

Eksplorasi jamur antagonis terhadap Nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.) dari rizosfer tanaman tomat

Antagonistic fungi exploration against root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) from tomato rhizosphere

WINARTO*, TRIZELIA, YENNY LISWARNI

Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Jl. Unand, Kampus Limau Manis, Pauh, Padang 25163, Sumatera Barat.
Tel.: +62-751-72701, Fax.: +62-751-72702, *email: yenniliswarni@gmail.com

Manuskrip diterima: 5 Oktober 2018. Revisi disetujui: 26 November 2018.

Abstract. Winarto, Trizelia, Liswarni Y. 2019. Eksplorasi jamur antagonis terhadap Nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.) dari rizosfer tanaman tomat. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* 5: 194-198. Jamur antagonis merupakan salahsatu musuh alami nematoda bengkak akar (*Meloidogyne* spp.). Habitat jamur antagonis terhadap nematoda antara lain berada dalam tanah di sekitar akar tanaman dan aktivitasnya bisa sebagai parasit, predator atau perangkap dan antibiosis terhadap nematoda. Mengetahui jenis jamur yang bersifat antagonis terhadap nematoda perlu dilakukan dalam rangka pengelolaan nematoda yang ramah lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan jamur di rizosfer tanaman tomat yang bersifat antagonis terhadap nematoda bengkak akar. Tahapan penelitian meliputi pengambilan sampel tanah dari perakaran tomat di sentra produksi tomat yaitu Alahan panjang, Kabupaten Solok, dan Padang Laweh, Kabupaten Tanah datar. Hasil penelitian mendapatkan 7 jenis jamur yang bersifat antagonis terhadap nematoda bengkak akar yaitu *Paecilomyces* sp., *Penicillium*, sp., *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Gliocladium* sp. *Trichoderma* sp. dan *Chaetomium* sp.. Jamur yang bersifat parasit adalah *Paecilomyces* sp. dan *Fusarium* sp., yang bersifat antibiosis adalah *Penicillium*, sp., *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Gliocladium* sp. *Trichoderma* sp., and *Chaetomium* sp

Kata kunci: Eksplorasi, jamur antagonis, *Meloidogyne*, rizosfer, tomat

Abstract. Authors. 2019. Exploration of antagonistic fungi against root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) from tomato rhizosphere. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon* 5: 194-198. Antagonistic fungi are one of the natural enemies of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). The fungus antagonistic habitat for nematodes includes being in the soil around plant roots and its activities can be as parasites, predators or traps and antibiosis of nematodes. Knowing the type of fungus that is antagonistic to nematodes needs to be done in order to manage environmentally friendly nematodes. The purpose of this study was to obtain fungi in the rhizosphere of tomato plants that are antagonistic to root-knot nematodes. The stages of the research included taking soil samples from the roots of tomatoes at the tomato production center, namely Alahan Panjang, Solok districts and Padang Laweh, Tanah Datar Districts. The results of the study showed 7 types of fungi that were antagonistic to the root-knot nematodes namely *Paecilomyces* sp., *Penicillium*, sp., *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Gliocladium* sp. *Trichoderma* sp. and *Chaetomium* sp. Parasitic fungus is *Paecilomyces* sp. and *Fusarium* sp., which are antibiotic are *Penicillium*, sp., *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Gliocladium* sp. *Trichoderma* sp., and *Chaetomium* sp.

Keywords: Exploration, fungi antagonists, *Meloidogyne*, rhizosphere, tomatoes

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 (1978), 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 pertanian 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, resurjensi karena matinya musuh alami dan resistensi nematoda terhadap bahan kimia. Untuk menghindari dampak tersebut maka konsep pengendalian hama terpadu (PHT) merupakan alternatif yang tepat. Menurut Oka (2005) PHT antara lain 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. Diantara musuh alami 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.)

