

PEMANFAATAN MIKROBA RIZOSFER UNTUK MENINGKATKAN PERTUMBUHAN DAN SERAPAN HARA PADA TANAMAN LADA

*THE USE OF RHIZOSPHERE MICROBES TO IMPROVE THE GROWTH AND NUTRIENT UPTAKE OF BLACK PEPPER (*Piper nigrum* L.)*

Maman Herman, Kurnia Dewi Sasmita, dan Dibyo Pranowo

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357
maman.herman@gmail.com

(Tanggal diterima: 22 Mei 2012, direvisi: 15 Juni 2012, disetujui terbit: 22 Juni 2012)

ABSTRAK

Lada (*Piper nigrum* L.) merupakan tanaman yang penyerapan haranya tinggi dan sebagian besar ditanam di lahan marginal sehingga memerlukan jumlah pupuk yang relatif tinggi. Oleh karena itu, perlu upaya untuk meningkatkan efisiensi pemupukan pada lada, salah satunya dengan menggunakan pupuk hayati yang mengandung mikroba penambat N₂ dan pelarut hara P. Penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh mikroba rizosfer *indigenous* terhadap pertumbuhan dan serapan hara N, P, dan K pada tanaman lada. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 8 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang dicoba adalah: K0) tanpa inokulum dan tanpa pupuk (Kontrol), K1) tanpa inokulum + 50% pupuk, K2) tanpa inokulum + 100% pupuk, H1) inokulum *Azotobacter* (PN LCNa) + 50% pupuk, H2) inokulum *Azotobacter* (PN LCNb) + 50% pupuk, H3) inokulum *Penicillium* (PF LSK 1b) + 50% pupuk, H4) inokulum bakteri pelarut fosfat (PF LSK 1a) + 50% pupuk, dan H5) mikoriza + 50% pupuk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan mikroba penambat N₂ (isolat PN LCNa dan PN LCNb) dan pelarut P (isolat PF LSK 1b dan PF LSK 1a) yang masing-masing disertai dengan pemberian pupuk NPK 50% dari dosis anjuran memberikan pertumbuhan tinggi tanaman dan cabang tanaman lada yang cukup baik. Keempat inokulum tersebut dapat meningkatkan secara nyata bobot segar dan kering tajuk, serta serapan hara N, P dan K oleh tanaman lada dibandingkan perlakuan tanpa inokulum yang dipupuk dengan NPK dosis penuh (100%).

Kata Kunci: Lada, mikroba, rizosfer, serapan hara

ABSTRACT

Black pepper (*Piper nigrum* L.) belongs to plants which have high in nutrient uptake. If the plant is grown on marginal lands it will requires a relatively high amount of fertilizer that should be added. Therefore, it needs an effort to improve their efficiency on growing of the crop. The use of bio-fertilizer containing N fixing bacteria and P solubilizing microbes is expected be able to minimize the use of inorganic fertilizers. This study was conducted to investigate the effect of several indigenous rhizosphere microbes on the growth and nutrient uptake of N, P, and K in black pepper. A Completely Randomized Design (CRD) with eight treatments and three replications was used in this study. The treatments examined were: K0) without inoculum and without fertilizer (control), K1) without inoculum + 50% fertilizer, K2) without inoculum + 100% fertilizer, H1) inoculum of *Azotobacter* (PN LCNa) + 50% fertilizer, H2) inoculum of *Azotobacter* (PN LCNb) + 50% fertilizer, H3) inoculum of *Penicillium* (PF LSK 1b) + 50% fertilizer, H4) inoculum of phosphate solubilizing microbe (PF LSK 1a) + 50% fertilizer, dan H5) mycorrhiza + 50% fertilizer. The results showed that application of N fixing microbes (isolate PN LCNa dan PN LCNb) and P solubilizing microbes (isolate PN LCNa dan PN LCNb) combined with 50% of added fertilizers were able to give better growth of black pepper, particularly in plant height and number of branches. Moreover, application of N fixing and P solubilizing microbes also increased significantly in dry and fresh weight of the shoot and nutrient uptake of N, P, and K compared with without inoculum combined with 100% added NPK fertilizer.

