

## PENGARUH METODE APLIKASI BAKTERI ENDOFIT TERHADAP PERKEMBANGAN NEMATODA PELUKA AKAR (*Pratylenchus brachyurus*) PADA TANAMAN NILAM

RITA HARNI<sup>1</sup>, SUPRAMANA<sup>2</sup>, ABDUL MUNIF<sup>2</sup> dan IKA MUSTIKA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat  
Jl. Tentara Pelajar No. 3a, Bogor

<sup>2</sup>Departemen Proteksi Tanaman, Institut Pertanian Bogor

### ABSTRAK

Bakteri endofit adalah salah satu agen antagonis yang akhir-akhir ini banyak digunakan sebagai pengendalian biologi nematoda parasit tanaman. Pada tanaman nilam nematoda *Pratylenchus brachyurus* merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode aplikasi bakteri endofit yang efisien untuk menekan nematoda *P. brachyurus* pada tanaman nilam. Penelitian telah dilakukan di laboratorium dan rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat dan Laboratorium Nematologi Departemen Proteksi Tanaman IPB, dari Januari sampai dengan Juli 2005. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah metode aplikasi (siram dan rendam), faktor kedua adalah jenis isolat (NJ2, NJ25, NJ41, NJ46, NJ57, NA22, ERB21, ES32, E26). Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi nematoda dipengaruhi oleh adanya interaksi antara metode aplikasi dan isolat bakteri yang digunakan, sedangkan berat tajuk, panjang akar dan tinggi tanaman hanya dipengaruhi oleh jenis bakteri. Isolat *Bacillus* NA22, *Bacillus* NJ46 dan *Bacillus* NJ2 dengan metode perendaman akar mempunyai kemampuan yang tinggi dalam menekan populasi *P. brachyurus* yaitu berturut-turut sebesar 75%, 63% dan 60%. Semua isolat yang digunakan dapat meningkatkan berat tajuk, panjang akar dan tinggi tanaman.

Kata kunci: Nilam, *Pogostemon cablin*, penyakit tanaman, pengendalian biologi, bakteri endofit, nematoda, *Pratylenchus brachyurus*, Jawa Barat

### ABSTRACT

#### *Effect of application method of endophytic bacteria on root lesion nematode (Pratylenchus brachyurus) on patchouli*

Endophytic bacteria is one of the important agents recently used for controlling plant parasitic nematodes. *P. brachyurus* is one of the factors affecting the productivity of patchouli (*Pogostemon cablin* Benth.) in Indonesia. The objectives of the research were to find out an efficient application method of endophytic bacteria to reduce *P. brachyurus* on patchouli. The research was conducted in the Nematology Laboratory, Department of Plant Protection, Bogor Agricultural University and in the Laboratory and Greenhouse of Indonesian Spice and Medicinal Crops Research Institute, from January to July 2005. The research used randomized complete design with two factors, the first factor was application method (drenching and deeping), the second factor was bacteria isolates (NJ2, NJ25, NJ41, NJ46, NJ57, NA22, ERB21, ES32, E26). The results showed that the population of nematode was affected by the interaction between bacterial isolates and application method. While shoot weight, root length and plant height were affected by bacterial isolates. *Bacillus* NA22, *Bacillus* NJ46 and *Bacillus* NJ2 applied by deeping the root into bacterial suspension significantly gave good result in reducing *P. brachyurus*, i.e. 75%, 63% and 60%. All bacterial isolates increased shoot weight, root length.

Key words: Patchouli, *Pogostemon cablin*, plant disease, biological control, endophytic bacteria, nematode, *Pratylenchus brachyurus*, West Java

### PENDAHULUAN

*Pratylenchus brachyurus* merupakan nematoda endoparasit migratori yang tersebar luas di daerah pertanian nilam di Indonesia. Serangan nematoda *P. brachyurus* pada tanaman nilam menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat, warna daun merah atau kekuning-kuningan dan menyebabkan luka nekrosis pada akar rambut dan kadang-kadang akar membusuk (MUSTIKA *et al.*, 1995). Selain menghambat pertumbuhan tanaman, infeksi *P. brachyurus* juga mampu menurunkan kandungan klorofil dan kadar minyak baik pada kultivar rentan maupun agak tahan (SRIWATI, 1999). Kerusakan akibat serangan nematoda tersebut pada tanaman nilam dapat menurunkan hasil sampai 85% (MUSTIKA *et al.*, 1995).

