

PENGARUH FILTRAT BAKTERI ENDOFIT TERHADAP MORTALITAS, PENETASAN TELUR DAN POPULASI NEMATODA PELUKA AKAR *Pratylenchus brachyurus* PADA NILAM

RITA HARNI¹, SUPRAMANA², MEITY S. SINAGA², GIYANTO² dan SUPRIADI³

¹Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Industri, Pakuan Sukabumi

²Departemen Proteksi Tanaman FAPERTA, Institut Pertanian Bogor

³Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik, Bogor

(Terima Tgl. 24 – 2 - 2010 - Disetujui Tgl. 15 – 3 – 2010)

ABSTRAK

Pratylenchus brachyurus merupakan salah satu patogen utama pada tanaman nilam di Indonesia. Pengendalian yang banyak dilakukan petani saat ini adalah menggunakan pestisida sintetik. Penggunaan pestisida sintetik yang terus menerus merupakan ancaman terhadap lingkungan, dan kesehatan manusia. Bakteri endofit mungkin dapat dimanfaatkan sebagai salah satu teknik pengendalian nematoda yang ramah lingkungan karena bakteri endofit dapat menghasilkan racun yang toksik terhadap nematoda. Tujuan penelitian adalah melihat pengaruh kultur filtrat bakteri endofit terhadap mortalitas nematoda, penetasan telur dan perkembangan nematoda di dalam akar nilam. Penelitian dilakukan di Laboratorium dan Rumah kaca Hama dan Penyakit Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik Bogor, dari bulan Januari sampai April 2008 menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Filtrat bakteri dibuat dengan cara menumbuhkan bakteri endofit pada media TSB selama 48 jam, kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 7.000 rpm selama 15 menit. Filtrat disaring dengan milipore berdiameter 0,22 µm, selanjutnya filtrat diuji pada nematoda *in vitro* dan rumah kaca. Hasil penelitian menunjukkan bahwa filtrat dapat membunuh nematoda dalam waktu 24 jam dengan nilai LC₅₀ sebesar 7,709%. Bakteri endofit isolat TT2 dan EH11 memperlihatkan daya bunuh paling tinggi yaitu 91-100%. Di samping itu filtrat bakteri endofit juga dapat menekan penetasan telur nematoda 48,5-74,6% dibanding dengan kontrol. Namun hanya filtrat bakteri endofit isolat EH11 yang nyata dapat menekan populasi nematoda di dalam akar nilam dengan tingkat penekanan sebesar 81,3%.

Kata kunci : *Pratylenchus brachyurus*, bakteri endofit, kultur filtrat, *Pogostemon cablin*

ABSTRACT

Effect of culture filtrates endophytic bacteria on the mortality, hatching eggs and population of root lesion nematodes *Pratylenchus brachyurus* on patchouli

Root lesion nematode (*Pratylenchus brachyurus*) is an important pathogen of patchouli in Indonesia and causes significant losses. Control system that are done today is using synthetic pesticides. The use of synthetic pesticides is a continuing threat to the environment and human health. However, endophytic bacterial culture filtrates may be used as one of the nematode control that is environmentally friendly. Effect of culture filtrates endophytic bacteria on the mortality, hatching eggs and population root lesion nematodes *Pratylenchus brachyurus* on patchouli has been done in vitro and greenhouse. The results showed that the culture filtrate of endophytic bacteria produced metabolite toxic to nematodes and were able to kill *P. brachyurus* 100% within 24 hours with LC₅₀ 7.709%. TT2 and EH11 isolates showed high killing power of 91-100%. The culture filtrates also inhibited hatching of *P. brachyurus* eggs compared with controls. Not all culture filtrates can suppress the nematode population in the roots of patchouli. EH11 isolates filtrate really pressing nematode populations compared to other isolates.

Key words: *Pratylenchus brachyurus*, culture filtrate, endophytic bacteria, *Pogostemon cablin*

PENDAHULUAN

Nematoda peluka akar *Pratylenchus brachyurus* merupakan salah satu patogen utama yang menyebabkan kerugian pada tanaman nilam, serangan nematoda ini dapat mempengaruhi proses fotosintesis dan transpirasi serta status hara tanaman sehingga pertumbuhan tanaman terhambat, warna daun menjadi kuning klorosis dan akhirnya tanaman mati. Serangan nematoda juga menyebabkan tanaman lebih mudah terserang patogen atau organisme pengganggu tumbuhan (OPT) lain seperti jamur, bakteri, dan virus. Serangan nematoda ini menurunkan produktivitas dan kualitas nilam.

