

KEEFEKTIFAN BAKTERI ENDOFIT UNTUK MENGENDALIKAN NEMATODA *Pratylenchus brachyurus* PADA TANAMAN NILAM

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

¹Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri,
Jl. Raya Pakuwon-Parungkuda Km 2 Sukabumi 43357, ritaharni@yahoo.co.id

²Departemen Proteksi Tanaman FAPERTA, Institut Pertanian Bogor,
Jl. Meranti Darmaga Bogor 16680

³Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik, Bogor,
Jl. Tentara Pelajar No. 3 Bogor 16111

(Diterima Tgl. 27 - 12 - 2010 - Disetujui Tgl. 10 - 3 - 2011)

ABSTRAK

Penggunaan bakteri endofit sebagai agen pengendalian nematoda parasit seperti *Meloidogyne incognita* pada kapas dan tomat, *Globodera* sp. pada kentang dan *Radopholus similis* pada pisang telah banyak diteliti pada beberapa jenis tanaman. Penelitian bertujuan untuk menganalisis keefektifan beberapa bakteri endofit terhadap perkembangan *P. brachyurus*, penetrasi, reproduksi, dan kerusakan yang diakibatkannya pada tanaman nilam. Penelitian dilakukan di Laboratorium dan Rumah kaca Hama dan Penyakit Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik Bogor, dari bulan Maret sampai Agustus 2008. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) 6 perlakuan dengan 7 ulangan. Lima isolat bakteri endofit, yaitu *Achromobacter xylosoxidans* TT2, *Alcaligenes faecalis* NJ16, *Pseudomonas putida* EH11, *Bacillus cereus* MSK, dan *Bacillus subtilis* NJ57, diaplikasikan pada setek tanaman nilam dengan metode perendaman akar. Seminggu setelah tanam, nilam diinokulasi dengan 500 ekor *P. brachyurus*. Pengamatan dilakukan terhadap penetrasi, reproduksi, populasi nematoda, dan pertumbuhan nilam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteri endofit *A. xylosoxidans* TT2, *A. faecalis* NJ16, *P. putida* EH11, *B. cereus* MSK, dan *B. subtilis* NJ57 dapat menekan penetrasi dan populasi *P. brachyurus* ke dalam akar sebesar 54,8-70,6% dengan faktor reproduksi (pf/pi) 0,61-0,94 dan meningkatkan pertumbuhan tanaman nilam sebesar 37,86-84,71%.

Kata kunci: *Pogostemon cablin*, bakteri endofit, keefektifan, nematoda, *Pratylenchus brachyurus*, pengendalian biologi

ABSTRACT

Effectiveness of endophytic bacteria to control Pratylenchus brachyurus nematode on patchouli

The use of endophytic bacteria as biocontrol agents for nematodes, such as *Meloidogyne incognita* on cotton and tomatoes, *Globodera* sp. on potatoes and *Radopholus similis* on bananas has been widely studied in several crops. The aim of the study was to investigate the effectiveness of some endophytic bacteria to control *P. brachyurus*, penetration, reproduction, and plant fresh weight production. Five isolates, namely *A. xylosoxidans* TT2, *A. faecalis* NJ16, *P. putida* EH11, *B. cereus* MSK, and *B. subtilis* NJ57 were applied to the patchouli cutting roots by soaking method before planting. A week after planting, the plants were inoculated with 500 juveniles and adults of *P. brachyurus*. Observations were done on penetration and reproduction rates of the nematode, and growth of patchouli plant. Under greenhouse condition, *A. xylosoxidans* TT2, *A. faecalis* NJ16, *P. putida* EH11, *B. cereus* MSK, and *B. subtilis* NJ57 reduced penetration rate of *P. brachyurus* into the patchouli roots by 54.8 to 70.6% and suppressed nematode population with pf/pi value 0.61 to 0.94. Growth of inoculated plants increased by 37.86 to 84.71% compared with uninoculated (control) ones.

Key words: *Pogostemon cablin*, endophytic bacteria, effectiveness nematode, *Pratylenchus brachyurus*, biological control

PENDAHULUAN

Penyakit layu bakteri, budok, dan nematoda merupakan kendala dalam meningkatkan produksi nilam di lapangan. Dari ketiga penyakit tersebut, penyakit yang disebabkan oleh nematoda merupakan penyakit yang penyebarannya sangat luas, hampir di seluruh sentra produksi nilam seperti Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Bengkulu, dan Jawa Barat. Infeksi nematoda akan mempengaruhi kesehatan tanaman karena mengganggu proses fisiologi dan menjadi penghambat terhadap produksi.