Beberapa teknik pengendalian nematoda telah dilakukan seperti penggunaan nematisida kimia, bahan organik, kultur teknis dan kultivar yang resisten, tetapi belum memberikan hasil yang memuaskan. Penggunaan nematisida kimia untuk mengendalikan nematoda pada tanaman nilam, dapat meningkatkan produktivitas tanaman hingga 25% (MUSTIKA *et al.*, 1995). Meskipun demikian, penggunaan nematisida kimia dapat memberikan dampak negatif terhadap mutu minyak nilam, kualitas lingkungan, keseimbangan ekosistem dan kesehatan manusia.

Pengendalian biologi dengan menggunakan bakteri endofit merupakan salah satu alternatif pengendalian nematoda parasit tanaman. Keunggulan bakteri ini sebagai agens pengendali hayati yaitu mampu meningkatkan ketersediaan nutrisi, menghasilkan hormon pertumbuhan dan mengendalikan penyakit tumbuhan (KLOEPPER *et al.*, 1992) serta dapat menginduksi ketahanan tanaman (HALLMANN, 2001).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan bakteri endofit yang diisolasi dari mentimun dan kapas seperti *Aerococcus viridans*, *Bacillus megaterium*, *B. subtilis*, *Pseudomonas chlororaphis*, *P. vasicularis*, *Serratia marcescens* dan *Spingomonas pancimobilis* dapat mengurangi populasi *Meloidogyne incognita* pada mentimun sampai 50% (HALLMANN *et al.*, 1995). Aplikasi bakteri endofit melalui perlakuan benih dapat mengurangi 30-50% jumlah bengkak (*gall*) *M. incognita* pada tanaman

kapas. Perlakuan *P. chlororaphis* strain Sm3 pada strawberi dapat mengurangi populasi nematoda peluka akar *Pratylenchus penetrans* sebesar 41-61% serta mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman (HACKENBERG *et al.*, 2000).

Penggunaan bakteri endofit untuk mengendalikan patogen telah dilaporkan, tetapi belum ada informasi cara aplikasi yang tepat dari bakteri tersebut untuk mengendalikan *P. brachyurus*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode aplikasi bakteri endofit yang efisien untuk menekan nematoda *P. brachyurus* pada tanaman nilam.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium dan Rumah Kaca Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat Bogor dan Laboratorium Nematologi Departemen Proteksi Tanaman IPB dari bulan Januari sampai dengan Juli 2005.

### Perbanyakan Nematoda dan Bahan Tanaman

*P. brachyurus* diisolasi dari akar nilam dari lapang, kemudian diperbanyak pada media wortel steril. Teknik perbanyakan dilakukan dengan menggunakan metode HUETTEL (1985). Wortel segar dibersihkan dengan natrium hipoklorit 5,25%, kemudian dicuci dengan air mengalir. Wortel dipotong-potong setebal 3 cm dan direndam dalam natrium hipoklorit 1,5% selama 15 menit, selanjutnya direndam dan dibilas dengan akuades steril sebanyak 2 kali masing-masing selama 30 menit. Wortel yang telah steril ditempatkan pada botol kultur atau cawan petri. Nematoda *P. brachyurus* yang telah diisolasi, disterilisasi dengan larutan 0,01% HgCl<sub>2</sub> dan 0,1% Streptomisin sulfat selama 30 detik kemudian dibilas dengan air steril dan dengan menggunakan pipet steril nematoda diinokulasikan pada potongan wortel. Biakan diinkubasi pada suhu 27°C selama 2 bulan. Biakan ini digunakan sebagai sumber inokulum.

Bahan tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah nilam Aceh yang rentan terhadap *P. brachyurus* (MUSTIKA & ROSTIANA, 1992). Untuk mendapatkan bahan tanaman yang seragam tanaman nilam dibiakkan secara *in vitro* dengan cara diperbanyak pada media *Murashige dan Skoog* (MS) + vitamin + sukrosa (MARISKA & HUSNI 1994). Untuk mendapatkan biakan dalam jumlah yang banyak dilakukan sub kultur yang berulang pada media yang sama.