Pengendalian biologi nematoda menggunakan bakteri endofit telah dilaporkan pada beberapa komoditas seperti kentang, pisang, kapas, padi dan beberapa tanaman hortikultura untuk mengendalikan nematoda puru akar (*Meloidogyne incognita*), nematoda ginjal (*Rotylenchulus reniformis*), nematoda kista (*Globodera pallida*), nematoda pelubang akar (*Radopholus similis*) dan nematoda peluka akar (*Pratylenchus brachyurus*) pada skala laboratorium, rumah kaca dan lapang (HALLMANN *et al.*, 1997; SIKORA dan POCASANGRE, 2006; SIKORA 2007; HARNI *et al.*, 2007).

Mekanisme bakteri endofit melindungi tanaman dari infeksi nematoda melalui beberapa cara di antaranya menghasilkan senyawa toksik yang bersifat nematisidal. Senyawa hasil metabolit sekunder yang dihasilkan bakteri endofit yang dapat membunuh nematoda diantaranya adalah antibiotik, HCN, dan siderofor. LI *et al.* (2002) melaporkan bahwa produksi senyawa toksik dalam kultur filtrat dari bakteri endofit *Bulkholderia ambifaria* berasal dari akar tanaman jagung dapat menghambat penetasan telur dan mobilitas dari larva stadia kedua *M. incognita*. Sedangkan senyawa toksik lain yang dihasilkan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan yang dihasilkan oleh bakteri endofit *Pseudomonas fluorescens* adalah 2,4 diacetyl-

phloroglucinol yang dapat menurunkan penetasan telur dan membunuh larva *M. javanica* (SIDDIQUI dan SHAUKAT, 2003). Di samping itu, bakteri endofit tertentu juga dapat menekan perkembangan penyakit tanaman dengan cara mengikat (chelate) unsur besi Fe (III) dan karbon, serta memproduksi HCN, mengkolonisasi akar, merangsang pertumbuhan tanaman dan menginduksi ketahanan tanaman (KEEL *et al.*, 1992; NOTZ *et al.*, 2001).

Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh kultur filtrat bakteri endofit dari tanaman nilam terhadap mortalitas, penetasan telur dan perkembangan nematoda *P. brachyurus* pada tanaman nilam.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium dan Rumah Kaca Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik, Bogor dari bulan Januari sampai April 2008.

Isolat bakteri endofit yang digunakan adalah hasil seleksi *in vitro* dan rumah kaca dari isolat-isolat yang diisolasi dari akar tanaman nilam di beberapa tempat di Jawa Barat. Lima isolat terbaik yang digunakan pada penelitian ini yaitu TT2, NJ57, NJ16, MSK dan EH11 dibuat kultur filtratnya dengan cara menumbuhkan bakteri endofit pada media TSA selama 48 jam pada suhu ruang. Koloni tunggal dari bakteri dipindahkan ke dalam 100 ml media Triptic Soy Broth (TSB) lalu diinkubasikan pada suhu 25°C sambil digoyang selama 48 jam dengan kecepatan 150 rpm. Kemudian kultur bakteri disentrifugasi dengan kecepatan 7000 rpm selama 15 menit, disaring dengan kertas saring Whatmann dan milipor berdiameter 0,22µm. Filtrat bakteri disimpan pada suhu 4°C bila tidak langsung diuji toksisitasnya.

Pratylenchus brachyurus diperbanyak pada media wortel steril dengan menggunakan metode Huettel (1985). Wortel segar dibersihkan dengan natrium hipoklorit 5,25%, dicuci dengan air mengalir, kemudian dikupas kulit bagian luar. Wortel yang sudah dikupas dipotong-potong setebal 3 cm dan direndam dalam natrium hipoklorit 1,5% selama 15 menit, selanjutnya dibilas dengan akuades steril sebanyak 2 kali dengan cara direndam masing-masing selama 30 menit. Wortel yang telah steril ditempatkan pada botol kultur. *P. brachyurus* yang telah diisolasi, disterilisasi dengan larutan 0,01% HgCl₂ dan 0,1% streptomisin sulfat kemudian dibilas dengan air steril. Selanjutnya dengan menggunakan pipet steril, nematoda diinokulasikan pada potongan wortel, kemudian diinkubasi pada suhu 27°C selama 2 bulan.