Pada saat ini pengendalian nematoda dengan menggunakan nematisida kimia (sintetis) masih memegang peranan penting karena cara-cara pengendalian lain belum mampu memberikan hasil yang memuaskan. Cara pengendalian nematoda dengan menggunakan nematisida sintetis dapat menimbulkan dampak negatif berupa patogen lebih resisten, musuh alami yang bermanfaat ikut terbunuh, keseimbangan ekosistem terganggu, dan keracunan pada manusia dan hewan peliharaan.

Pengendalian biologi dengan menggunakan bakteri endofit merupakan salah satu komponen pengendalian yang diharapkan dapat mengatasi masalah tersebut. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan bakteri endofit yang diisolasi dari tomat seperti *Pantoea agglomerans*, *Cedecea davisae*, *Enterobacter*, dan *Pseudomonas putida* dapat mengurangi populasi dan jumlah puru *Meloidogyne incognita* 18-45% (MUNIF, 2001). Aplikasi bakteri endofit melalui perlakuan benih dapat mengurangi 30-50% jumlah bengkak (gall) *M. incognita* pada tanaman kapas (HALLMANN *et al.*, 1997). Selanjutnya MEKETE *et al.* (2009) melaporkan penggunaan *Agrobacterium radiobacter*, *Bacillus pumilus*, *B. brevis*, *B. megaterium*, *B. mycoides*, *Cedecea davisae* dapat

mengurangi jumlah puru *M. incognita* 33-39% pada tomat. Bakteri endofit yang diisolasi dari perakaran nilam dapat menekan populasi *P. brachyurus* 73,9% pada tanaman nilam di rumah kaca (HARNI *et al.*, 2007) dan filtratnya dapat membunuh *P. brachyurus* sebesar 91-100% *in vitro* (HARNI *et al.*, 2010).

Bakteri endofit sebagai biokontrol nematoda akan mempengaruhi penetrasi, reproduksi, dan populasi nematoda di dalam akar (SIKORA *et al.*, 2007). Pengaruh bakteri endofit terhadap penetrasi nematoda telah dilaporkan oleh SCHAFER, 2007, bakteri endofit *Rhizobium etli* G12 dan *Bacillus sphaericus* B43 dapat menekan penetrasi *M. incognita* 78 dan 60% pada tanaman tomat, karena bakteri tersebut dapat menginduksi ketahanan secara sistemik. Kedua bakteri tersebut juga dapat menekan reproduksi *M. incognita* dengan mengurangi jumlah telur/betina 36 dan 25% dibanding kontrol (SCHAFER, 2007). Selanjutnya HERGARTEN *et al.* (1997), melaporkan bahwa isolat *Bacillus sphaericus* B43 dan *Agrobacterium radiobacter* G12 juga dapat mengurangi larva 2 *Globodera pallida* yang menembus akar kentang 66% dibanding kontrol.

Penelitian bertujuan untuk menganalisis keefektifan beberapa isolat bakteri endofit terhadap perkembangan *P. brachyurus*, penetrasi, reproduksi, dan populasi serta pengaruhnya terhadap tanaman nilam.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium dan Rumah Kaca Kelompok Peneliti Hama dan Penyakit Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik Bogor dari bulan Maret sampai Agustus 2008.

Bakteri endofit yang digunakan adalah bakteri endofit terbaik hasil percobaan laboratorium dan rumah kaca yang diisolasi dari akar tanaman nilam di beberapa daerah di Jawa Barat. Bakteri-bakteri tersebut adalah *A. xylosoxidans* TT2, *A. faecalis* NJ16, *P. putida* EH11, *B. cereus* MSK, dan *B. subtilis* NJ57. Bakteri endofit diperbanyak pada media *Tryptic Soy Agar* (TSA) selama 48 jam pada suhu kamar kemudian disuspensikan dalam air steril. Untuk mendapatkan suspensi bakteri dengan kerapatan 10^9 cfu/ml, dilakukan pengukuran nilai absorbansi menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 600 nm. Nilai absorbansi 1 mempunyai kerapatan sel bakteri sekitar 10^9 cfu/ml.