### Koleksi dan Perbanyakan Isolat Bakteri Endofit

Isolat bakteri endofit yang digunakan diisolasi dari akar tanaman nilam (NJ2, NJ25, NJ41, NJ46, NJ57, NA22),

dua isolat koleksi Laboratorium Mikologi, Departemen Proteksi Tanaman, IPB (ERB21, ES32) dan satu isolat koleksi Laboratorium Bakteriologi Balitbiogen (E26). Isolat bakteri endofit tersebut terdiri dari kelompok *Pseudomonas* spp. dan *Bacillus* spp.

Bakteri endofit yang digunakan di perbanyak pada media *Tryptic Soy Agar* (TSA) selama 48 jam pada suhu kamar. Koloni yang terbentuk selanjutnya disuspensi dalam air steril, untuk mendapatkan suspensi bakteri dengan kerapatan 10<sup>9</sup> cfu/ml dilakukan pengukuran nilai absorbansi menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 600 nm. Nilai absorbansi 0,164 mempunyai kerapatan sel bakteri sekitar 10<sup>9</sup> cfu/ml.

### Aplikasi Bakteri Endofit

#### Aplikasi bakteri dengan perendaman akar.

Planlet nilam berumur 2 bulan diaklimatisasi sesuai dengan petunjuk teknis aklimatisasi tanaman nilam sebagai berikut; tanaman dikeluarkan dari botol kultur, akar dicuci dengan air untuk dibersihkan dari media tumbuh yang masih melekat. Selanjutnya akar diperlakukan dengan bakteri endofit dengan cara merendamnya di dalam suspensi bakteri selama 60 menit, kemudian ditanam dalam pot yang berisi tanah steril (tanah : pasir, 2 : 1) sebanyak 2 kg/pot, untuk kontrol tanaman direndam dengan air. Planlet yang sudah ditanam ditutup dengan gelas plastik dan disiram setiap hari. Sungkup baru dibuka 2 minggu setelah tanam.

**Aplikasi bakteri ke tanah.** Tanaman nilam dikeluarkan dari botol kultur, dibersihkan dari media yang melekat, kemudian ditanam ke dalam pot yang berisi tanah steril sebanyak 2 kg. 100 ml suspensi bakteri dengan kerapatan populasi 10<sup>9</sup>/ml (OD<sub>600</sub>=0,164) dituangkan di atas permukaan tanah di dalam pot tersebut.

### Inokulasi Nematoda

Inokulasi nematoda dilakukan 2 minggu setelah perlakuan bakteri. Inokulasi dilakukan dengan cara menuangkan suspensi nematoda di sekeliling tanaman pada ke dalaman 1 cm. Populasi nematoda yang diinokulasikan adalah 500 ekor/tanaman yang terdiri atas nematoda betina dan juvenil.

### Rancangan Percobaan

Percobaan ini dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap faktorial, faktor pertama adalah isolat bakteri (NJ2, NJ25, NJ41, NJ46, NJ57, NA22, ERB21, ES32 dan E26), faktor kedua adalah metode

aplikasi (siram dan rendam). Percobaan ini diulang 3 kali. Dua bulan setelah inokulasi, tanaman dibongkar, dicuci, dan dikering anginkan. Pengamatan dilakukan terhadap berat tajuk tanaman, berat akar, panjang akar, populasi nematoda di dalam akar dan tanah. Untuk menguji pengaruh perlakuan terhadap peubah yang diamati, dilakukan analisis ragam dan bila terdapat perbedaan dilanjutkan dengan uji *Duncan New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5%.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat bakteri dan metode aplikasi yang digunakan memberikan pengaruh nyata terhadap populasi nematoda serta terdapat interaksi antara keduanya (Tabel 1). Metode aplikasi perendaman akar nyata lebih baik menekan populasi nematoda dibanding dengan metode penyiraman suspensi bakteri ke permukaan tanah.

Penurunan populasi *P. brachyurus* dipengaruhi oleh adanya interaksi antara metode aplikasi dan jenis bakteri yang digunakan. Bakteri yang diaplikasikan dengan cara perendaman akar nyata menurunkan populasi *P. brachyurus* pada akar. Hal ini terjadi karena dengan metode perendaman, bakteri kontak langsung dengan akar tanaman sehingga

lebih cepat masuk ke dalam jaringan akar dan mampu mengkolonisasi jaringan internal sehingga melindungi akar dari infeksi *P. brachyurus*. Pada metode penuangan ke dalam tanah, bakteri membutuhkan waktu dan proses untuk sampai masuk ke dalam akar, akibatnya nematoda dapat melakukan penetrasi dengan cepat. *P. brachyurus* adalah nematoda endoparasit berpindah, setelah penetrasi ke dalam akar, nematoda ini akan mencari tempat makan yang cocok yaitu ruang interseluler pada parenkim kortek, dan memakan sel-sel sitoplasma yang berada di dekatnya, akibatnya akar rusak dan mengalami nekrotik (LUC *et al.*, 1995; AGRIOS 1997).