Aktivitas Nematisida dari Kultur Filtrat

Lima ml kultur filtrat dimasukkan ke dalam gelas hitung, kemudian ditambahkan 50 ekor *P. brachyurus* (betina dan larva) selanjutnya kultur disimpan pada suhu ruang. Pengamatan dilakukan terhadap mortalitas nematoda

setelah 6, 12, dan 24 jam. Percobaan ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) 5 perlakuan dengan 7 ulangan. Perlakuannya adalah isolat TT2, NJ16, N57, MSK, EH11, kontrol air, kontrol TSB. Kontrol air dan TSB dilakukan untuk membuktikan bahwa nematoda mati karena filtrat bakteri bukan oleh bahan kimia yang ada pada media. Untuk memastikan apakah nematoda benar-benar mati atau hanya istirahat, nematoda yang telah diperlakukan dipancing dan dimasukkan ke dalam air steril. Apabila nematoda bergerak maka nematoda tersebut masih hidup, sebaliknya apabila tidak bergerak berarti nematoda tersebut mati.

Pengaruh Konsentrasi Filtrat terhadap Mortalitas *P. brachyurus*

Kultur filtrat dari bakteri endofit yang menunjukkan aktivitas nematisidal terbaik diencerkan dalam air steril dan diuji efektifitasnya terhadap *P. brachyurus* untuk menentukan konsentrasi yang efektif dan LC50 untuk membunuh nematoda. Konsentrasi yang diuji adalah 5, 10, 15, 20, dan 25%, sedang perlakuan kontrol digunakan media TSB dan air steril. Pengujian dilakukan seperti pada kegiatan pertama, yaitu 5 ml kultur filtrat (sesuai perlakuan) dimasukkan ke dalam gelas hitung selanjutnya 50 ekor *P. brachyurus* (betina dan larva dalam 0,5 ml air) dimasukkan ke dalam filtrat tersebut. Pengamatan dilakukan di bawah mikroskop terhadap kematian nematoda setelah 48 jam perlakuan. Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) 5 perlakuan dengan 7 ulangan.

Pengaruh Kultur Filtrat terhadap Penetasan Telur *P. brachyurus*

Telur *P. brachyurus* diperoleh dari kultur wortel (pembiasaan nematoda) yang telah berumur 2 bulan. Wortel yang mengandung nematoda diblender dan disaring dengan saringan bertingkat, untuk isolasi telur dipakai saringan 28 µm. Telur nematoda kemudian disterilisasi dengan cara direndam di dalam larutan berisi 600 ppm streptomisin sulfat (HOOPER *et al.*, 2005) selama 1 jam, kemudian dicuci dengan cara merendam dalam air steril selama 30 detik. Selanjutnya, sebanyak 50 telur nematoda dimasukkan ke dalam 5 ml filtrat bakteri endofit dan diinkubasi pada suhu kamar selama 48 jam. Setelah itu nematoda dicuci dengan air steril dan diinkubasi selama 15 hari pada suhu kamar. Pengamatan dilakukan terhadap persentase jumlah yang menetas ditandai dengan keluarnya nematoda dari kutikula yang melindungi telur. Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) 6 perlakuan dengan 7 ulangan. Perlakuannya adalah isolat TT2, NJ16, NJ57, MSK, EH11 dan air (kontrol).

Pengaruh Filtrat Bakteri Endofit terhadap Populasi *P. brachyurus* pada Tanaman Nilam

Percobaan ini dilakukan di rumah kaca menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) 6 perlakuan dengan 7 ulangan. Perlakuannya adalah isolat TT2, NJ16, NJ57, MSK, EH11 dan kontrol. Setek tanaman nilam yang berumur 1 bulan dipindahkan ke dalam pot yang berisi tanah pasir steril dengan perbandingan 2:1 (2 tanah : 1 pasir). Satu minggu setelah dipindah, tanaman nilam diperlakukan dengan filtrat bakteri endofit. Sepuluh ml filtrat bakteri disiramkan ke dalam tanah di sekitar tanaman nilam, kemudian tanaman nilam diinokulasi dengan nematoda. Caranya 500 ekor nematoda (betina dan larva) diinokulasikan dengan cara menuangkan suspensi nematoda di sekitar batang tanaman. Pemeliharaan tanaman disesuaikan dengan petunjuk budidaya tanaman nilam. Dua bulan setelah inokulasi tanaman dibongkar diamati populasi nematoda pada akar dan tanah dan pertumbuhan tanaman nilam (tinggi tanaman, berat tajuk, berat akar).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas Nematisida Kultur Filtrat Bakteri Endofit