BAHAN DAN METODE

Pengambilan Sampel tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan pada pertanaman tomat di sentra produksi tomat di Sumatera Barat yaitu Alahan Panjang, Kabupaten Solok dan Padang Laweh, Kabupaten Agam, dimana pada daerah tersebut banyak ditemukan gejala penyakit bengkak akar (*Meloidogyne* spp.). Masing-masing daerah diambil 2 hamparan pertanaman tomat untuk diambil tanahnya. Pengambilan tanah dilakukan secara diagonal pada masing-masing hamparan, pada tiap titik diambil sebanyak 500 gram tanah.

Isolasi jamur dari tanah

Isolasi jamur dilakukan dengan mengambil 10 gram contoh tanah kemudian dimasukkan ke dalam 90 mL akuades 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 suspensi dari masing-masing pengenceran dimasukkan ke dalam cawan Petri steril, kemudian dituangi lebih kurang 10 mililiter media Agar Kentang Dekstrose (AKD) ditambah khloramfenikol (AKD- khloramfenikol). Biakan ini diinkubasikan pada suhu kamar selama 3-5 hari.

Isolasi jamur dari telur nematoda

Telur nematoda diperoleh dari akar tanaman tomat yang menunjukkan gejala bengkak akar, yang diambil dari lokasi yang sama dengan pengambilan sampel tanah. Telur diperoleh dengan cara memotong akar yang bengkak yang sudah terlihat ada masa telur yang berwarna kuning kecoklatan, kemudian dikocok dalam larutan 1% sodium hypochlorite dalam gelas ukur. Selanjutnya disaring dalam saringan 500 mesh dan dicuci dengan air mengalir sehingga telur bersih dari sodium hypochlorite. Untuk mengisolasi jamur yang menginfeksi telur digunakan metode dari Olivares-Bernabeu dan Lopes-Liorca (2002) yaitu dengan menginokulasikan 100 telur nematoda ke dalam media Peptone-dextrose-agar yang sudah ditambah dengan 1000 µg/mL Triton-X 100, 50 µg/mL penicillin, 50 µg/mL streptomycin sulphate dan 50 µg/mL rose bengal kemudian diinkubasi selama 3 hari pada suhu 25°C. Pengamatan dilakukan terhadap jamur yang tumbuh pada telur kemudian diidentifikasi.

Uji Aktivitas antagonistik

Pengujian jamur sebagai parasit telur

Metode yang digunakan adalah menurut Olivares-Bernabeu dan Lopes-Liorca (2002) yaitu dengan menyebarkan telur nematoda sebanyak 50 butir pada 1% agar air dalam lempengan kaca. Masing-masing telur diinokulasi dengan 10 µl suspensi konidia masing-masing jamur dengan konsentrasi 10^6 konidia/mL. Masing-masing jamur dibuat 3 lempengan kemudian diinkubasi pada suhu 25°C dalam tempat yang gelap. Jamur bersifat sebagai parasit telur apabila kelihatan mengkoloni telur nematoda

Pengujian jamur sebagai perangkap dan parasit larva nematoda

Metode yang digunakan adalah dari Gomes et al. (2001) yaitu dengan menumbuhkan isolat masing-masing jamur pada media PDA dan diinkubasi pada suhu 27°C dalam tempat gelap selama 7 hari. Biakan jamur diambil kira-kira diameter 7 mm kemudian dipindahkan ke cawan petri yang berisi media 2% media agar air yang ditambah dengan 1% gentamycin (1 tetes/100 mL media). Inkubasi dilakukan pada suhu 27°C pada tempat yang gelap selama 5 hari. Pada hari ke 6, satu mL suspensi yang berisi 500 larva nematoda ditambahkan pada cawan yang berisi media tersebut kemudian disimpan pada tempat gelap pada suhu 27°C. Pengamatan dilakukan tiap hari dengan menggunakan mikroskop, apabila sebagai jamur perangkap maka larva nematoda terperangkap hifa jamur dalam bentuk lingkaran atau jaring, sedangkan apabila sebagai jamur parasit larva maka akan terlihat adanya konidia atau hifa jamur yang menempel pada tubuh larva nematoda tanpa adanya bentuk lingkaran atau jaring-jaring.