Keywords: Black pepper, microbes, rhizosphere, nutrient uptake

PENDAHULUAN

Tanaman lada (*Piper nigrum* L.) merupakan salah satu komoditas ekspor yang memegang peranan penting bagi perekonomian Indonesia. Salah satu upaya peningkatan produksi lada pada daerah sentra pengembangan tanaman tersebut diusahakan melalui perbaikan teknologi budidaya. Teknologi budidaya lada yang dibutuhkan petani adalah teknologi yang murah, tetapi tetap menunjang produksi yang optimal. Penyediaan pupuk merupakan input dalam proses produksi pertanian yang membutuhkan biaya cukup besar. Dengan kondisi kelangkaan pupuk bersubsidi, maka semakin menambah beban petani dalam penyediaan pupuk. Oleh sebab itu, diperlukan peningkatan efisiensi pemupukan pada lada, karena lada merupakan tanaman yang rakus hara.

Lada yang sebagian besar ditanam di lahan-lahan marginal dengan tingkat kesuburan rendah akan memerlukan jumlah pupuk yang relatif tinggi. Menurut Zaubin dalam Dhalimi dan Syakir (2008), setiap kg lada menguras unsur-unsur dari dalam tanah sebanyak 32 g N, 5 g P₂O₅, 28 g K₂O, 8 g CaO, 3 g MgO, 90 mg Fe, 52 mg Mn, 27 mg Zn, 23 mg Cu, dan 15 g B.

Efisiensi pemupukan perlu ditingkatkan karena pupuk yang diberikan ke tanaman tidak seluruhnya diserap oleh tanaman. Tanaman hanya menggunakan sekitar 50% dari pupuk N yang diberikan, selebihnya hilang dari sistem tanah tanaman melalui pencucian, penguapan, denitrifikasi dan faktor lainnya (Saikia dan Jain, 2007). Pemberian pupuk P hanya 15-20% yang dapat diserap oleh tanaman, sedangkan sisanya akan terjerap di antara koloid tanah dan tinggal sebagai residu tanah (Ginting *et al.*, 2006). Unsur K merupakan hara yang mobile di dalam tanaman dan diserap dari dalam tanah dalam bentuk K⁺. Di dalam tanah ion tersebut bersifat dinamis sehingga unsur K mudah tercuci. Ispandi dan Munip (2004) mengemukakan bahwa pada pemberian pupuk KCl sebanyak 100 kg/ha pada tanah inceptisol, serapan K oleh tanaman kacang tanah hanya 23% dengan hasil optimal. Salah satu upaya untuk meningkatkan efisiensi pemupukan adalah dengan pemanfaatan mikroba penambat dan atau pelarut hara.

Mikroba yang umum digunakan sebagai bahan aktif pupuk hayati ialah mikroba penambat

nitrogen dan pelarut fosfat. Beberapa bakteri yang teridentifikasi dapat memfiksasi N₂ adalah *Azotobacter* sp., *Azospirillum* sp., dan *Beijerinckia* sp. (D'obereiner dalam Kizilkaya, 2008). *Azotobacter* merupakan bakteri aerobik yang hidup bebas dan dominan ditemukan dalam tanah. Beberapa hasil penelitian menunjukkan pengaruh positif inokulasi *Azotobacter* sp. pada berbagai tanaman (Kumar *et al.*, 2001; Kizilkaya, 2008; Jalilian *et al.*, 2012). Studi lain menunjukkan bahwa *Azotobacter* tidak hanya efektif untuk fiksasi nitrogen namun juga dapat memproduksi hormon tumbuh, bahan fungisida, siderofor, dan mampu melarutkan fosfat (Jalilian *et al.*, 2012).