Terjadinya penghambatan perkembangan nematoda di dalam akar dapat dilihat dari rendahnya populasi nematoda di dalam akar. *Bacillus* NA22, *Bacillus* NJ46 dan *Bacillus* NJ2 dengan metode perendaman akar mempunyai kemampuan yang tinggi dalam menekan populasi *P. brachyurus* di akar yaitu sebesar 75%, 63% dan 60%. Hal ini mengindikasikan bahwa bakteri tersebut mampu mengkolonisasi jaringan internal akar dan melindungi akar dari infeksi nematoda dengan menghasilkan enzim protease dan kitinase (HARNI *et al.*, 2005). Hal yang serupa juga dilaporkan oleh ELIZA (2004) bakteri endofit dari perakaran Gramineae yang diaplikasikan melalui perendaman akar pada saat aklimatisasi dapat menurunkan kejadian penyakit layu Fusarium pada tanaman pisang.

Menurut ANDREW (1992), metode aplikasi bakteri endofit secara umum sama dengan metode aplikasi untuk inokulum mikroba di rizosfer dan filosfir. Menurut HALLMANN *et al.* (1997), untuk aplikasi bakteri endofit dapat dilakukan melalui perlakuan benih, penyiraman ke tanah, injeksi batang, penyemprotan suspensi, dan perendaman akar. Keuntungan dari perlakuan benih, seperti perendaman akar (tanaman kultur jaringan), perendaman bibit, atau introduksi bakteri ke dalam tanah sebelum ditanam merupakan suatu usaha proteksi pada awal pertumbuhan.

Metode aplikasi bakteri tidak berpengaruh nyata terhadap berat tajuk tanaman, panjang akar dan tinggi tanaman tetapi dipengaruhi oleh jenis bakteri, semua bakteri yang digunakan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (berat tajuk, panjang akar dan tinggi tanaman) dibanding dengan kontrol (Tabel 2). Berat tajuk tanaman tertinggi diperoleh pada penggunaan *Bacillus* NJ57 tidak berbeda nyata dengan perlakuan lain kecuali dengan perlakuan *Bacillus* NA22. Perlakuan dengan *Bacillus* NJ41 menghasilkan akar terpanjang (27,8 cm), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lain, kecuali dengan *P. fluorescens* ES32, *B. subtilis* ERB21 dan *Bacillus* Na22.

Mekanisme peningkatan pertumbuhan tanaman oleh bakteri endofit dapat terjadi melalui beberapa cara di antaranya melarutkan senyawa fosfat, fiksasi nitrogen (THAKURIA *et al.*, 2004) merangsang pertumbuhan akar lateral dan menghasilkan hormon pertumbuhan seperti etilen, auxin dan sitokinin (KHALID *et al.*, 2004).

Tabel 1. Pengaruh bakteri endofit terhadap populasi *P. brachyurus* pada tanaman nilam dengan metode aplikasi berbeda  
 Table 1. Effect of endophytic bacteria and application method on *P. brachyurus* population on patchouli plant

Perlakuan Treatments	Populasi nematoda Nematode population
<b>Siram Drencing</b>	
<i>Bacillus</i> NJ 57	2526.7 a
<i>Bacillus</i> NJ25	2250.0 ab
<i>Pseudomonas</i> E26	1656.7 ab
<i>B. subtilis</i> ERB21	2026.7 ab
<i>Bacillus</i> NJ2	1490.0 bc
<i>Bacillus</i> NA22	1706.7 ab
<i>Bacillus</i> NJ46	1590.0 bc
<i>Bacillus</i> NJ41	1430.0 bc
<i>P. fluorescens</i> ES32	1643.3 bc
Total	1813.45 A
<b>Rendam Deeping</b>	
<i>Bacillus</i> NJ 57	1133.3 c
<i>Bacillus</i> NJ25	1973.3 ab
<i>Pseudomonas</i> E26	2233.3 ab
<i>B. subtilis</i> ERB21	2120.0 ab
<i>Bacillus</i> NJ2	953.3 d
<i>Bacillus</i> NA22	626.7 d
<i>Bacillus</i> NJ46	933.3 d
<i>Bacillus</i> NJ41	1520.0 bc
<i>P. fluorescens</i> ES32	1106.7 c
Kontrol	2536.0 a
Total	1399.98 B