Hasil penelitian pengaruh filtrat terhadap mortalitas *P. brachyurus* menunjukkan bahwa kematian mulai terlihat pada 6 jam, dan mencapai 100% pada 24 jam setelah perlakuan (Tabel 1), sedang pada kontrol air dan TSB tidak ada *P. brachyurus* yang mati (0%). Hal ini membuktikan bahwa matinya nematoda disebabkan oleh metabolit yang dihasilkan bakteri endofit yang ada dalam filtrat, bukan oleh bahan kimia yang ada pada media. Perlakuan kultur filtrat TT2 memberikan pengaruh tertinggi (100%) terhadap mortalitas nematoda, tetapi tidak berbeda nyata dengan EH11(91%), dan terendah pada perlakuan NJ57 (81%) dan MSK (80%). Tingginya mortalitas nematoda pada perlakuan TT2, berkaitan dengan kemampuan bakteri tersebut menghasilkan enzim kitinase (data tidak dipublikasi) yang bersifat toksik terhadap *P. brachyurus*. Enzim kitinase merupakan enzim penting yang dihasilkan bakteri, karena enzim ini dapat mendegradasi dinding sel patogen. TIAN *et al.* (2000) melaporkan bahwa enzim kitinolitik yang dihasilkan oleh bakteri dapat mendegradasi lapisan tengah kutikula *Meloidogyne javanica*, *Rotylenchulus reniformis*, *Tylenchulus semipenetrans* dan *Pratylenchus minyus*, serta lapisan luar telur *Heterodera schachtii* dan *H. glycines* (PERRY dan TRETT, 1986). CRONIN *et al.* (1997) juga menyatakan bahwa enzim kitinase *Pseudomonas chitinolytica* dapat menghambat penetasan telur *G. rostochiensis* sampai 70%, dan dapat mengurangi infeksi *M. javanica* sekaligus meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat.

Tabel 1. Pengaruh filtrat bakteri endofit terhadap persentase kematian *P. brachyurus* 6, 12 dan 24 jam setelah perlakuan
 Table 1. Effect of culture filtrates endophytic bacteria on the percentage mortality *P. brachyurus* after an exposure 6, 12 and 24 hours

Isolat bakteri endofit <i>Isolates endophytic bacteria</i>	Mortalitas nematoda (%) <i>Mortality nematodes (%)</i>		
	6 jam <i>6 hrs</i>	12 jam <i>12 hrs</i>	24 jam <i>24 hrs</i>
	TT2	37 a	72 a
NJ57	33 a	58 bc	81 c
NJ16	40 a	55 c	88 bc
MSK	27 a	54 c	80 c
EH11	34 a	66 ab	91 ab

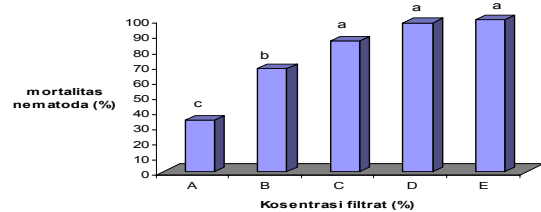
Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan, $\alpha = 0,05$

Notes: Numbers followed by the same letters in each column are not significantly different at 0.05 level DMRT

Daya bunuh isolat EH11 yang tinggi terhadap *P. brachyurus* diduga berkaitan dengan kemampuan isolat tersebut menghasilkan asam cianida (HCN) (data tidak dipublikasi). MENA dan PIMENTEL (2002) melaporkan bahwa senyawa sianida dalam kultur filtrat bakteri *Corynebacterium paurometabolu* dapat membunuh larva nematoda dan menghambat penetasan telur.

