

**Bakteri Endofit dari Tanaman Kehutanan sebagai
Pemacu Pertumbuhan Tanaman Tomat dan
Agens Pengendali *Meloidogyne* sp.**

**Endophytic Bacteria from Forestry Plants as Plant Growth Promoting
and Control Agent of *Meloidogyne* sp. on Tomato**

Abdul Munif*, Arif Rafi Wibowo, Elis Nina Herliyana
Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680

ABSTRAK

Meloidogyne sp. adalah nematoda parasit tumbuhan yang penting dan menjadi salah satu kendala dalam budi daya tanaman tomat di Indonesia. Bakteri endofit dapat menjadi agens hayati yang potensial untuk mengendalikan *Meloidogyne* sp. Tanaman kehutanan kaya akan mikrob yang bermanfaat, termasuk berbagai jenis bakteri endofit yang berpotensi sebagai agens hayati maupun pemacu pertumbuhan tanaman. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan bakteri endofit dari beberapa jenis tanaman hutan dan mengevaluasi potensinya sebagai pemacu pertumbuhan serta agens pengendali *Meloidogyne* sp pada tanaman tomat. Bakteri endofit diisolasi dari akar tanaman mahoni (*Swietenia mahagoni*), trambesi (*Albizia saman*), gaharu (*Aquilaria malacensis*), dan meranti (*Shorea* sp.). Isolasi bakteri endofit dilakukan dengan metode sterilisasi permukaan menggunakan alkohol 70% dan NaOCl 3% pada medium *tryptic soy agar*. Bakteri endofit yang tumbuh selanjutnya dipisahkan dan dimurnikan berdasarkan bentuk dan warna koloninya. Sebanyak 33 isolat bakteri endofit berhasil diisolasi dari akar tanaman mahoni (11 isolat), tanaman trambesi (5 isolat), tanaman gaharu (7 isolat), dan tanaman meranti (10 isolat). Uji reaksi hipersensitifitas bakteri endofit pada daun tembakau menunjukkan 22 isolat tidak menyebabkan nekrosis, yaitu tidak berpotensi sebagai patogen tanaman. Sebanyak 10 isolat bakteri endofit selanjutnya dipilih untuk diketahui potensinya sebagai agens hayati terhadap *Meloidogyne* sp. dan sebagai agens pemacu pertumbuhan tanaman tomat. Pengujian dilakukan dengan metode perendaman benih. Hasil pengamatan menunjukkan 2 isolat endofit, yaitu MSJ1H dan AGS1F, mampu menekan jumlah puru akar yang disebabkan oleh *Meloidogyne* sp. dan meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat hingga 60%. Bakteri endofit dari beberapa tanaman kehutanan berpotensi sebagai agens biokontrol terhadap *Meloidogyne* sp.

Kata kunci: gaharu, mahoni, meranti, trambesi, puru akar

ABSTRACT

Meloidogyne sp. is one of the main constraints of tomato production in Indonesia. Endophytic bacteria may be considered as biocontrol agents for controlling *Meloidogyne* sp. The objective of this study was to isolate endophytic bacteria from forestry plants and to evaluate its potential for controlling *Meloidogyne* sp. on tomato. Endophytic bacteria were isolated from roots of mahoni (*Swietenia mahogany*), trambesi (*Albizia saman*), gaharu (*Aquilaria malacensis*), and meranti (*Shorea* sp.). Isolation of bacterial endophytes from plant tissue was conducted using surface sterilization method with 70% alcohol, 3% NaOCl and sterile water on medium tryptic soy agar. Endophytic bacteria was separated and purified based on shape and color of the colony. A total of 33 isolates of endophytic