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

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

Tabel 2. Pengaruh bakteri endofit terhadap berat tajuk tanaman dan panjang akar dengan metode aplikasi berbeda

Table 2. Effect of endophytic bacteria and application method on shoot weight, root length and plant height on patchouli

Perlakuan Treatments	Berat tajuk tanaman (g/tanaman) Shoot weight (g/plant)	Panjang akar Root length (cm)	Tinggi tanaman Plant height (cm)
<b>Metode aplikasi Application method</b>			
Siram Spraying	10,47 a	23,82 a	16,2 a
Redam Deeping	12,06 a	21,66 a	18,3 a
<b>Jenis bakteri Bacterial isolates</b>			
<i>Bacillus</i> NJ 57	12,55 a	23,52 ab	18,9 a
<i>Bacillus</i> NJ46	12,30 a	24,63 ab	18,5 a
<i>Bacillus</i> NJ25	12,15 a	24,65 ab	19,0 a
<i>Pseudomonas</i> E26	11,77 a	25,70 ab	16,0 a
<i>P. fluorescens</i> E32	11,58 a	9,75 b	16,1 a
<i>B. subtilis</i> ERB21	10,80 ab	18,67 b	17,0 a
<i>Bacillus</i> NJ2	10,43 ab	21,50 ab	18,8 a
<i>Bacillus</i> NJ41	9,65 ab	27,78 a	17,8 a
<i>Bacillus</i> NA22	8,20 b	18,45 b	18,0 a
Kontrol	6,20 c	16,28 c	10,4 b

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

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

Fosfat merupakan unsur mikro penting yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Beberapa bakteri endofit diketahui dapat melarutkan fosfat, sehingga fosfat menjadi tersedia dan mudah diserap oleh tanaman. THAKURIA *et al.*, (2004), melaporkan bahwa bakteri pelarut fosfat yang diisolasi dari rizosfer padi dapat meningkatkan produksi padi 5,4%-21,6%. Hampir semua bakteri yang digunakan pada penelitian ini merupakan bakteri pelarut fosfat (HARNI *et al.*, 2005).

Bakteri endofit dapat juga meningkatkan pertumbuhan akar tanaman nilam dibanding kontrol (Tabel 2). Menurut VASUDEVAN *et al.*, (2002), bakteri endofit dapat merangsang tanaman untuk membentuk akar lateral. Jumlah akar yang meningkat dapat memperluas penyerapan unsur hara. Di samping dapat meningkatkan ketersediaan beberapa nutrisi, bakteri endofit dapat meningkatkan hormon pertumbuhan seperti auksin (indol asetic acid) (THAKURIA *et al.*, 2004), dan sitokinin (KHALID *et al.*, 2004). KHALID *et al.* (2004) juga melaporkan bahwa bakteri dari rizosfir gandum dapat menghasilkan auksin, hormon ini digunakan tanaman untuk meningkatkan panjang akar hingga 17,3%, berat kering akar 13,5%, panjang tajuk 37,7% dan berat kering tajuk gandum 36,3% dibanding kontrol.

## KESIMPULAN

Keberhasilan penggunaan bakteri endofit sebagai agen pengendalian biologi di antaranya dipengaruhi oleh cara aplikasi bakteri tersebut. Metode aplikasi dengan

perendaman akar pada suspensi bakteri lebih efektif dibanding dengan metode penyiraman suspensi ke dalam tanah dalam menekan populasi *P. brachyurus*. *Bacillus* NA22, *Bacillus* NJ46 dan *Bacillus* NJ2 dengan metode perendaman akar mempunyai kemampuan yang tinggi dalam menekan populasi nematoda di akar yaitu sebesar 75%, 63% dan 60%. Berat tajuk, panjang akar dan tinggi tanaman hanya dipengaruhi oleh jenis bakteri, semua bakteri yang digunakan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Widodo dan Dr. Karden Mulya yang telah bersedia isolatnya digunakan dalam penelitian ini dan terima kasih kepada Proyek PHTPR sebagai penyandang dana.