Uji penghasil metabolit sebagai nematisida

Filtrat diperoleh dengan cara membiakkan masing-masing jamur pada media *nutrient broth* pH 6 yang mengandung 2% glukosa, 0.01 % pepton, 2 % ekstrak ragi, dan 1000 mL air (Adnan, 1991). Untuk pembiakan masing-masing jamur diperlukan 25 mL media dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer kemudian disterilkan. Setelah dingin kemudian biakan masing-masing jamur diinokulasikan pada media ini secara aseptik dan diinkubasikan selama 15 hari pada suhu ruangan. Untuk memisahkan filtrat jamur dengan miselium digunakan sentrifuse dengan kecepatan 10.000 rpm kemudian disaring dengan kertas saring. Filtrat yang diperoleh diuji aktifitas nematisidanya. Pengujian dilakukan secara *in vitro* dengan memberikan 2 mL filtrat masing-masing jamur sebagai perlakuan pada 100 mL suspensi yang berisi 100 larva tahap II *Meloidogyne* spp. Pengamatan dilakukan terhadap jumlah larva yang mati tiap 4 jam selama 2 hari dan dibandingkan dengan kontrol yang tanpa diberi filtrat jamur.

Identifikasi jamur yang ditemukan

Identifikasi jamur antagonis dilakukan 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).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil isolasi jamur dari tanah perakaran tanaman tomat dan telur nematoda didapatkan 11 isolat jamur dari Alahan Panjang, Kabupaten Solok dan 10 isolat jamur dari Padang Laweh, Kabupaten Agam. Hasil pengujian mekanisme antagonistik masing-masing isolat jamur terhadap telur, larva dan dewasa nematoda *Meloidogyne* spp. dapat dilihat pada Tabel 1.

Identifikasi isolat yang bersifat antagonis

Identifikasi dilakukan terhadap jamur yang bersifat antagonis terhadap nematoda *Meloidogyne* spp. setelah dilakukan uji mekanisme antagonistik. Hasil identifikasi ditampilkan pada Tabel 2.

Isolat jamur yang ditemukan dari tanah, telur maupun larva sebanyak 21 isolat dan setelah diuji aktivitas antagonistiknya terhadap *Meloidogyne* spp. ternyata ada 10 isolat yang bersifat antagonis, dimana 5 isolat dari Alahan Panjang dan 5 isolat dari Padang Laweh. Beberapa isolat ternyata setelah diidentifikasi menunjukkan jamur yang sama. Jamur yang ditemukan bersifat antagonis terhadap *Meloidogyne* spp. adalah *Paecilomyces* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Gliocladium* sp., *Trichoderma* sp., dan *Chaetomium* sp. Sesuai dengan hasil survei Mustika dan ahmad (2004), bahwa pada tanah dan

kotoran ternak ditemukan banyak jamur yang bersifat antagonis terhadap nematoda antara lain *Fusarium* sp., *Gliocladium* sp., *Paecilomyces* sp., *Trichoderma* sp., *Arthrobotrys* sp., *Verticillium* sp., *Monacrosporium* sp., *Dactylaria* sp. dan *Dactylella* sp. Halman dan Sikora (1996) menemukan jamur *Penicillium* sp. merupakan jamur penghasil senyawa yang dapat mematikan nematoda.