Bahan tanaman yang digunakan adalah setek tanaman nilam varietas Sidikalang. Setek pucuk satu ruas disemai dalam polibag yang berisi tanah dan pupuk kandang (2:1), kemudian disungkup dengan sungkup plastik. Setelah 2 minggu sungkup dibuka, tanaman belum boleh terkena cahaya matahari penuh intensitas yang dibutuhkan berkisar 40-50%. Untuk pemeliharaan dilakukan penyiraman setiap hari dan pemupukan dilakukan satu minggu se-

kali dengan pupuk daun. Setelah 4 minggu bibit sudah bisa digunakan untuk penelitian.

P. brachyurus diperbanyak pada media wortel steril. 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 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 $HgCl_2$ 0,01% dan Streptomisin sulfat 0,1% kemudian dibilas dengan air steril. Selanjutnya dengan menggunakan pipet steril nematoda diinokulasikan pada potongan wortel, kemudian diinkubasi pada suhu 27°C selama 2 bulan. Biakan ini digunakan sebagai sumber inokulum.

Pengaruh Bakteri Endofit terhadap Penetrasi *P. brachyurus* pada Nilam

Akar bibit nilam varietas Sidikalang berumur 1 bulan direndam selama 1 jam dalam suspensi bakteri endofit dengan konsentrasi 10^9 cfu/ml ($OD_{600}=1$), kemudian setek ditanam dalam pot yang berisi tanah pasir steril dengan perbandingan 2:1 (2 tanah : 1 pasir). Satu minggu setelah tanam, tanaman diinokulasi dengan 100 ekor nematoda/pot. Enam hari setelah inokulasi, tanaman dibongkar, dicuci dengan air sampai bersih, dan akarnya diwarnai dengan larutan *acid fuchsin*, kemudian penetrasi nematoda diamati di bawah mikroskop.

Pengaruh Bakteri Endofit terhadap Reproduksi *P. brachyurus* pada Tanaman Nilam

Setek nilam varietas Sidikalang disemai pada polibag persemaian selama 4 minggu, kemudian dibongkar, dan akarnya direndam di dalam suspensi bakteri endofit selama 60 menit. Selanjutnya setek ditanam dalam pot yang berisi tanah steril (tanah : pasir = 2 : 1) sebanyak 2 kg/pot. Percobaan ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan 7 ulangan/perlakuan dan perlakuannya adalah isolat *A. xylosoxidans* TT2, *A. faecalis* NJ16, *P. putida* EH11, *B. cereus* MSK, *B. subtilis* NJ57 dan kontrol. Tanaman kontrol hanya direndam akarnya dalam air. Inokulasi nematoda dilakukan 2 minggu setelah perlakuan dan dilakukan dengan cara menuangkan 10 ml suspensi nematoda yang berisi 500 ekor *P. brachyurus* (larva dan dewasa) di sekeliling tanaman. Dua bulan setelah inokulasi, tanaman dibongkar, akar dicuci dan dikering-anginkan. Pengamatan dilakukan terhadap faktor reproduksi nematoda, pertumbuhan, kandungan Indol Acetic Acid (IAA) dan populasi bakteri di dalam akar. Faktor reproduksi

(pf/pi) adalah perbandingan antara populasi akhir dengan populasi awal nematoda. Sedang pengamatan pertumbuhan dilakukan terhadap berat basah, dan berat kering terna.

Pengaruh Bakteri Endofit terhadap Kandungan IAA pada Nilam

Pengukuran kandungan IAA, tanaman nilam diperlakukan dengan isolat bakteri endofit dengan cara menyiramkan 100 ml suspensi bakteri OD₆₀₀=1 pada pot yang berisi tanaman nilam yang berumur 1 bulan. Satu minggu setelah perlakuan, tanaman nilam dibongkar dan kadar IAA yang ada di dalam akar tanaman dianalisis menggunakan metode HPLC. Analisis ini dilakukan di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Bogor.