## DAFTAR PUSTAKA

- AGRIOS GN. 1997. Plant Pathology. Ed ke-4. San Diego: Academic Press. p.635.
- ANDREWS JH. 1992. Biological control in the phyllosphere. Annu. Rev. Phytopathol. 30: 603-635.
- ELIZA. 2004. Pengendalian layu fusarium pada pisang dengan bakteri perakaran graminae [tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. p.106.
- HACKENBERG G, MUEHLCHEN A, FORGE T, VRAIN T. 2000. *Pseudomonas chlororaphis* strain Sm3, bacterial antagonist of *Pratylenchus penetrans*. J of Nematol. 32(2):183-189.
- HALLMANN J, KLOEPPER JW, RODRIGUEZ-KABANA R, SIKORA RA. 1995. Endophytic rhizobacteria as antagonists of *Meloidogyne incognita* on cucumber [abstrak] Dalam: Phytopathology. 85:1136.
- HALLMANN J, HALLMANN AQ, MAHAFFEE WF, KLOEPPER. 1997. Bacterial endophytes in agricultural crops. Can. J. Microbiol. 43:895-914.
- HALLMANN J. 2001. Plant interaction with endophytic bacteria. In: JEGER MJ. and SPENCE NJ, editor. Biotic Interaction In Plant-Pathogen Associations. CAB International. p.87-119.
- HARNI R, MUNIF A, SUPRAMANA, MUSTIKA I. 2005. Isolation and physiological characterization of endophytic bacteria from patchouli to controlling nematode *Pratylenchus brachyurus*. Makalah pada seminar ICCS, Universitas Brawijaya, Malang. 20-22 September 2005. p.9.
- HUETTEL RN. 1985. Carrot disc culture. In: ZUKERMANT BM, MAI WF, AND HARRISON, editor. Plant nematology laboratory manual. University of

- Massachusetts Agricultural Experiment Station. Amherst. p.153-154.
- KHALID A, ARSHAD M, ZAHIR ZA. 2004. Screening plant growth promoting rhizobacteria for improving growth and yield of wheat (abstract). *App Microb* 96:473. [Http://www.blackwellsynergy.com/links/doi/10.1046/j.1365-2672.2003.02161.x/abs/\[31Juli 2004\]](http://www.blackwellsynergy.com/links/doi/10.1046/j.1365-2672.2003.02161.x/abs/[31Juli 2004]).
- KLOEPPER JW, RODRIGUEZ-KABANA R, MCINROY JA, YOUNG RW. 1992. Rhizosphere bacteria antagonistic to soybean cyst (*Heterodera glycines*) and root knot (*Meloidogyne incognita*) nematodes: Identification by fatty acid analysis and foliar diseases. *Australasian Plant Pathol.* 28(1):21-26.
- LUC M, SIKORA RA, BRIDGE J. 1995. Nematoda parasitik tumbuhan di pertanian subtropik dan tropik. Supratoyo, Mulyadi, penerjemah; Gadjah Mada University Press. Terjemahan dari: *Plant parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture.* p.838.
- MARISKA I, HUSNI A. 1994. Peranan humics acids pada pertumbuhan nilam secara *in vitro*. *Medkom Littri* (14): 67-71.
- MUSTIKA I, ROSTIANA O. 1992. The growth of four patchouli cultivars infected with *Pratylenchus brachyurus*. *J. Spice and Medicinal Crops* . I (1): 5-9.
- MUSTIKA I, RAHMAT A, SUYANTO. 1995. Pengaruh pupuk, pestisida dan bahan organik terhadap pH tanah, populasi nematoda dan produksi nilam. *Medkom. Littri.* 15:70-74.
- SRIWATI R. 1999. Ketahanan beberapa kultivar nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) terhadap *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey) Filipjev. & Stekhoven' [tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. p.42.
- THAKURIA D, TALUKDAR NC, GOSWAMI C, HAZARIKA S, BORO RC. 2004. Characterization and screening of bacteria from rhizosphere of rice grown in acidic soils of Assam. *Current Science.* 86:978-985.
- VASUDEVAN P, REDDY MS, KAVITHA S, VELUSAMY P, PAULRAJ RSD. 2002. Role of biological preparations in enhancement of rice seedling growth and grain yield. *Current Science.* 83:1140-1143.