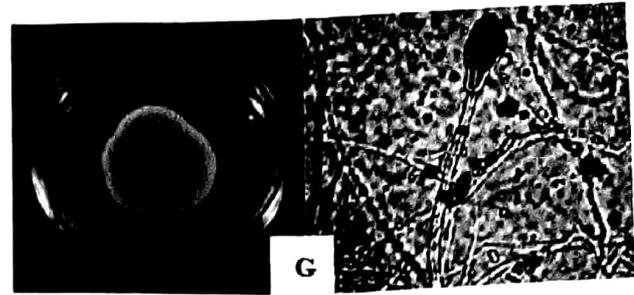
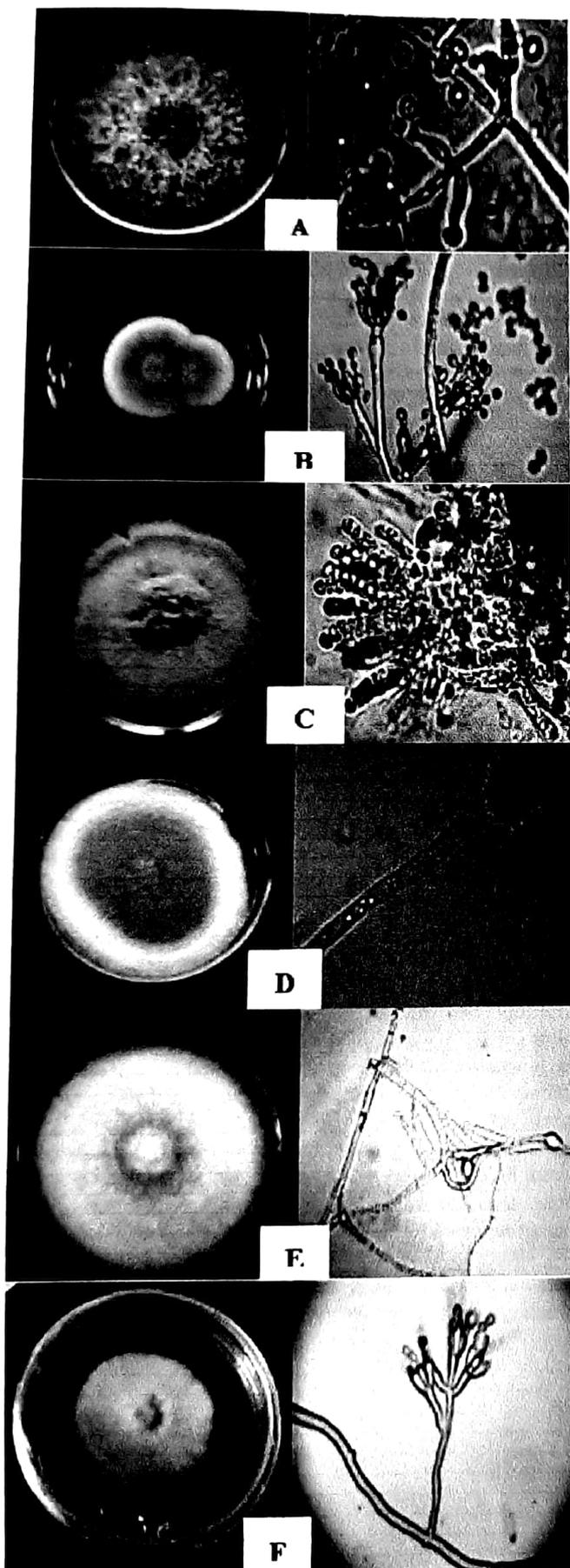
Tabel 1. Aktivitas antagonistik masing-masing isolat jamur terhadap *Meloidogyne* spp.

Nama isolat	Asal isolat	Mekanisme antagonistik					
		Parasit telur	Parasit larva	Parasit dewasa	Perangkap larva	Penghasil nematisida	
APTn1	Alahan Panjang	-	-	-	-	+	
APTn2	Alahan Panjang	-	-	-	-	+	
APTn3	Alahan Panjang	-	-	-	-	-	
APTn4	Alahan Panjang	-	-	-	-	-	
APTn5	Alahan Panjang	-	-	-	-	-	
APTn6	Alahan Panjang	-	-	-	-	+	
APTn7	Alahan Panjang	-	-	-	-	+	
APTn8	Alahan Panjang	-	-	-	-	-	
APTn9	Alahan Panjang	-	-	-	-	-	
APTn10	Alahan Panjang	-	-	-	-	-	
APTn11	Alahan Panjang	-	-	-	-	-	
APTr1	Alahan Panjang	+	+	+	-	+	
PLTr1	Padang Laweh	+	+	+	-	-	
PLTn1	Padang Laweh	-	-	-	-	+	
PLTn2	Padang Laweh	-	-	-	-	+	
PLTn3	Padang Laweh	-	-	-	-	+	
PLTn4	Padang Laweh	-	-	-	-	-	
PLTn5	Padang Laweh	-	-	-	-	-	
PLTn6	Padang Laweh	-	-	-	-	+	
PLTn7	Padang Laweh	-	-	-	-	-	
PLTn8	Padang Laweh	-	-	-	-	-	
PLTn9	Padang Laweh	-	-	-	-	-	
PLTn10	Padang Laweh	-	-	-	-	-	