*Alamat penulis korespondensi: Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Jalan Kamper Darmaga, Bogor 16680.
Tel: 0251-8629364, Faks: 0251-8629362, Surel: munif73@gmail.com

bacteria were isolated from roots of mahoni (11 isolates), trambesi (5 isolates), gaharu (7 isolates), and meranti (10 isolates). The bacteria was tested for the hypersensitivity reaction on tobacco plants and the result showed that 22 isolates did not cause necrosis, indicated they are not pathogenic. Ten isolates of endophytic bacteria was selected for further experiment, i.e. to evaluate their potential as biocontrol agents for *Meloidogyne* sp. and as growth promotor for tomato plants. The experiment was conducted in the screenhouse using seed treatment. The result showed that two isolates of endophytic bacteria, i.e. MSJ1H and AGS1F were able to increase the growth of tomato plants up to 60% and reduce the number of root knot caused by *Meloidogyne* sp. Endophytic bacteria isolated from forestry plants have the potential as a biocontrol agents to plant parasitic nematode *Meloidogyne* sp.

Key words: gaharu, mahoni, meranti, root knot, trambesi

PENDAHULUAN

Meloidogyne spp. yang menimbulkan kerugian besar pada pertanian di daerah tropik dan subtropik ialah *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* dan *M. hapla*. Kehilangan hasil yang disebabkan pada tanaman sayuran di Indonesia berkisar 20–80% (Hadisoeganda 1991). Pengendalian nematoda parasit yang dilakukan oleh petani umumnya menggunakan nematisida sintesis. Oleh karena itu, teknologi pengendalian yang ramah lingkungan dan berbasis pada potensi sumber daya lokal sangat diperlukan. Salah satu pilihan yang dapat dikembangkan ialah pengendalian biologi menggunakan bakteri endofit.

Bakteri endofit yang diisolasi dari beberapa tanaman dilaporkan dapat mengendalikan nematoda puru akar *Meloidogyne* spp dan *Pratylenchus brachyurus* hingga 74% pada tanaman tomat dan nilam (Harni *et al.* 2007; Munif *et al.* 2013). Formulasi bakteri endofit asal akar kedelai juga dilaporkan dapat menekan serangan penyakit pustul bakteri yang disebabkan oleh *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* pada kedelai (Habazar *et al.* 2015).

Tanaman kehutanan terutama jenis-jenis yang asli diduga sangat kaya akan mikrob yang bermanfaat, termasuk berbagai jenis mikrob endofit yang sangat beragam (Izumi 2011). Nongkhlaw dan Joshi (2014) melaporkan sekitar 70 bakteri endofit hasil isolasi dari beberapa jenis tanaman obat yang berasal dari hutan subtropis di Meghalaya, India mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dan menekan aktivitas patogen pada tanaman yang diuji.

Di Indonesia penelitian terkait mikrob endofit dari tanaman hutan sudah dimulai namun masih didominasi penelitian cendawan endofit. Hal ini semakin mendorong perlunya dilakukan penelitian bakteri endofit dari tanaman hutan. Penelitian ini bertujuan mendapatkan bakteri endofit dari tanaman hutan dan mengevaluasi potensinya sebagai pemacu pertumbuhan dan agens pengendali *Meloidogyne* sp. pada tanaman tomat.

BAHAN DAN METODE

Isolasi Bakteri Endofit

Isolat bakteri endofit diisolasi dari akar bibit tanaman mahoni, trambesi, gaharu, dan meranti yang tumbuh sehat (tidak menunjukkan gejala sakit). Pemilihan fase bibit sebagai sumber isolat bakteri endofit karena pertimbangan kemudahan pada perakarannya yang masih muda atau lunak sehingga mudah dalam penggerusan. Bibit tanaman yang digunakan berumur 4–5 bulan. Isolasi bakteri endofit dilakukan mengikuti metode sterilisasi permukaan. Bibit tanaman kehutanan dicabut dan akarnya dicuci bersih dengan air mengalir dan diletakkan di atas kertas. Selanjutnya akar tanaman yang sudah bersih diambil sebanyak 2 g dan dipotong berukuran 1–2 cm. Akar direndam dalam alkohol 70% selama 1 menit, NaOCl 3% selama 1 menit selanjutnya dibilas dengan akuades steril sebanyak 3 kali. Akar tersebut kemudian digerus dengan mortar steril sampai halus dan ditambah 10 mL akuades steril. Suspensi diencerkan dan sebanyak 0.1 mL ditumbuhkan dengan cara disebar pada

medium TSA 10% dan diinkubasi selama 48 jam. Koloni bakteri yang tumbuh dihitung dan dimurnikan pada medium *tryptic soy agar* (TSA) 100%. Selanjutnya bakteri endofit ditumbuhkan dalam medium *tryptic soy broth* (TSB) yang dicampur dengan gliserol 20% dan disimpan pada suhu -4 °C untuk koloni biakan dan koloni kerja.