Pengaruh Konsentrasi Filtrat terhadap Mortalitas *P. brachyurus*

Konsentrasi filtrat sangat berpengaruh terhadap mortalitas *P. brachyurus*, semakin tinggi konsentrasi filtrat semakin cepat dan banyak nematoda yang mati. Pada 48 jam pengamatan, konsentrasi filtrat 15% telah dapat membunuh nematoda 86%, tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 20 dan 25%, yaitu sebesar 100% (Gambar 1) dengan nilai LC₅₀nya 7,709%. Konsentrasi filtrat bakteri endofit yang optimum untuk mengendalikan nematoda berbeda untuk setiap spesies bakteri endofit yang digunakan. ZHENG *et al.* (2008) menyatakan bahwa konsentrasi (LC₅₀) filtrat



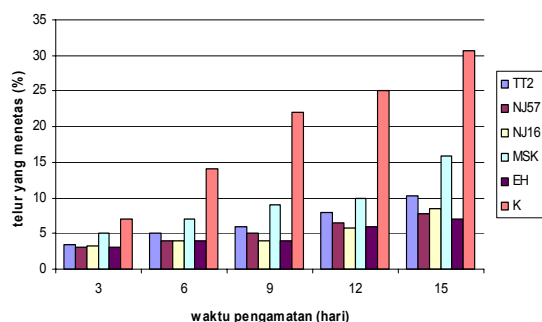
Gambar 1. Pengaruh konsentrasi filtrat bakteri endofit isolat TT2 terhadap mortalitas *P. brachyurus*, 24 jam setelah perlakuan. A= 5%, B=10%, C=15%, D=20%, dan E=25%. Huruf kecil yang sama pada gambar tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan, $\alpha = 0,05$.

Figure 1. Effect of concentrations filtrates endophytic bacteria on the percentage mortality *P. brachyurus* after an exposure 24 hours. A= 5%, B=10%, C=15%, D=20%, and E=25%. Numbers followed by the same letters in each column are not significantly different at 0.05 level DMRT

bakteri endofit *Brevundimonas diminuta* terhadap *Bursaphelenchus xylophilus* adalah 542 ppm, sedangkan ATHAN *et al.* (2006) menyatakan bahwa konsentrasi (LC_{50}) filtrat jamur endofit *Fusarium oxysporum* terhadap *R. similis* adalah 20%.

Pengaruh Filtrat terhadap Penetasan Telur *P. brachyurus*

Penetasan telur nematoda terhambat dengan perlakuan filtrat bakteri endofit dibanding kontrol (Gambar 2). Persentase telur yang menetas terbanyak adalah pada kontrol yaitu 30,7%, sedang perlakuan bakteri endofit MSK, TT2, NJ16, NJ57 dan EH11 berturut-turut adalah 15,8; 10,2; 8,5 dan 7,8% dengan tingkat penekanan sebesar 48,5-74,6% dibanding kontrol dua minggu setelah aplikasi. Hal ini terjadi karena filtrat bakteri merupakan toksik bagi telur, sehingga telur tidak bisa menetas. Beberapa peneliti juga melaporkan bahwa pemberian filtrat bakteri dapat menekan persentase telur nematoda yang menetas (MENA dan PIMENTEL 2002; LI *et al.* 2002). LI *et al.* (2002) melaporkan bahwa metabolit dari kultur filtrat bakteri endofit *Bulkholderia ambifaria* isolat dari akar tanaman jagung, dapat menghambat penetasan telur dan mobilitas dari larva stadia kedua *M. incognita*. Produksi antibiotik 2,4 diacetylpholoroglucinol oleh *P. fluorescens* dalam kultur dapat menurunkan penetasan telur dan membunuh larva *M. javanica* (SIDDQUI dan SHAUKAT, 2003). Di samping itu SIDDQUI dan SHAUKAT (2003) menjelaskan bahwa filtrat bakteri *P. fluorescens* yang diaplikasikan pada telur *M. javanica* menurunkan penetasan telur nematoda karena bakteri tersebut menghasilkan enzim protease, enzim inilah yang menghambat penetasan telur nematoda, bagaimana mekanismenya belum diketahui.