Reisolasi Bakteri Endofit pada Akar Nilam

Penghitungan populasi di dalam akar (reisolasi) dilakukan dengan cara yang sama dengan isolasi bakteri endofit, akar tanaman nilam dicuci bersih, ditimbang, kemudian dilakukan sterilisasi permukaan menggunakan natrium hipoklorid (NaOCl) 5%. Selanjutnya akar tanaman digerus selanjutnya dilakukan pengenceran sampai 10³. Sebanyak 0,1 ml dari suspensi di *plate* ke dalam cawan petri yang telah berisi media TSA, diinkubasi selama 48 jam, kemudian koloni bakteri yang tumbuh dihitung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

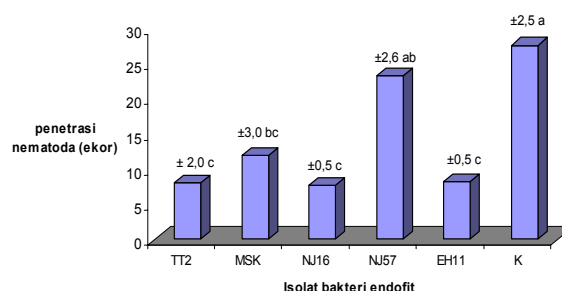
Pengaruh Bakteri Endofit terhadap Penetrasi, Reproduksi dan Populasi *P. brachyurus* pada Nilam

Hasil penelitian pengaruh bakteri endofit terhadap penetrasi nematoda menunjukkan bahwa bakteri endofit dapat menekan penetrasi nematoda ke dalam akar kecuali *B. subtilis* NJ57 (Gambar 1). Penetrasi terendah pada *A. faecalis* NJ16 yaitu sebesar 7,67 ekor tidak berbeda nyata dengan *A. xylosoxidans* TT2 dan *P. putida* EH11 yaitu sebesar 8 dan 8,3 ekor. Proses berkurangnya penetrasi nematoda ke dalam akar karena bakteri endofit mengkolonisasi epidermis akar. Hal ini dibuktikan dengan pengamatan histologis menggunakan mikroskop fluorescens dan pewarnaan fluorescens DAPI (4,6-diamidino-2-phenylindole), bahwa bakteri yang digunakan dapat mengkolonisasi epidermis akar (HARNI, 2010). Proses kolonisasi pada epidermis akar merupakan suatu keuntungan bagi tanaman nilam karena kolonisasi pada epidermis merupakan proteksi awal bagi tanaman nilam terhadap infeksi *P. brachyurus* sehingga nematoda tidak dapat menembus

akar. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan HERGARTEN *et al.* (1997), bahwa isolat *Bacillus sphaericus* B43 dan *Agrobacterium radiobacter* G12 nyata mengurangi larva *G. pallida* yang menembus akar kentang sampai 66% dibanding kontrol. Selanjutnya PADGHAM dan SIKORA (2006) melaporkan bahwa bakteri endofit *Bacillus megaterium* dapat mengurangi penetrasi *M. graminicola* 55% ke dalam akar padi.

Pengaruh bakteri endofit terhadap reproduksi *P. brachyurus*, semua bakteri endofit yang diuji secara nyata dapat menekan reproduksi *P. brachyurus* dengan tingkat penekanan sebesar 54,8-70,6% dibandingkan kontrol (tanaman diinokulasi nematoda) (Tabel 1). Penekanan tertinggi pada perlakuan *A. xylosoxidans* TT2 tidak berbeda nyata dengan *A. faecalis* NJ16, *P. putida* EH11, *B. cereus* MSK, dan *B. subtilis* NJ57 dengan pf/pi (faktor reproduksi) 0,61-0,94 sedangkan pada kontrol pf/pi = 2,08. Hal ini berarti bahwa perlakuan bakteri endofit menyebabkan *P. brachyurus* tidak berkembang (karena pf/pi <1) tetapi pada perlakuan kontrol nematoda berkembang dengan baik (pf/pi > 1).

Hal ini terjadi karena bakteri endofit mempengaruhi proses fisiologis di dalam akar, seperti: mencegah proses makan nematoda, mencegah terbentuknya *feeding site*, menghambat perkembangan dan reproduksi nematoda. Tidak berkembangnya nematoda karena nutrisi yang dibutuhkan tidak cocok/tidak tersedia sehingga laju reproduksinya menjadi rendah dibanding dengan tanaman kontrol. Hal ini sama dengan yang dilaporkan GRUNDLER dan BOCKENHOFF (1997) bahwa pada tanaman kentang yang diinfeksi oleh *Heterodera schachtii* pada kondisi nutrisi rendah, setelah pembentukan sinitium, betina muda akan mati karena pada sinitium terjadi peningkatan asam amino bebas seperti lisin, metionin, penilalanin, dan triptopan yang menghambat perkembangan biakan nematoda.