Uji Hipersensitifitas

Uji hipersensitifitas (HR) dilakukan untuk menentukan potensi patogenitas bakteri endofit. Tanaman yang digunakan dalam uji HR ialah tembakau varietas Xanthi sehat berumur 2–3 bulan yang diperoleh dari Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Genetik Pertanian, Bogor.

Isolat bakteri endofit dibiakkan pada medium TSA 100% dan diinkubasi selama 48 jam. Koloni bakteri endofit disuspensikan dalam 20 mL akuades steril dan diinfiltrasikan menggunakan jarum suntik pada bagian bawah daun tembakau dan diinkubasi selama 24 jam. Apabila daun tembakau tidak menunjukkan gejala nekrosis setelah 24 jam maka bakteri endofit tidak berpotensi sebagai patogen dan digunakan untuk penelitian selanjutnya.

Pengaruh Bakteri Endofit terhadap Pertumbuhan Tanaman

Pengujian dilakukan di rumah kaca menggunakan tanaman tomat varietas Permata yang bersifat rentan terhadap *Meloidogyne* sp. (Rosya 2015). Sebanyak 5 g benih tomat varietas Permata direndam dalam akuades steril, benih yang terendam diambil dan dikeringanginkan di atas kertas. Selanjutnya benih tomat tersebut direndam ke dalam suspensi bakteri endofit dengan kepadatan populasi 10^8 – 10^{10} cfu mL⁻¹ yang telah ditambah dengan 2% metil selulosa selama 30 menit dan 120 menit (Munif *et al.* 2012). Benih selanjutnya ditanam dalam pot plastik volume 3 kg yang berisi medium tanah dan bahan organik (2:1). Setelah 3 minggu inokulasi, tanaman dibongkar dan diamati pertumbuhannya, yaitu tinggi, bobot basah, dan bobot kering tajuk.

Uji Bakteri Endofit terhadap *Meloidogyne* sp.

Benih tomat varietas Permata direndam selama 30 menit dan 120 menit ke dalam suspensi bakteri endofit dengan kepadatan populasi 10^8 – 10^{10} cfu mL⁻¹ yang telah ditambah dengan metil selulosa 2%. Benih ditanam dalam pot yang sudah diisi dengan medium tanah dan bahan organik (2:1) (Khaeruni dan Rahman 2012). Selanjutnya setelah berumur 1 minggu, tanaman diinokulasi dengan larva nematoda *Meloidogyne* spp., masing-masing 300 ekor per pot. Larva *Meloidogyne* spp. diekstraksi dari akar tanaman tomat yang terserang *Meloidogyne* dari lapangan menggunakan metode corong Boermann dan pengabutan. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 5 kali dan disusun dalam rancangan acak lengkap. Selanjutnya tanaman dibongkar dan diamati jumlah puru akarnya 1 bulan setelah inokulasi.

Mortalitas nematoda ditentukan dengan uji antibiosis. Bakteri endofit ditumbuhkan pada medium TSB selama 48 jam pada suhu ruang. Koloni tunggal dipindahkan ke dalam 100 mL medium TSB dan digoyang selama 2 hari dengan kecepatan 150 rpm pada suhu ruang. Suspensi bakteri endofit diuji aktivitas antibiosisnya terhadap larva instar 2 nematoda *Meloidogyne* sp. (Oostendorp dan Sikora 1990). Suspensi bakteri endofit sebanyak 5 mL dengan kepadatan 10^9 cfu mL⁻¹ dimasukkan ke dalam cawan sirakus, selanjutnya sebanyak 20 ekor larva nematoda dimasukkan ke dalam gelas tersebut.

