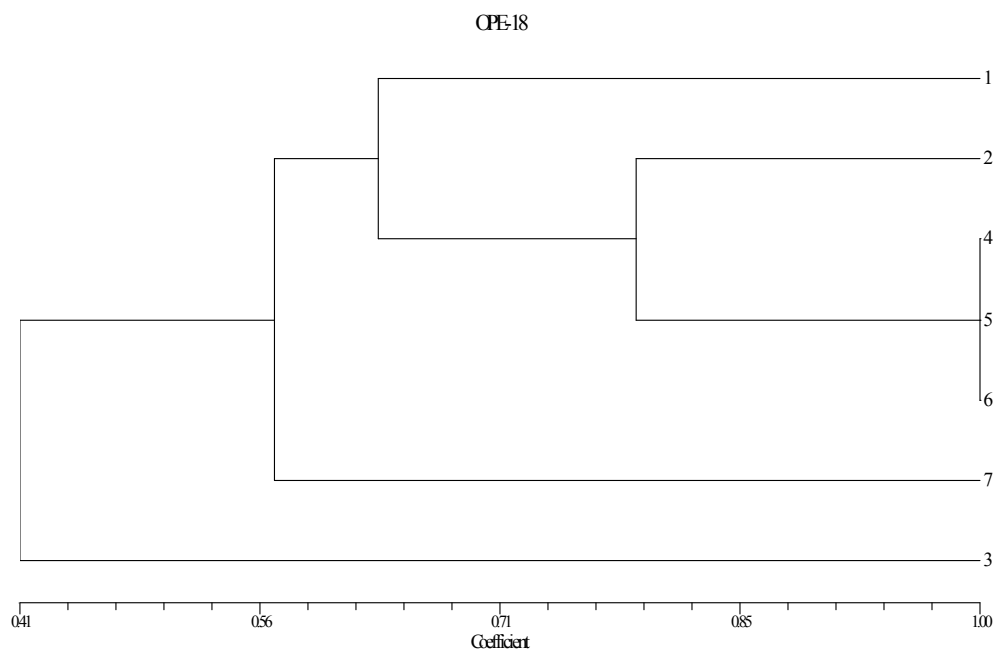
Gambar 2. Profil pita DNA hasil amplifikasi dengan menggunakan primer OPE 18. M (Marker), 1 (*Chaetomium* sp.), 2 (*Trichoderma* sp.1), 3 (*Paecilomyces* sp.), 4 (*Fusarium* sp.), 5 (*Trichoderma* sp. 2), 6 (*Penicillium* sp.), 7 (*Aspergillus* sp.)

Banyaknya pita DNA yang dihasilkan oleh setiap primer tergantung pada banyaknya situs penempelan dari primer yang digunakan pada genom atau sebaran situs pada genom yang homolog dengan sekuen primer. Semakin banyak situs penempelan semakin banyak jumlah pita yang dihasilkan. Selama situs penempelan primer masih berada dalam jarak yang masih dapat diamplifikasi maka akan tetap dihasilkan fragmen

DNA. Jika situs penempelan primer terletak pada sekuen DNA berulang di dalam genom, di samping meningkatkan konsentrasi DNA genom dalam reaksi, juga akan menghasilkan jumlah fragmen semakin banyak yang ditandai dengan tajamnya intensitas pita DNA (Motulo 2000; Matondang *et al.* 2001). Sedikitnya jumlah pita DNA hasil amplifikasi oleh primer OPA 02, OPA05, OPA 09, OPA12, dan OPB01 menunjukkan sedikitnya jumlah situs pada genom masing-masing jamur yang homolog dengan primer tersebut.

Pita DNA hasil amplifikasi PCR beberapa tidak jelas dan beberapa tidak ada pitanya. Hal ini kemungkinan kurangnya konsentrasi DNA, atau tidak adanya genom yang homolog dengan sekuen primer. Menurut Grattapaglia *et al.* (1992 dalam Motulo 2000), hal ini dipengaruhi oleh sebaran situs penempelan primer pada genom, jumlah fragmen yang diamplifikasi, kemurnian dan konsentrasi DNA genom. Runtunuwu *et al.* (2002) menambahkan bahwa DNA cetakan yang tidak murni dapat mengganggu penempelan primer pada situsnyanya dan akan menghambat aktivitas enzim polimerase yang berfungsi untuk melakukan polimerisasi DNA. DNA cetakan yang banyak mengalami fragmentasi dapat menghilangkan situs penempelan primer. Menurut Lengkong *et al.* (2001) ketajaman pita DNA hasil PCR sangat tergantung pada konsentrasi DNA, konsentrasi $MgCl_2$, konsentrasi *tag polimerase* DNA, dan jumlah siklus amplifikasi PCR

Hasil analisis keragaman genetik masing-masing jamur antagonis dengan menggunakan primer OPE 18 ditampilkan dalam bentuk dendogram (Gambar 3).



Gambar 3. Dendogram kesamaan genetik masing-masing jamur antagonis terhadap *Meloidogyne* spp. dengan menggunakan primer OPE 18.. 1 (*Chaetomium* sp.), 2 (*Trichoderma* sp.1), 3 (*Paecilomyces* sp.), 4 (*Fusarium* sp.), 5 (*Trichoderma* sp.2), 6 (*Penicillium* sp.), 7 (*Aspergillus* sp.)