Gambar 1. Pengaruh bakteri endofit terhadap jumlah *Pratylenchus brachyurus* yang menembus akar nilam enam hari setelah perlakuan

Figure 1. Effect of endophytic bacteria on the penetration of *P. brachyurus* on patchouli roots at six days after treatment

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

Note: The penetration numbers followed by the same letters in the figure are not significantly different at 0.05 level DMRT

Tabel 1. Pengaruh beberapa bakteri endofit terhadap reproduksi *Pratylenchus brachyurus* pada tanaman nilamTable 1. Effect of endophytic bacteria on the *P. brachyurus* reproduction at patchouli plant

Bakteri endofit Endophytic bacteria	Populasi nematoda Nematode population	Faktor reproduksi (pf/pi) Reproduction factor (pf/pi)	Pengurangan populasi (%) Population reduction (%)
<i>A. xylosoxidans</i> TT2	303 ± 9,74 c	0,61 c	70,6
<i>B. cereus</i> MSK	470 ± 40,83 bc	0,94 bc	54,8
<i>A. faecalis</i> NJ16	321 ± 29,24 c	0,64 c	69,2
<i>B. subtilis</i> NJ57	430 ± 21,21 bc	0,86 bc	58,7
<i>P. putida</i> EH11	402 ± 31,93 b	0,80 c	61,5
Tanpa bakteri endofit	1040 ± 101,98 a	2,08 a	-

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

*) Persentase pengurangan populasi = populasi nematoda pada perlakuan tanpa bakteri endofit – populasi nematoda perlakuan bakteri endofit : populasi nematoda pada perlakuan tanpa bakteri endofit x 100%

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

*) Percentage of population reduction = nematode populations in the treatment without endophytic bacteria - nematode population of endophytic bacteria treatment : nematode populations in the treatment without endophytic bacteria x 100%

SIKORA *et al.* (2007) melaporkan bahwa mekanisme bakteri endofit sebagai biokontrol nematoda, di antaranya dengan mempengaruhi reproduksi nematoda. Tanaman kentang yang diperlakukan dengan *Bacillus sphaeracus* B43 dan *Rhizobium etli* G12 dapat menekan reproduksi dari *G. pallida* dengan mengurangi jumlah telur per kista (RACHE dan SIKORA, 1992), sedangkan tanaman tomat yang diperlakukan dengan *Rhizobium etli* menggunakan teknik *split root*, signifikan menekan reproduksi *Meloidogyne incognita* yaitu dengan berkurangnya jumlah telur per betina (SCHAFFER, 2007).

Tanaman nilam yang diinokulasi dengan bakteri endofit tumbuh lebih baik, yang ditunjukkan oleh berat tajuk dan berat kering tanaman nyata lebih tinggi dibanding K+ (kontrol dengan nematoda), dengan peningkatan pertumbuhan sebesar 37,86-84,71% (Tabel 2). Peningkatan tertinggi pada *B. cereus* MSK tetapi tidak berbeda nyata dengan bakteri yang lain. Tingginya peningkatan pertumbuhan tanaman pada perlakuan *B. cereus* MSK sejalan dengan tingginya kandungan IAA pada tanaman. Kandungan IAA tertinggi pada *B. cereus* MSK yaitu 182,0 ppm tidak berbeda nyata dengan *A. faecalis* NJ16 169,3 ppm.

Terjadinya hal yang demikian karena bakteri endofit dapat menekan reproduksi nematoda sehingga kerusakan akar berkurang, penyerapan air dan unsur hara optimum. Di samping itu bakteri endofit juga dapat menghasilkan hormon pertumbuhan dan meningkatkan ketersediaan unsur

hara tertentu. Hal ini sama dengan yang dilaporkan BACON dan HINTON (2007), bahwa bakteri endofit dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung, bakteri ini dapat menyediakan nutrisi bagi tanaman, seperti nitrogen, fosfat, dan mineral lainnya serta menghasilkan hormon pertumbuhan seperti etilen, auxin dan sitokinin. Secara tidak langsung bakteri terlebih dahulu menekan pertumbuhan patogen.