Gambar 2. Pengaruh filtrat bakteri endofit TT2, MSK, NJ16, NJ57 dan EH11 terhadap penetasan telur nematoda *P. brachyurus*
 Figure 2. Effect of filtrates endophytic bacteria TT2, MSK, NJ16, NJ57 and EH11 on the nematode *P. brachyurus* eggs hatching

Pengaruh Filtrat Bakteri Endofit terhadap Populasi Nematoda Peluka Akar (*P. brachyurus*) pada Tanaman Nilam

Kultur filtrat bakteri endofit yang diaplikasikan pada tanaman nilam, tidak semua signifikan menekan populasi *P. brachyurus* dalam akar. Isolat EH11, TT2 dan NJ57 sangat nyata menekan populasi yaitu sebesar 81,4; 65,3 dan 62,3% dibanding isolat NJ16, MSK dan kontrol. SIDDQUI dan SHAUKAT (2003) melaporkan bahwa penggunaan metabolit dari bakteri *Pseudomonas fluorescent* CHAO signifikan menekan jumlah puru *M. javanica* pada tanaman tomat di rumah kaca. Tidak nyatanya pengaruh filtrat isolat MSK terhadap *P. brachyurus* mungkin disebabkan karena bakteri ini lebih bersifat merangsang pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan konsentrasi IAA. Hal ini sejalan dengan tingginya berat tajuk dan berat akar tanaman nilam yang diperlakukan dengan MSK sebesar 16,7 g (Tabel 2) tetapi tidak berbeda nyata dengan isolat lain kecuali dengan NJ16 yaitu 10 g. Demikian juga dengan berat akar isolat MSK (3,28 g) berbeda nyata dengan isolat-isolat lain dan kontrol (Tabel 2). BLOEMBERG dan LUGTENBERG, (2001) dan (VESSEY, 2003) melaporkan bahwa bakteri dapat menstimulasi pertumbuhan tanaman dengan (1) meningkatkan ketersediaan nutrisi, (2) memproduksi phytohormon, (3) mengurangi dampak negatif dari patogen.

Tabel 2. Pengaruh kultur filtrat bakteri endofit terhadap populasi nematoda *P. brachyurus*, tinggi tanaman, berat tajuk dan berat akar tanaman nilam 8 minggu setelah perlakuan

Table 2. Effect of filtrates endophytic bacteria on the population of nematodes, high plant, shoot weight, and root weight patchouli eight weeks after treatment

Isolat bakteri endofit Isolates of endophytic bacteria	Populasi nematoda Nematodes population	Tinggi tanaman Plant height (cm)	Berat tajuk (g) Shoot weight (g/plant)	Berat akar (g) Root weight (g/plant)
NJ16	1706 a	44,3 ab	10,0 b	1,1 c
MSK	1658 a	45,8 ab	16,7 a	3,28 a
NJ57	705 b	44,0 ab	14,1 ab	2,0 b
TT2	648 b	48,7 a	13,6 ab	1,8 bc
EH11	350 c	42,7 b	11,8 ab	2,3 b
Kontrol	1868 a	46,6 ab	12,4 ab	2,0 b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan, $\alpha = 0,05$

Notes : Numbers followed by the same letters in each column are not significantly different at 0.05 level DMRT

KESIMPULAN

Filtrat bakteri endofit TT2, EH11, NJ16, NJ57 dan MSK yang berasal dari akar nilam bersifat toksik terhadap *P. brachyurus* dengan daya bunuh sampai 100%. Isolat TT2 dan EH11 memberikan pengaruh yang tinggi yaitu 91,

100%. Filtrat bakteri endofit juga dapat menghambat penetasan telur nematoda 48,5-74,6% dibanding dengan kontrol. Namun hanya filtrat bakteri endofit isolat EH11 yang nyata dapat menekan populasi nematoda di dalam akar nilam dengan tingkat penekanan sebesar 81,3%.