Mikroba pelarut fosfat di dalam tanah ada dua kelompok, yaitu dari kelompok bakteri dan jamur. Pelarut P dari kelompok bakteri antara lain *Pseudomonas* dan *Bacillus*, sedangkan dari kelompok fungi adalah *Aspergillus* dan *Penicillium* (Alexander dalam Ruhnayat, 2007). Mikroba pelarut fosfat mampu mengubah bentuk P terfiksasi menjadi P yang lebih larut dan mudah diambil tanaman (Rodriguest dan Fraga dalam Mittal *et al.*, 2008). Selain itu, mikroba ini juga meningkatkan pertumbuhan dengan mekanisme memproduksi fitohormon seperti *Indole acetic acid* (IAA) yang merupakan pemacu tumbuh tanaman (Mittal *et al.*, 2008).

Isolat mikroba *indigenus* (lokal) lebih dianjurkan dalam seleksi untuk inokulasi pada tanaman karena mereka sudah beradaptasi dengan kondisi ekologi dan lebih kompetitif dengan strain non *indigenus* (Bhattarai and Hess dalam Kizilkaya, 2008). Aplikasi mikroba-mikroba *indigenus* tanaman lada diprediksi mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman lada. Penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh beberapa mikroba rizosfer *indigenus* terhadap pertumbuhan dan serapan N, P, dan K tanaman lada.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Ekofisiologi dan Rumah Kaca di Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri, Sukabumi pada bulan Januari sampai Desember 2011.

Bahan perbanyak inokulum adalah: (1) media nutrient Broth (NB) yang mengandung 5 g NaCl, 10 g peptone, dan 10 g *beef extract* yang dilarutkan ke dalam 1000 ml aquades, dan (2) media *potato dextrose broth* (PDB) mengandung 300 g potato dan 20 g glukosa yang dilarutkan dalam 1000 ml aquades. Bahan inokulum *Azotobacter*, *Penicillium*, bakteri pelarut P, dan mikoriza merupakan hasil isolasi dari rizosfer tanaman lada pada beberapa kebun di KP. Cahaya Negeri, Lampung Utara dan KP. Sukamulya, Sukabumi. Bahan lainnya adalah bibit lada varietas Natar 1, tanah podsolik merah kuning sebagai media tanam, pupuk NPK 15:15:15, polibag, dan pupuk kandang.

Pada tahap perbanyak inokulum, digunakan media NB untuk *Azotobacter* dan bakteri pelarut P, dan media PDB untuk *Penicillium*. Masing-masing mikroba diperbanyak menggunakan media tersebut sampai konsentrasi sekitar 10^8 cfu/ml. Media tanam dipersiapkan dengan mengering-anginkan tanah dan pupuk kandang. Selanjutnya tanah dan pupuk kandang diayak menggunakan saringan 2 mm dan ditimbang untuk masing-masing polibag diisi 5 kg tanah dan dicampur rata dengan 0,5 kg pupuk kandang.

Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 8 perlakuan yaitu: K0)

tanpa inokulum dan tanpa pupuk (Kontrol), K1) tanpa inokulum + 50% pupuk, K2) tanpa inokulum + 100% pupuk, H1) inokulum *Azotobacter* (PN LCNa) + 50% pupuk, H2) inokulum *Azotobacter* (PN LCNb) + 50% pupuk, H3) inokulum *Penicillium* (PF LSK 1b) + 50% pupuk, H4) inokulum bakteri pelarut fosfat (PF LSK 1a) + 50% pupuk, dan H5) mikoriza + 50% pupuk. Masing-masing perlakuan menggunakan 5 tanaman contoh dan diulang 3 kali. Takaran yang diberikan masing-masing mikroba sebanyak 50 ml dan diberikan 2 kali yaitu pada umur 1 minggu setelah pemupukan dan 4 minggu berikutnya. Mikoriza yang diberikan sebanyak 10 gram/tanaman. Pupuk 100% adalah pupuk NPK 15:15:15 sebanyak 50 g/tanaman/th dengan pemberian 12 minggu sekali, masing-masing dengan perbandingan takaran 1:2:3:4.

Parameter pengamatan meliputi tinggi tanaman, jumlah ruas, jumlah cabang, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, bobot segar, bobot kering tanaman dan serapan hara N,P, K di dalam jaringan tanaman yang dilakukan pada umur tanaman 28 minggu setelah aplikasi. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diamati digunakan uji Duncan dengan tingkat signifikan 5%.