Pengamatan mortalitas larva nematoda dilakukan 24 jam setelah perlakuan menggunakan mikroskop binokuler. Suspensi larva nematoda dimasukkan ke dalam air steril dan diberi aerasi selama 5 menit untuk memastikan larva nematoda benar-benar mati atau hanya istirahat. Apabila di dalam air tersebut nematoda tidak bergerak maka nematoda tersebut mati.

HASIL

Bakteri Endofit dan Uji Hipersensitif

Sebanyak 33 isolat bakteri endofit berhasil diisolasi dari perakaran bibit tanaman mahoni,

trambesi, gaharu, dan meranti; masing-masing 11, 5, 7, dan 10 isolat. Isolat bakteri endofit tersebut diuji hipersensitif pada daun tembakau dan 11 isolat menunjukkan gejala nekrosis (reaksi positif), sedangkan 22 isolat tidak menunjukkan gejala nekrosis (reaksi negatif) (Tabel 1).

Pengujian di Rumah Kaca

Isolat bakteri endofit yang tidak menimbulkan gejala nekrosis pada daun tembakau digunakan pada uji lanjut. Dari 22 isolat bakteri endofit ini ternyata hanya 10 isolat yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat di rumah kaca. Isolat bakteri endofit yang terpilih ini selanjutnya diujikan pada benih tomat. Lebih dari separuh isolat bakteri endofit dapat meningkatkan tinggi tanaman tomat pada perlakuan perendaman benih selama 30 menit dibandingkan dengan kontrol dan hanya 1 isolat yang berpengaruh terhadap bobot tanaman (Tabel 2). Perlakuan perendaman 120 menit menunjukkan hanya 3 isolat, yaitu MSJ1H, AGS1H, dan AMS1A yang dapat meningkatkan tinggi tanaman dibandingkan dengan kontrol dan perlakuan isolat lainnya.

Hasil pengujian 10 isolat bakteri endofit terhadap *Meloidogyne* sp. menunjukkan bahwa

perlakuan perendaman benih selama 30 menit terdapat satu isolat, yaitu MSJ1H yang dapat menekan jumlah puru akar dibandingkan dengan kontrol; sedangkan dengan perlakuan perendaman selama 120 menit menunjukkan 3 isolat bakteri endofit, yaitu MSJ1H, TSS1D dan AGS1F mampu menekan jumlah puru akar pada tanaman tomat (Tabel 3).

Pengujian Suspensi Bakteri Endofit secara *in Vitro*

Pengujian secara *in vitro* suspensi bakteri endofit terhadap mortalitas larva *Meloidogyne* sp., menunjukkan bahwa perlakuan dengan 3 isolat bakteri endofit TSS1D, AGS1F, dan MSJ1H dapat meningkatkan jumlah larva *Meloidogyne* sp. yang inaktif dibandingkan dengan kontrol (tanpa suspensi bakteri endofit). Perlakuan dengan suspensi isolat bakteri endofit menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan kontrol pada pengamatan 2 jam maupun 6 jam setelah perlakuan, kecuali perlakuan isolat TSS1D (Tabel 4).

PEMBAHASAN

Tanaman dalam kehidupannya selalu berasosiasi dengan mikroba termasuk mikroba endofit. Jumlah bakteri endofit yang berhasil

Tabel 1 Bakteri endofit yang diisolasi dari tanaman kehutanan dan hasil uji reaksi hipersensitifitas pada tanaman tembakau