Keterangan: - (tidak ada mekanisme), + (ada mekanisme)

Tabel 2. Hasil identifikasi isolat jamur yang bersifat antagonis terhadap *Meloidogyne* spp.

Nama isolat	Asal isolat	Nama jamur
APTn1	Alahan Panjang	<i>Trichoderma</i> sp.
APTn2	Alahan Panjang	<i>Penicillium</i> sp.
APTn6	Alahan Panjang	<i>Chaetomium</i> sp.
APTn7	Alahan Panjang	<i>Aspergillus</i> sp.
APTr1	Alahan Panjang	<i>Fusarium</i> sp.
PLTr1	Padang Laweh	<i>Paecilomyces</i> sp.
PLTn1	Padang Laweh	<i>Gliocladium</i> sp.
PLTn2	Padang Laweh	<i>Trichoderma</i> sp.
PLTn3	Padang Laweh	<i>Aspergillus</i> sp.
PLTn6	Padang Laweh	<i>Penicillium</i> sp.



Gambar 1. Bentuk makroskopis dan mikroskopis jamur antagonis yang ditemukan. A. *Trichoderma* sp., B. *Penicillium* sp., C. *Chaetomium* sp., D. *Aspergillus* sp., E. *Fusarium* sp., F. *Paecilomyces* sp., G. *Gliocladium* sp.

Jamur yang bersifat sebagai parasit telur dan larva *Meloidogyne* spp. yaitu *Paecilomyces* sp. dan *Fusarium* sp. Selain sebagai parasit telur dan larva jamur *Fusarium* sp. juga sebagai parasit dewasa dan juga sebagai penghasil senyawa yang beraktivitas nematisida (Tabel 1). Sesuai dengan penelitian yang terdahulu antara lain Al-kader (2008) menyatakan bahwa jamur *Paecilomyces* sp. sebagai agen pengendali beberapa nematoda parasit tanaman yang berperan sebagai parasit telur dan juga sebagai parasit larva. Hifa jamur akan tumbuh pada permukaan sampai masuk ke dalam telur sehingga telur rusak dan tidak akan menetas. Infeksi pada larva menyebabkan dinding tubuh rusak dan cairan tubuh berkurang sehingga larva akan mati. Adnan (1991) juga menemukan bahwa jamur *Paecilomyces* sp. dan *Fusarium* sp. dapat membentuk koloni pada tubuh nematoda *Meloidogyne* spp. Al-kader (2008) juga menyatakan bahwa jamur *Fusarium* sp. sangat aktif menggunakan hifa untuk menginfeksi tubuh nematoda sehingga larva maupun dewasa mati dengan isi tubuh habis. Olivares-Bernabeu and Lopez-Liorca (2002) menyatakan bahwa jamur *Fusarium oxysporum* dan *Paecilomyces lilacinus* dapat diisolasi dari telur *Meloidogyne* spp. dan setelah diuji secara *in vitro* ternyata dapat menginfeksi telur *Meloidogyne* spp. Mankau (1979) menemukan *Fusarium oxysporum* yang diisolasi dari telur *H. schachtii* dan tanah gula bit di California dan setelah diuji ternyata kedua jamur ini dapat menyerang telur *Meloidogyne* spp. Jatala (1986) mengisolasi jamur *Paecilomyces lilacinus* dari tanah perakaran kentang yang terserang oleh nematoda *Meloidogyne* spp. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *Paecilomyces lilacinus* merupakan parasit telur, larva maupun dewasa dari *Meloidogyne* spp. Setelah diaplikasikan di lapangan pada tanah yang telah terinfeksi oleh nematoda ternyata dapat menurunkan populasi nematoda parasit tumbuhan dalam tanah. Olivares-Bernabeu and Lopez-Liorca (2002), menyatakan bahwa bahwa patogenisitas *Paecilomyces lilacinus* pada telur *Meloidogyne javanica* dapat mencapai 70-80%