Tabel 1. Pengaruh mikroba rizosfer terhadap tinggi tanaman jumlah ruas, jumlah cabang, jumlah daun, panjang dan lebar daun pada tanaman lada umur 28 minggu setelah perlakuan

Table 1. The effect of rhizosphere microbes on plant height, branch number, leaf number, length and width of leaves of black pepper for 28 weeks old after treatment

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah ruas	Jumlah cabang	Jumlah daun	Panjang daun	Lebar daun
K0. Tanpa inokulum dan tanpa pupuk (Kontrol)	41,90a	11,58a	2,36a	13,74a	9,62a	7,22a
K1. Tanpa inokulum (+50% pupuk)	50,22ab	11,48a	3,68ab	13,22a	8,37a	6,50a
K2. Tanpa inokulum (+100%pupuk)	56,20ab	12,20a	4,00ab	14,07a	8,67a	6,33a
H1. Inokulum <i>Azotobacter</i> (PN LCN a) + 50% pupuk	73,44ab	17,72a	5,11b	18,14a	9,56a	7,29a
H2. Inokulum <i>Azotobacter</i> (PN LCN b) + 50% pupuk	56,50ab	13,87a	4,60b	16,10a	9,57a	7,62a
H3. Inokulum <i>Penicillium</i> (PF LSK 1b) + 50% pupuk	82,27b	17,27a	5,00b	20,33a	9,20a	7,27a
H4. Inokulum bakteri pelarut P (PF LSK 1a) + 50% pupuk	76,47ab	13,90a	4,87b	13,53a	9,33a	7,20a
H5. Mikoriza + 50% pupuk	39,63a	10,35a	3,40ab	11,13a	8,53a	6,55a
KK (%)	33,12	22,95	22,60	28,27	8,96	12,21

Keterangan : Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%
Notes : Numbers in the same column followed by the same letter are not significantly different according to Duncan multiple range test, at 5% level

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Lada

Hasil pengamatan pertumbuhan vegetatif tanaman lada menunjukkan bahwa sampai umur 28 minggu setelah aplikasi, perlakuan H3, yaitu pemberian inokulum *Penicillium* (PF LSK 1b) + 50% pupuk memberikan pertumbuhan tinggi tanaman lada yang nyata paling baik dibandingkan dengan K0 (kontrol) dan H5 (aplikasi mikoriza), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Aplikasi inokulum *Azotobacter* (PN LCN a) + 50% pupuk (H1), *Azotobacter* (PN LCN b) + 50% pupuk (H2), dan bakteri pelarut P (PF LSK 1a) + 50% pupuk (H4) tidak berbeda nyata dengan perlakuan K1 dan K2, yaitu tanpa inokulum (+50% pupuk maupun +100% pupuk) dan aplikasi mikoriza (H5) terhadap tinggi tanaman (Tabel 1).

Hasil pengamatan terhadap jumlah cabang menunjukkan bahwa aplikasi inokulum bakteri penambat unsur N (H1 dan H2) yang dikombinasikan dengan pemberian 50% pupuk, yaitu *Azotobacter* (PN LCN a) dan *Azotobacter* (PN LCN b) dan mikroba pelarut unsur P (H3 dan H4) yang dikombinasikan dengan 50% pupuk yaitu *Penicillium* (PF LSK 1b) dan bakteri pelarut P (PF LSK 1a) memberikan pertumbuhan jumlah cabang yang nyata lebih banyak dibandingkan kontrol (K0), namun tidak berbeda nyata dibandingkan K1 (tanpa inokulum +50% pupuk) maupun K2 (tanpa inokulum +100% pupuk) dan aplikasi mikoriza (H5). Di antara keempat inokulum yang diuji (H1, H2, H3, dan H4) yang dikombinasikan dengan 50% pupuk yaitu inokulum *Azotobacter* (PN LCN a), inokulum *Azotobacter* (PN LCN b), inokulum *Penicillium* (PF LSK 1b), dan inokulum bakteri pelarut fosfat (PF LSK 1a) tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap jumlah cabang tanaman lada. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilaporkan oleh Ruhnayat (2007). Lebih jauh dilaporkan bahwa inokulasi *Azotobacter* dan mikroba pelarut fosfor (*Bacillus subtilis*) masing-masing sebanyak 10^8 - 10^{10} sel/ml/tanaman serta pemberian fosfat alam sebanyak 42 g/tanaman memberikan pertumbuhan vegetatif tanaman lada perdu terbaik dan tidak berbeda nyata