Isolat	Tanaman	Uji Hipersensitif	Isolat	Tanaman	Uji Hipersensitif
MSJ1A	Mahoni	Negatif	AGS1B	Gaharu	Positif
MSJ1B	Mahoni	Positif	AGS1C	Gaharu	Positif
MSJ1C	Mahoni	Positif	AGS1D	Gaharu	Negatif
MSJ1D	Mahoni	Negatif	AGS1E	Gaharu	Positif
MSJ1E	Mahoni	Positif	AGS1F	Gaharu	Negatif
MSJ1G	Mahoni	Negatif	AGS1H	Gaharu	Negatif
MSJ1H	Mahoni	Negatif	AMS1A	Meranti	Negatif
MSJ1I	Mahoni	Negatif	AMS1D	Meranti	Negatif
MSJ2A	Mahoni	Positif	AMS1E	Meranti	Negatif
MSJ2D	Mahoni	Positif	AMS1F	Meranti	Negatif
MSJ2G	Mahoni	Negatif	AMS1H	Meranti	Negatif
TSS1B	Trambesi	Positif	AMS2A	Meranti	Negatif
TSS1C	Trambesi	Positif	AMS2B	Meranti	Negatif
TSS1D	Trambesi	Negatif	AMS2D	Meranti	Negatif
TSS1E	Trambesi	Positif	AMS2E	Meranti	Negatif
TSS2A	Trambesi	Negatif	AMS2H	Meranti	Negatif
AGS1A	Gaharu	Negatif			

Tabel 2 Pengaruh perlakuan perendaman benih dengan bakteri endofit asal tanaman kehutanan terhadap tinggi, bobot basah dan bobot kering tanaman tomat pada percobaan di rumah kaca

Isolat*	Perendaman 30 menit			Perendaman 120 menit		
	Tinggi tanaman (cm)	Bobot basah (g)	Bobot kering (g)	Tinggi tanaman (cm)	Bobot basah (g)	Bobot kering (g)
MSJ1H	22.34 ab	1.66 bc	0.13 b	24.38 a	1.87 abc	0.12 abc
AGS1F	15.00 b	1.09 c	0.11 ab	19.34 ab	1.63 bc	0.11 abcd
TSS1D	24.06 a	1.75 bc	0.13 a	22.92 a	2.07 ab	0.15 a
AGS1H	23.60 a	1.81 abc	0.10 ab	25.60 a	2.05 ab	0.12 abc
MSJ1A	23.02 a	1.74 bc	0.10 ab	22.94 a	1.73 abc	0.10 abcd
AGS1D	23.26 a	1.99 ab	0.11 ab	22.30 a	1.59 bc	0.09 abcd
AMS1A	15.08 b	1.07 c	0.07 b	25.00 a	1.62 bc	0.09 abcd
AGS1A	20.60 ab	1.85 abc	0.10 ab	20.10 ab	1.28 bc	0.07 cd
AMS1D	24.04 a	2.61 a	0.14 a	18.14 ab	1.44 bc	0.07 bcd
TSS2A	25.38 a	1.84 abc	0.09 ab	11.74 b	0.85 c	0.05 d
Kontrol	14.94 b	1.76 bc	0.08 ab	22.56 a	2.68 a	0.14 ab

Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji α 5% berdasarkan uji selang berganda Duncan.

* Keterangan tentang sumber isolat ada pada Tabel 1

Tabel 3 Pengaruh perlakuan perendaman benih dengan bakteri endofit terhadap jumlah puru akar pada tanaman tomat pada percobaan di rumah kaca

Isolat*	Perendaman 30 menit		Perendaman 120 menit	
	Jumlah puru	Persentase penekanan (%)	Jumlah puru	Persentase penekanan (%)
MSJ1H	6.80 a	21	4.40 d	67
AGS1F	8.60 a	0	6.20 cd	54
TSS1D	11.20 a	-30	10.00 bcd	26
AGS1H	15.20 a	-75	23.80 abc	-75
MSJ1A	22.40 a	-155	13.80 abcd	-1
AGS1D	21.20 a	-124	23.00 abcd	-69
AMS1A	15.60 a	-81	22.20 abcd	-63
AGS1A	11.80 a	-37	14.60 abcd	-75
AMS1D	14.80 a	-72	28.00 ab	-105
TSS2A	18.60 a	-116	32.40 a	-135
Kontrol	8.60 a	0	13.60 abcd	0

Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji α 5% berdasarkan uji selang berganda Duncan.