Populasi Bakteri Endofit di dalam Akar Nilam

Hasil penghitungan populasi bakteri endofit pada akar nilam dua bulan setelah perlakuan menunjukkan bahwa semua bakteri endofit dapat mengkolonisasi akar nilam. Populasi bakteri endofit tertinggi pada perlakuan *P. putida* EH11 yaitu sebesar 4,6 log cfu/g akar, kemudian diikuti oleh *B. subtilis* NJ57, *B. cereus* MSK, *A. faecalis* NJ16 dan *A. xylosoxidans* TT2 berturut-turut sebesar 4; 3,8; 3,7; dan 3,6 log cfu/g akar (Gambar 2). Berbedanya populasi tiap-tiap bakteri disebabkan oleh kesesuaian (interaksi) antara bakteri endofit dengan tanaman nilam. Bakteri yang kompatibel akan tumbuh dengan cepat. Faktor-faktor yang mempengaruhi kolonisasi adalah spesifik tanaman seperti bentuk akar, struktur permukaan akar, komposisi dari eksudat akar, ukuran ruang inter-selular, dan komposisi nutrisi dalam cairan apoplas (HALLMANN dan BERG, 2006).

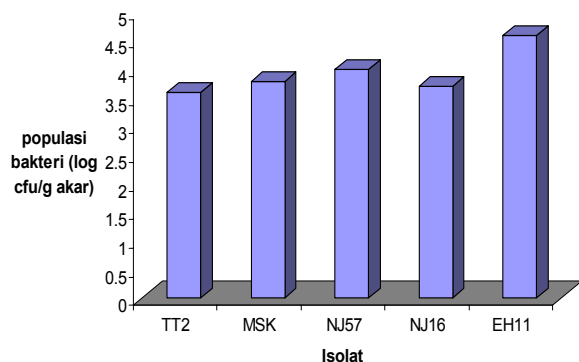
Tabel 2. Pengaruh beberapa bakteri endofit terhadap berat basah, berat kering, dan kadar indole acetic acid tanaman nilam

Table 2. Effect of endophytic bacteria on the shoot weight, dry weight and indole acetic acid content at patchouli plant

Bakteri endofit Endophytic bacteria	Berat tanaman (g) Shoot weight (g/plant)	Berat kering (g) Dry weight (g)	Penambahan berat tanaman (%)* Weight gain (%)	Kadar IAA (ppm) LAA Content (ppm)
<i>A. xylosoxidans</i> TT2	17,86 ± 1,6 a	2,75 ± 0,8a	76,13	157,1 b
<i>B. cereus</i> MSK	18,73 ± 1,0 a	2,90 ± 0,1a	84,71	182,0 a
<i>A. faecalis</i> NJ16	16,78 ± 0,7 a	2,62 ± 0,8a	65,48	169,3 ab
<i>B. subtilis</i> NJ57	18,00 ± 1,0 a	2,80 ± 0,9a	77,51	157,5 b
<i>P. putida</i> EH11	13,98 ± 0,9 a	2,38 ± 0,6a	37,86	147,8 b
Tanpa bakteri endofit	10,14 ± 1,2 b	1,32 ± 1,1b	-	157,7 b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan, $\alpha = 0,05$. *) Persentase penambahan berat tanaman = berat tanaman pada perlakuan bakteri endofit – berat tanaman tanpa bakteri endofit : berat tanaman tanpa bakteri endofit x 100%.

Note: Numbers followed by the same letters in each column are not significantly different at 0.05 level DMRT. *) The percentage of plant weight = weight of treatment on plant endophytic bacteria - plant weight without endophytic bacteria : plant weight without endophytic bacteria x 100%



Gambar 2. Populasi bakteri endofit *Achromobacter xylosoxidans* (TT2), *Bacillus subtilis* (NJ57), *Alcaligenes faecalis* (NJ16), *Bacillus cereus* (MSK), dan *Pseudomonas putida* (EH11) pada akar tanaman nilam yang diinfeksi nematoda *Pratylenchus brachyurus* 8 msi di rumah kaca

Figure 2. The population of endophytic bacteria *Achromobacter xylosoxidans* (TT2), *Bacillus subtilis* (NJ57), *Alcaligenes faecalis* (NJ16), *Bacillus cereus* (MSK), and *Pseudomonas putida* (EH11) on patchouli plant roots 8 weeks after inoculation in greenhouse

KESIMPULAN

Keefektifan bakteri endofit *A. xylosoxidans* TT2, *A. faecalis* NJ16, *B. subtilis* NJ57, *B. cereus* MSK, dan *P. putida* EH11 dapat menekan penetrasi dan populasi *P. brachyurus* ke dalam akar sebesar 54,8-70,6% dengan nilai pf/pi 0,61-0,94 dan meningkatkan pertumbuhan tanaman nilam sebesar 37,86-84,71% di rumah kaca.