Hasil pengujian menunjukkan bahwa jamur *Fusarium* sp. juga menghasilkan senyawa yang bersifat nematisida, hal ini terlihat pada perlakuan filtrat terhadap telur dan larva *Meloidogyne* sp.. Telur menghitam, mengkerut, dan beberapa telur menunjukkan isi telur keluar (Gambar 7). Halman dan Sikora (1996) menyatakan bahwa filtrat

Fusarium sp. dapat merusak telur, menghambat penetasan dan mematikan larva infeksi *Meloidogyne* spp. Hal ini disebabkan jamur *Fusarium* sp. menghasilkan senyawa berupa enzim atau toksin yang mempunyai aktivitas sebagai nematisida. Menurut Odour-Owino, (2003), Jamur *Fusarium*, *Verticillium*, *Aspergillus*, *Penicillium* dan *Paecilomyces*, mudah ditemukan di dalam tanah dengan kandungan bahan organik yang cukup tinggi dan efektif dalam mengendalikan nematoda. Mekanisme pengendalian diduga akibat pengaruh toksin yang dihasilkan jamur yang berpengaruh negatif terhadap kehidupan nematoda parasit.

Senyawa lain yang dihasilkan oleh jamur yang dapat mematikan nematoda antara lain antibiotik. Beberapa jamur penghasil antibiotik antara lain *Penicillium* (penisilin, griseofulvin), *Chepalosporium* (sefalosporin), serta beberapa jamur lain seperti *Aspergillus* (fumigasin), *Chaetomium* (chetomin), *Fusarium* (javanisin), *Trichoderma* (gliotoxin) dan lain-lain (Makau, 1979). Halman dan Sikora (1996) menyatakan jamur *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Trichoderma* spp. menghasilkan senyawa yang dapat mematikan larva infeksi *Meloidogyne* spp. Filtrat *Trichoderma* spp. mengandung senyawa tripsin yang mempunyai kemampuan membunuh larva *Meloidogyne* spp. pada hari pertama sebanyak 54.4% dan pada hari kedua sebesar 89.9%. Filtrat *Fusarium* spp. dapat membunuh larva pada pengamatan hari pertama sebesar 83%, sedangkan pada hari kedua sebesar 93.4%. Menurut Halman dan Sikora (1996), jamur *Penicillium* sp. ternyata menghasilkan senyawa yang bersifat nematisida, metabolit yang dikeluarkan oleh beberapa spesies *Penicillium* antara lain berupa antibiotik Penisilin dapat membunuh larva infeksi *Meloidogyne* spp. Filtrat *Penicillium chrysogenum* dapat mematikan larva infeksi sampai 80.9 %.

Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa Filtrat jamur *Gliocladium* dapat merusak telur dan mematikan larva *Meloidogyne* spp. Papavizas (1985) mengemukakan bahwa *Gliocladium* sp. memproduksi senyawa toksik gliotoksin, gliovirin dan viridin, serta memproduksi enzim seperti eksoglukanase, endoglukanase, selobiose, dan khitinase yang merugikan bagi perkembangan patogen. Oleh karena telur nematoda dilapisi oleh membran khitin, maka diduga zat yang berperan dalam menekan populasi nematoda bengkak akar adalah enzim khitinase. Enzim ini dapat mendegradasi khitin pada kulit telur nematoda sehingga dapat mempercepat proses penetasan telur menjadi larva. Larva yang keluar dari telur sebelum waktunya tidak dapat beradaptasi dengan lingkungan sehingga kemungkinan banyak larva yang mati.