*Keterangan tentang sumber isolat ada pada Tabel 1

Tabel 4 Pengaruh suspensi bakteri endofit terhadap mortalitas larva *Meloidogyne* spp secara *in vitro*

Isolat*	2 jam	6 jam
TSS1D	30.33 a	38.67 a
AGS1F	26.67 ab	42.00 a
MSJ1H	26.33 ab	36.67 a
Kontrol	12.33 b	31.00 a

Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji α 5% berdasarkan uji selang berganda Duncan.

*Keterangan tentang sumber isolat ada pada Tabel 1

diisolasi dari tiap tanaman yang digunakan dalam penelitian ini bervariasi antar satu tanaman dengan tanaman lainnya. Jumlah bakteri ditentukan oleh banyak faktor seperti jenis tanaman, umur tanaman, tempat tumbuh tanaman dan teknik isolasi, seperti proses sterilisasi permukaan, waktu isolasi dan medium isolasi yang digunakan (Hallmann *et al.* 1997). Sebanyak 33 isolat bakteri endofit berhasil diisolasi dari 4 jenis tanaman tergolong sedikit. Hal ini diduga karena bakteri endofit yang diisolasi pada penelitian ini hanya dari bagian akar tanaman, padahal bakteri endofit dapat hidup dan berasosiasi hampir pada semua bagian tanaman termasuk batang dan daun. Khiangnam *et al.* (2013) mendapatkan 31 isolat bakteri endofit yang diisolasi dari akar dan kulit tanaman yang diambil di hutan mangrove di Pranburi, Prachuap Khiri Khan, Thailand. Sementara Castro *et al.* (2014) telah mengisolasi 30 jenis bakteri endofit dari 2 spesies tanaman yang berasal dari hutan bakau tropis di Brazil, yaitu *Rhizophora mangle* dan *Avicennia nitida*. Genus bakteri endofit yang berhasil diisolasi ialah *Bacillus* sp., *Pantoea*, *Curtobacterium* dan *Enterobacter*. Namun belum diketahui pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman maupun sebagai agens hayati.

Nongkhlaw dan Joshi (2014), telah mengisolasi bakteri endofit dari beberapa jenis tanaman obat yang berasal dari hutan subtropis Meghalaya, India dan berhasil diperoleh 70 isolat bakteri endofit dari kelompok *Bacillus* sp., *Serratia* sp., *Pseudomonas* sp., *Pantoea* sp., dan *Lysinibacillus* sp. Beberapa endofit dilaporkan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dan menekan aktivitas patogen tanaman yang diuji. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam populasi bakteri tidak hanya antara habitat mikro epifit dan endofit, tetapi juga di antara tanaman inang. Hidayati *et al.* (2014) melaporkan beberapa bakteri endofit yang diisolasi dari tanaman karet dapat meningkatkan pertumbuhan bibit karet yang diduga karena kemampuannya dalam menghasilkan hormon pertumbuhan seperti auksin, gibberellin, sitokinin dan asam absisat.

Perlakuan bakteri endofit dengan perendaman benih menunjukkan bahwa perendaman selama 30 menit lebih baik dibandingkan dengan perendaman selama 120 menit terhadap tinggi tanaman, bobot basah dan bobot kering tanaman. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang pernah dilakukan Munif *et al.* (2012), bahwa perlakuan benih tomat dengan bakteri endofit dapat meningkatkan bobot basah akar dan panjang akar tanaman tomat. Perendaman akar bibit lada dengan beberapa isolat bakteri endofit yang diisolasi dari tanaman lada juga dapat meningkatkan bobot akar dan bobot tajuk tanaman lada (Munif dan Harni 2011; Harni dan Ibrahim 2011).

Peningkatan pertumbuhan tanaman oleh perlakuan dengan bakteri endofit diduga karena bakteri endofit dapat meningkatkan fiksasi nitrogen, aktivitas fotosintesis, dan produksi *indole acetic acid* (IAA) (Duangpaeng *et al.* 2012; Lopez *et al.* 2012). Nongkhlaw dan Joshi (2014) melaporkan bahwa bakteri endofit mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman karena menghasilkan komponen penting bagi pertumbuhan tanaman seperti mineral fosfat, aktivitas asam fosfatase, adanya deaminase asam 1-aminocyclopropane-1-karboksilat (ACC). Di samping itu interaksi bakteri endofit dengan tanaman dapat menghasilkan lipopolisakarida yang berperan sebagai elisitor dalam induksi ketahanan yang secara spesifik mengikat reseptor pada permukaan sel tanaman (Reitz *et al.* 2000).