DAFTAR PUSTAKA

- BACON, C.W and S.S. HINTON. 2007. Bacterial endophytes: The endophytic niche, its occupants, and its utility. In: Gnanamanickam SS. Gnanamanickam (ed.). Plant-Associated Bacteria. Springer, Berlin. pp. 155-194.
- GRUNDLER, F.M.W. and A. BOCKENHOFF. 1997. Physiology of nematode feeding and feeding sites. In Cellular and Molecular Aspects of Plant Nematode Interaction. Fenoll C, Grundler, F.M.W., Ohl, S.A. eds. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands. pp.107-119.
- HALLMANN, J., A. QUADT-HALLMANN, W.F. MAHAFFEE, and JW. KLOPPER 1997. Bacterial endophytes in agricultural crops. Canadian Journal of Micro-biology. 43: 895-914.
- HALLMANN, J., A. QUADT-HALLMANN, W.G. MILLER, R.A., SIKORA, and S.E. LINDOW. 2001. Endophytic colonization of plants by the biocontrol agent *Rhizobium etli* G12 in relation to *Meloidogyne incognita* infection. Phytopathology. 91:415-422.
- HALLMANN, J. and G. BERG 2006. Spectrum and population dynamics of bacterial root endophytes. In: Schulz B, Boyle C & Sieber T. (Eds). *Soil biology Microbial root endophytes*, Berlin, Heidelberg, Germany, Springer-Verlag. 9:15-31.
- HARNI, R., A. MUNIF, SUPRAMANA, dan I. MUSTIKA. 2007. Pemanfaatan bakteri endofit untuk mengendalikan nematode peluka akar (*Pratylenchus brachyurus*) pada tanaman nilam. Jurnal Hayati. 14 (1): 7-12
- HARNI, R., SUPRAMANA, M.S. SINAGA, GIYANTO, dan SUPRIADI. 2010. Pengaruh filtrat bakteri endofit terhadap mortalitas, penetasan telur dan populasi *Pratylenchus brachyurus* pada nilam. Jurnal Penelitian Tanaman Industri. 16(1): 43-47.
- HARNI, R. 2010. Bakteri endofit untuk mengendalikan nematoda peluka akar (*Pratylenchus brachyurus*) pada tanaman nilam. Disertasi Program Doktor IPB. Bogor. 118p.
- HERGARTEN, S.H., K. HASKI, M.M.K REIZ, dan R.A. SIKORA 1997. Induced systemic resistance by rhizobacteria toward the cyst nematode *Globodera pallida* on potato. Jurnal of Plant Disease and Protec. 105:348-358
- MEKETE, T., J. HALLMANN, K. SEBASTIAN, and R.A. SIKORA 2009. Endophytic bacteria from Ethiopian coffee plants and their potential to antagonise *Meloidogyne incognita*. Nematology. 11(1):117-127.
- MUNIF, A. 2001. Studies on the importance of endophytic bacteria for the biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on tomato. Inaugural-Dissertation. Institut fur Pflanzenkrankheiten der Rheinischen Friedrich-Wilhelms Universitat Bonn. 120p.
- PADGHAM, J. and R.A. SIKORA. 2006. The potential for *Meloidogyne graminicola* biological control in rice under oxic and anoxic soil environments. IOBC Bulletin. 29: 111-116.
- RACKE, J. and R.A. SIKORA. 1992. Isolation, formulation and antagonistic activity of rhizobacteria toward the potato cyst nematode *Globodera pallida*. Soil Biology and Biochemistry. 24:521-526.
- SIKORA, R.A., K. SCHAFER, 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
- SCHAFER, K. 2007. Dissecting rhizobacteria-induced systemic resistance in tomato against *Meloidogyne incognita*: the first step using molecular tools. Dissertation, Rheinische Friedrich-Wilhelms Universitat Bonn, Germany.