bila dibandingkan pemberian pupuk buatan NPKMg (12:12:17:2) sebanyak 150 g. Semua perlakuan yang diuji tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap jumlah ruas, jumlah daun, panjang daun, dan lebar daun tanaman lada sampai umur 28 minggu setelah aplikasi (Tabel 1).

Berdasarkan hasil penelitian ini, aplikasi mikroba penambat N₂ (H1 dan H2) maupun pelarut P (H3 dan H4) terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman lada hanya berbeda nyata dibandingkan kontrol (K0) dan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dengan tanpa mikroba yang dipadukan dengan 50% dan 100% pupuk. Dengan demikian, dari segi pertumbuhan vegetatif, peranan mikroba tersebut untuk mengurangi kebutuhan pupuk anorganik (NPK) pada tanaman lada belum tercapai.

Bobot Biomass Tanaman Lada

Hasil panen tajuk dan akar tanaman lada pada umur 28 minggu setelah aplikasi disajikan pada Tabel 2. Analisis statistik menunjukkan bahwa aplikasi inokulum bakteri penambat unsur N (H1 dan H2) yang dikombinasikan dengan pemberian 50% pupuk yaitu *Azotobacter* (PN LCN a), *Azotobacter* (PN LCN b) dan mikroba pelarut unsur P (H3 dan H4) yang dikombinasikan dengan pemberian 50% pupuk yaitu *Penicillium* (PF LSK 1b) dan bakteri pelarut P (PF LSK 1a) nyata meningkatkan bobot segar dan kering tajuk tanaman dibanding K0 (kontrol) dan H5 (aplikasi Mikoriza) (Tabel 2). Bobot segar tajuk dan akar tanaman lada pada keempat inokulum yang diuji masing-masing berkisar 93,67-102,47 g dan 12,93-17,26 g dibanding kontrol dan aplikasi mikoriza masing-masing 30,27 g dan 39,57 g untuk bobot segar tajuk serta 6,01 dan 6,91 g untuk bobot segar akar. Bobot kering tajuk dan akar tanaman lada pada keempat inokulum yang diuji masing-masing berkisar 28,49-31,26 g dan 3,80-5,06 g dibanding kontrol dan mikoriza yang hanya 8,72 g dan 10,68 g untuk bobot kering tajuk serta 1,73 g dan 2,17 g untuk bobot kering akar. Hal tersebut menunjukkan adanya peranan positif mikroba-mikroba tersebut terhadap pembentukan biomass tanaman.

Tabel 2. Bobot segar dan kering pada tajuk dan akar tanaman lada umur 28 minggu setelah perlakuan
Table 2. Fresh and dry weight of shoot and root of black pepper for 28 weeks old after treatment

Perlakuan	Bobot segar (g)		Bobot kering (g)	
	Tajuk	Akar	Tajuk	Akar
K0. Tanpa inokulum dan tanpa pupuk (Kontrol)	30,27a	6,01a	8,71a	1,73a
K1. Tanpa inokulum (+50% pupuk)	47,69a	9,49ab	13,05a	2,67ab
K2. Tanpa inokulum (+100%pupuk)	54,42a	9,64ab	16,78a	3,00cd
H1. Inokulum <i>Azotobacter</i> (PN LCN a) + 50% pupuk	93,67b	13,75cd	30,33b	4,15de
H2. Inokulum <i>Azotobacter</i> (PN LCN b) + 50% pupuk	102,47b	14,28cd	31,26b	4,51de
H3. Inokulum <i>Penicillium</i> (PF LSK 1b) + 50% pupuk	96,95b	17,26d	29,34b	5,06e
H4. Inokulum bakteri pelarut P (PF LSK 1a) + 50% pupuk	94,80b	12,93bc	28,49b	3,80cd
H5. Mikoriza + 50% pupuk	39,57a	6,91a	10,68a	2,17ab
KK (%)	22,77	18,93	21,70	17,95

Keterangan : Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%
Notes : Numbers in the same column followed by the same letter are not significantly different according to Duncan multiple range test, at 5% level.