Pada Gambar 3 terlihat bahwa tujuh jamur antagonis terhadap *Meloidogyne* spp. membentuk 2 kelompok utama pada tingkat kesamaan genetik 41%. Kelompok 1 adalah *Chaetomium* sp., *Trichoderma* sp.1, *Fusarium* sp., *Trichoderma* sp.2, *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. dan kelompok 2 adalah *Paecilomyces* sp. Tingkat kesamaan masing-masing jamur di bawah 80% sehingga dapat dikatakan bahwa keragaman genetik masing-masing jamur tinggi. Hal ini kemungkinan karena beberapa jamur berasal dari genus yang berbeda dan pengambilan sampel juga dari dua lokasi yang berbeda.

Jamur *Trichoderma* sp.1 dan *Trichoderma* sp.2 mempunyai hubungan kekerabatan yang lebih dekat dibandingkan dengan jamur lainnya karena masih dalam genus yang sama dan mempunyai sifat antagonistik sebagai penghasil senyawa nematisida, tetapi tingkat kesamaan genetiknya masih di bawah 85%. Hal ini kemungkinan kedua jamur *Trichoderma* berbeda dalam spesies dan juga berbeda lokasi asalnya. Jamur *Paecilomyces* sp. memiliki tingkat kesamaan genetik 41% dengan keragaman tertinggi yaitu 59%. Tingkat kesamaan genetik dan keragaman yang berbeda dari masing-masing jamur mungkin disebabkan perbedaan aktivitas antagonistik dari masing-masing jamur.

KESIMPULAN

1. Karakter fisiologis dari masing-masing jamur antagonis bervariasi. Daya kecambah tertinggi yaitu *Fusarium* sp., laju pertumbuhan tercepat adalah *Trichoderma* sp.1 dan sporulasi tertinggi adalah jamur *Aspergillus* sp.2
2. Primer OPE 18 menghasilkan pola pita DNA polimorfik yang lebih banyak dibandingkan dengan primer lainnya.
3. Hasil analisis keragaman genetik menunjukkan bahwa jamur antagonis yang ditemukan membentuk 2 kelompok. Dua kelompok ini membentuk satu kelompok dengan pada tingkat kesamaan genetik 41% atau dengan keragaman genetik 59%.

SARAN

Untuk mendapatkan karakter genetik yang lebih baik perlu seleksi primer yang lebih banyak sehingga didapatkan hubungan kekerabatan antar jamur antagonis terhadap *Meloidogyne* spp.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, A.M. 1991. Prospek beberapa isolat 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.
- Elshafie, A.E., R. Al-Mueini, S.N. Al-Bahry, A.Y. Akindi, I. Mahmud, and S.H. Al-Rawahi. 2006. Diversity and trapping efficiency of nematophagous fungi from Oman. *Phytopathol. Mediterr*: 45, 266-270

- Hatzipapas P, Kalosaka K, Dara A, Christias C. 2002. Spore germination and appressorium formation in the entomopathogenic *Alternaria alternata*. *Mycol Res* 106(11):1349-1359.
- 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 Sukanto, S. 1995. Pengaruh suhu dan kelembaban relatif terhadap perkecambahan, pertumbuhan dan sporulasi beberapa isolat *B. bassiana*. *Pelita Perkebunan* 11(2):64-75
- 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.
- Matondang I, Suharsono, Hartana A. 2001. Analisis keanekaragaman genetik kelapa dalam asal Maluku menggunakan teknik *Random Amplified Polymorphic DNA*. *Hayati* 8(2):31-34.
- Motulo, HFJ. 2000. Keragaman genetik beberapa isolat *Phytophthora palmivora* penyebab penyakit gugur buah kelapa berdasarkan penanda *Random Amplified Polymorphic DNA* (RAPD). [Tesis]. Bogor: Program Pascasarjana IPB. 47 hlm.
- 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.
- 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 Cooperation agency. p. 193-197.
- Olivares-Bernabeu, C.M. and Luis Vicente Lopez-Llorca. 2002. Fungal egg-parasites of plant-parasitic nematodes from Spanish soils. *Rev Iberoam micol* 2002; 19: 104-110.
- Runtunuwu SD, Hartana A Suharsono. 2002. Teknik RAPD kelapa dengan metode ekstraksi DNA dan kit PCR yang berbeda. *Hayati* 9(3):94-96.

- Sarah, S. 1991. Studi penggunaan *Gliocladium* spp. sebagai agen pengendali nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) pada tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill)
- Tanada Y, Kaya HK. 1993. *Insect Pathology*. San Diego: Academic Press, INC. Harcourt Brace Jovanovich, Publisher.
- Wang, Koon-Hui. 2002. Nematode-Antagonistic Fungi.
<http://agroecology.ifas.ufl.edu/Beneficial%20soil%20fungi.htm> . [30/11/2007]
- Winarto dan Liswarni. 1996. Penggunaan jamur parasit telur untuk mengendalikan nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.). Penelitian Dosen Muda (BBI), Dikti. 24 halaman
- Winarto dan Liswarni. 1998. Penggunaan jamur pemangsa larva untuk mengendalikan nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.). Penelitian Dosen Muda (BBI). Dikti. 26 halaman.
- Winarto dan Liswarni. 2001. Pemanfaatan jamur yang beraktifitas nematisida di rizosfera untuk mengendalikan nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.). Penelitian Dosen Muda (BBI). Dikti. 24 halaman.
- Winarto. 2005. Potensi jamur antagonis di rizosfera sebagai agen hayati untuk pengendalian nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.). Penelitian Dosen Muda (BBI). Dikti. 26 halaman.