Hasil uji *in vitro* terhadap larva *Meloidogyne* spp menunjukkan suspensi isolat AGS1F memberikan pengaruh tertinggi (42%) terhadap mortalitas larva *Meloidogyne* sp. tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan isolat yang lain. Larva *Meloidogyne* sp. yang mati atau inaktif diduga karena adanya pengaruh senyawa metabolit yang dihasilkan oleh bakteri endofit. Senyawa metabolit yang dihasilkan oleh bakteri endofit di antaranya, pelarut fosfat dan enzim penghidrolisa seperti kitinase, protease, selulase, lipase, dan pektinase (Berg dan Hallmann 2006).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bakteri endofit yang berasal dari tanaman

kehutanan berpotensi sebagai pemacu pertumbuhan tanaman dan agens pengendali nematoda parasit. Penelitian ini memang tidak dimaksudkan untuk melihat keragaman dan dinamika populasi bakteri endofit dari tanaman kehutanan. Penelitian ini hanya menguji beberapa bakteri endofit yang berhasil diisolasi dari bagian akar tanaman hutan (khususnya bibit tanaman hutan) yang berpotensi sebagai agens hayati dan pemacu pertumbuhan. Penelitian untuk mengetahui keragaman dan dinamika bakteri endofit yang diisolasi langsung dari tanaman-tanaman hutan di lapangan dan dari berbagai jenis hutan perlu dilakukan. Potensi bakteri endofit asli dari tanaman-tanaman hutan yang sangat banyak jenisnya akan menjadi sumber kekayaan hutan (selain kayu) untuk kepentingan pertanian, kedokteran dan industri juga akan sangat penting untuk mendukung kekayaan biodiversitas hutan. Informasi dalam penelitian ini merupakan informasi awal tentang bakteri endofit tanaman hutan yang potensial sebagai agens hayati dan pemacu pertumbuhan tanaman yang akan mendorong penelitian-penelitian selanjutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pimpinan IPB melalui skema Penelitian Fundamental untuk Perguruan Tinggi bagian BOPTN atas dukungan dana dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Berg G, Hallmann J. 2006. Control of plant pathogenic fungi with bacterial endophytes. Di dalam: Schulz BJE, Boyle CJC, Sieber TN, editor. *Microbial Root Endophytes*. Verlag Berlin Heidelberg (DE): Springer. hlm 53–66.
- Castro RA, Quecine MC, Lacava PT, Batista BD, Luvizotto DM, Marcon J, Ferreira A, Melo IS, Azevedo JL. 2014. Isolation and enzyme bioprospection of endophytic bacteria associated with plants of Brazilian mangrove ecosystem. *Springer Plus*. 3:382. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/2193-1801-3-382>.
- Duangpaeng A, Phetcharat P, Chanthapho S, Boonkantong N, Okuda N. 2012. The study and development of endophytic bacteria for enhancing organic rice growth. *Procedia Engineering*. 32:172–176. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2012.01.1253>.
- Habazar T, Resti Z, Yanti Y, Sutoyo, Imelda. 2015. Formulasi bakteri endofit akar kedelai untuk mengendalikan pustul bakteri. *J Fitopatol Indones*. 11(2):51–58. DOI: <http://dx.doi.org/10.14692/jfi.11.2.51>.
- Hadisoeganda AW. 1991. Pencaran, identifikasi dan prevalensi nematoda bengkak akar di sentra daerah penanaman sayuran dataran tinggi di Indonesia. *Buletin Penelitian Hortikultura*. 20(3): 62–71.
- Hallmann J, Hallmann AQ, Mahaffee WF, Kloepper JW. 1997. Bacterial endophytes in agricultural crops. *Can J Microbiol*. 43(10):895–914. DOI: <http://dx.doi.org/10.1139/m97-131>.
- Harni R, Ibrahim MSD. 2011. Potensi bakteri endofit menginduksi ketahanan tanaman lada terhadap infeksi *Meloidogyne incognita*. *J Littri*. 17(3):118–123.
- Harni R, Munif A, Supramana, Mustika I. 2007. Pemanfaatan bakteri endofit untuk mengendalikan nematoda peluka akar (*Pratylenchus brachyurus*) pada tanaman nilam. *J HAYATI J Biosci*. 14(1):7–12.
- Hidayati U, Chaniago IA, Munif A, Siswanto, Santosa DA. 2014. Potency of plant growth promoting endophytic bacteria from rubber plants (*Hevea brasiliensis* Mill. Arg.) *J Agronomy*. 13(3):147–152. DOI: <http://dx.doi.org/10.3923/ja.2014.147.152>.
- Izumi H. 2011. Diversity of endophytic bacteria in forest trees. Di dalam: Pirttila AM, Frank AC, editor. *Endophytes of Forest Trees*. Verlag Berlin Heidelberg (DE): Springer. hlm 95–105. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-1599-8_6.
- Khaeruni A, Rahman A. 2012. Penggunaan Bakteri kitinolitik sebagai agens biokontrol