Dalam kesimpulan, jamur yang ditemukan yang mempunyai aktivitas antagonistik terhadap nematoda

Meloidogyne spp. adalah *Fusarium* sp., *Paecilomyces* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Gliocladium* sp., *Trichoderma* sp. dan *Chaetomium* sp. Jamur yang bersifat parasit telur, larva dan dewasa *Meloidogyne* sp. adalah *Paecilomyces* sp. dan *Fusarium* sp. sedangkan jamur penghasil senyawa beraktivitas nematisida adalah *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Gliocladium* sp., *Trichoderma* sp., dan *Chaetomium* sp.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan AM. 1991. Prospek beberapa isolat fungi penghuni tanah sebagai agen antagonis terhadap *Meloidogyne* spp. pada tomat (*Lycopersicon esculentum*. Mill). Fakultas Pasca Sarjana, Institute Pertanian Bogor.
- Al-kader AM. 2008. In vitro studies on nematode interactions with their antagonistic fungi in the rhizosphere of various plant. Faculty of Forest and Environmental Sciences, Albert-Ludwigs-Universitat. Freiburg im Breisgau, Germany
- Barnett HL, Hunter BB. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. 3rd ed. Burges Publishing Company, Minneapolis.
- Bordallo JJ, Lopez-Llorca LV, Jasson HB, Salinas J, Persmark L, Asensio L. 2002. Colonization of plant roots by egg-parasitic and nematode-trapping fungi. *New Phytol*: 154: 491-499.
- Gomes APS, Vasconcellos RS, Ramos ML, Guimaraes MP, Yatsuda AP, Vieira-Bressan MCR. 2001. In vitro interaction of Brazilian Strains of the nematode-trapping Fungi *Arthrobotrys* spp. on *Panagrellus* sp. and *Cooperia punctata*. *Mem Inst Oswaldo Rio de Janeiro* 96 (6): 861-864.
- Halman J, Sikora RA. 1996. Toxicity of fungal endophyte secondary metabolites to plant parasitic nematodes and soil-borne plant parasitic fungi. *European J Plant Pathol* 102: 155-162.
- Jatala P. 1986. Biological control of nematodes. In: Sasser JN, Carter CC (ed.) *An Advance Treatise on Meloidogyne*. Vol. 1. Biology and Control. North Carolina State University Graphics, Raleigh, USA.
- 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.
- Mustika I, Susilo BN, Harni R. 1997. Kajian teknis aplikasi agensia hayati jamur dan bakteri untuk pengendalian nematoda pada lada. Laporan teknis penelitian. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor.
- Mustika I, Ahmad RZ. 2004. Peluang pemanfaatan jamur nematofagus untuk mengendalikan nematoda parasit pada tanaman dan ternak. *Jurnal Litbang Pertanian* 23 (4): 115-122.
- Odour-Owino P. 2003. Intergrated management of Root-knot nematodes using Agrochemicals, organic matter and antagonistic fungus, *Paecilomyces lilacinus* in natural field soil. *Nematol Medit* 31: 121-123.
- Oka IN. 2005. Pengendalian hama terpadu dan implementasinya di Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Olivares-Bernabeu CM, Lopez-Llorca LV. 2002. Fungal egg-parasites of plant-parasitic nematodes from Spanish soils. *Rev Iberoam Micol* 19: 104-110.
- Papavizas GC. 1985 *Trichoderma* and *Gliocladium*: Biology, Ecology, and Potential for Biocontrol. *Ann Rev Phytopathol* 23: 923.
- Watanabe T. 2002. Soil and seed fungi. Morphologies of cultured fungi and key to Species. New York. CRC Press.
- Wisnuwardhana WA. 1978. Hubungan antara tingkat populasi awal dari *Meloidogyne* spp. dan kerugian produksi tomat. *Bul Penelitian Hortikultura* 6 (1): 21-29.