DAFTAR PUSTAKA

- ATHMAN, S.Y, T. DUBOIS, A.VILJON, N. LABUSCHAGNE, D. COYNE, P. RAGAMA, C.S. GOLD, B. NIERE. 2006. In vitro antagonism of endophytic *Fusarium oxysporum* isolates against the burrowing nematode *Radopholus similis*. *Nematology*. 8: 627-636.
- BLOEMBERG, G.V., B.J. LUGTENBERG. 2001. Molecular basis of plant growth promotion and biocontrol by rhizobacteria. *Curr. Opin. Plant Biol.* 4: 343-350.
- CRONIN, D., Y. MOENNE-LOCCOZ, C. DUNNE, F. O'GARA 1997. Inhibition of egg hatch of the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* by chitinase producing bacteria. *European J. Plant Pathol.* 103:433-440.
- HALLMANN J., A.Q. HALLMANN, W.F.MAHAFFEE, KLOEPPER. 1997. Bacterial endophytes in agricultural crops. *Can. J. Microbiol.* 43:895-914.
- HARNI R, A. MUNIF, SUPRAMANA, I. MUSTIKA. 2007. Pemanfaatan bakteri endofit untuk mengendalikan nematode peluka akar (*Pratylenchus brachyurus*) pada tanaman nilam. *Jurnal Hayati*. 14 (1): 7-12.
- HOOPER D.J., J. HALLMAN, S.A. SUBBOTIN. 2005. Methods for extraction, processing and detection of plant and soil nematodes. *In: Luc M, Sikora RA and Bridge J. (Eds). Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. CAB International, Wallingford. pp.53-86.*
- HUETTEL R. N. 1985. Carrot disc culture. *In: Zukermant BM, Mai WF, and Harrison, editor. Plant Nematology Laboratory Manual. Massachusetts. The University of Massachusetts Agricultural Experiment Station. p.153-154.*
- KEEL C., U. SCHNEIDER, M. MAURHOFER, C. VOISARD, J. LAVILLE, U. BURGER, P. WIRTHNER, D. HAAS, G. DEFAGO. 1992. Suppression of root disease by *Pseudomonas fluorescens* CHAO: Importance of the bacterial secondary metabolite 2,4 diacetylphloroglucinol. *Mol. Plant-Microbe Interact* 5: 4-13.
- LI W, D.P. ROBERTS, P.D. DERY, L.S.F. MEYER, S. LOHRKE, R.D. LUMSDEN, and K.P. HEBBAR. 2002. Broad spectrum antibiotic activity and disease suppression by the potential biocontrol agent *Burkholderia ambifaria* BC-F. *Crop Protection*. 21:129-135.
- MENA, J., E. PIMENTEL 2002. Mechanism of action of *Corynebacterium pauronetabolum* strain C-924 on nematodes. *Nematol.* 4: 287 (abstract).
- NOTZ R., M. MAURHOFER, U. SCHNIDER-KEEL, B. DUFFY, D. HAAS, G. DÉFAGO 2001. Biotic factors affecting expression of the 2,4-diacetylphloroglucinol biosynthesis gene *phlA* in *Pseudomonas fluorescens* biological control strain CHA0 in the rizosphere. *Phytopathology*. 91: 873-881.
- PERRY R.N., M.W. TRETT. 1986. Ultrastructure of the egg shell of *Heterodera schachtii* and *Heterodera glycines* (Nematoda: Tylenchida). *J. Nematology*. 18:129-135.
- SIDDIQUI I.A., S.S. SHAUKAT. 2003. Endophytic bacteria: prospects and opportunities for the biological control of plant parasitic nematodes. *Nematological Mediterranean*. 31:111-120.
- SIKORA R.A., L. POCASANGRE. 2006. The concept of a suppressive banana plant: root health management with a biological approach. *In 'Proceedings of the XVII ACROBAT international congress, Joinville – Santa Catarina, Brazil 2006. Vol. I'. (Eds E Soprano, FA Tcacenco, LA Lichtemberg, MC Silva) pp. 241–248. (Association for Cooperation in Research on Banana in the Caribbean and Tropical America: Joinville,Brazil)*
- SIKORA R.A., K. SCHAFFER, and A.A. DABABAT. 2007. Modes of action associated with microbially induced in planta suppression of plant parasitic nematodes. *Australasian Plant Pathology*. 36:124-134.
- TIAN, H, R.D. RIGGS, D.L. CRIPPEN. 2000. Control of soybean cyst nematode by chitinolytic bacteria with chitin substrate. *J. Nematology*. 32:370-376.
- VESSEY, J. K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant Soil*. 255: 571-586.
- ZENG, L., L. UOHONG, W. XINGBIAO, WENZHENG PAN, LEI LI, L.V. HUA., FANGFANG LIU, D. LIZHI, MINGHE MO, Z. KEQIN 2008. Nematicidal endophytic bacteria obtained from plant. *Annals of Microbiology*. 58 (4): 569-572.