- penyakit busuk batang oleh *Rhizoctonia solani* pada tanaman kedelai. J Fitopatol Indones 8(2):37–43.
- Khianggam S, Techakriengkrai T, Raksasiri BV, Kanjanamaneesathian M, Tanasupawat S. 2013. Isolation and screening of endophytic bacteria for hydrolytic enzymes from plant in mangrove forest at Pranburi, Prachuap Khiri Khan, Thailand. Di dalam: Schneider C, Leifert C, Feldmann F, editor. *Endophytes for Plant Protection: The State of The Art*. Berlin (DE): Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft, Braunschweig. hlm.279–284.
- Lopez BR, Tinoco-Ojanguren C, Bacilio M, Mendoza A, Bashan Y. 2012. Endophytic bacteria of the rock-dwelling cactus *Mammillaria fraileana* affect plant growth and mobilization of elements from rocks. *Environmental and Experimental Botany*. 81(2012):26–36. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envexpbot.2012.02.014>.
- Munif A, Harni R. 2011. Keefektifan bakteri endofit untuk mengendalikan nematoda parasit *Meloidogyne incognita* pada tanaman lada. *Buletin Ristri*. 2(3):377–382.
- Munif A, Hallmann J, Sikora RA. 2013. The Influence of endophytic bacteria on *Meloidogyne incognita* infection and tomato plant growth. *J ISSAAS*. 19 (2): 68–74.
- Munif A, Wiyono S, Suwarno. 2012. Isolasi bakteri endofit asal padi gogo dan potensinya sebagai agens biokontrol dan pemacu pertumbuhan. *J Fitopatol Indones*. 8(3):57–64.
- Nongkhlaw FM, Joshi SR. 2014. Epiphytic and endophytic bacteria that promote growth of ethnomedicinal plants in the subtropical forests of Meghalaya, India. *Rev Biol Trop* 62(4):1295-308. DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v62i4.12138>.
- Oostendorp M, Sikora RA. 1990. In-vitro interrelationship between rhizosphere bacteria and *Heterodera schachtii*. *Rev. Nematol*. 13:269–274.
- Reitz M, Rudolph K, Schroeder I, Hoffmann-Hergarten S, Hallmann J, Sikora RA. 2000. Lipopolysaccharides of *Rhizobium etli* G12 act in potato root as an inducing agent of systemic resistance to infection by the cyst nematode *Globodera pallida*. *Applied and Environ. Microbiol* 66(8):3515–3518. DOI: <http://dx.doi.org/10.1128/AEM.66.8.3515-3518.2000>.
- Rosya A. 2015. Keefektifan limbah *Brassica* sebagai biofumigan dalam pengendalian nematoda puru akar (*Meloidogyne* sp.) pada tanaman tomat. [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.