Diantara keempat perlakuan inokulum yang diuji (H1, H2, H3, dan H4) yang dikombinasikan dengan pemberian 50% pupuk tidak ada perbedaan yang nyata terhadap bobot segar dan kering tajuk tanaman lada (Tabel 2). Perlakuan H3 yaitu inokulum *Penicillium* (PF LSK 1b) + 50% pupuk menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap peningkatan bobot segar dan kering akar tanaman lada dibanding perlakuan H4 yaitu inokulum bakteri pelarut P (PF LSK 1a + 50% pupuk) tetapi tidak berbeda nyata dibanding perlakuan H1 yaitu inokulum *Azotobacter* (PN LCN a) + 50% pupuk dan H2 yaitu inokulum *Azotobacter* (PN LCN b) + 50% pupuk, bahkan pengaruh perlakuan H4 yaitu inokulum bakteri pelarut P (PF LSK 1a + 50% pupuk) terhadap bobot segar akar tidak berbeda nyata dengan K1 maupun K2 (tanpa inokulum + 50% dan 100% pupuk). Perlakuan H4 yaitu inokulum bakteri pelarut P (PF LSK 1a + 50% pupuk) terhadap bobot kering akar tidak berbeda nyata dengan perlakuan K2 (tanpa inokulum + 100% pupuk) (Tabel 2).

Berdasarkan hasil penelitian ini terlihat jelas peranan 2 inokulum mikroba penambat N₂ (*Azotobacter* PN LCN a dan *Azotobacter* PN LCN b) dan 2 inokulum mikroba pelarut P (*Penicillium* PF LSK 1b dan PF LSK 1a) dalam pembentukan biomass tanaman lada, khususnya terhadap bobot segar dan kering tajuk serta bobot kering akar. Keempat inokulum tersebut mampu mengurangi

kebutuhan pupuk anorganik (NPK) hingga 50%. Terhadap bobot kering akar, terdapat satu inokulum mikroba pelarut P yaitu *Penicillium* (PF LSK 1b) mampu mengurangi kebutuhan pupuk anorganik hingga 50% (Tabel 2).

Serapan Hara N, P, dan K oleh Tanaman Lada

Serapan hara oleh tanaman menunjukkan jumlah hara yang diserap oleh tanaman dan digunakan dalam proses metabolisme untuk membentuk biomas. Dengan demikian, serapan hara oleh tanaman merupakan perkalian antara konsentrasi hara yang terkandung dalam jaringan tanaman dengan bobot biomasnya.

Serapan hara N, P, dan K oleh tanaman lada pada berbagai perlakuan disajikan pada Tabel 3. Analisis statistik menunjukkan bahwa aplikasi inokulum penambat N₂ (H1 dan H2) dan pelarut P (H3 dan H4) yang dikombinasikan dengan 50% pupuk nyata meningkatkan serapan hara N oleh tanaman lada dibanding tanpa inokulum, baik tidak dikombinasikan dengan pupuk (K0) maupun kombinasi dengan 50% pupuk (K2) dan 100% pupuk (K3) (Tabel 3). Serapan hara N oleh tanaman lada pada aplikasi inokulum mikroba penambat N₂ (H1 dan H2) dan inokulum mikroba pelarut P (H3 dan H4) yang dikombinasikan dengan 50% pupuk, masing-masing sebesar 807, 754, 770, dan 686 mg/ph. Unsur N sangat penting

dalam perkembangan vegetatif tanaman seperti daun, batang, dan akar. Nitrogen mempunyai fungsi sebagai penyusun asam amino, protein, enzim, klorofil serta beberapa vitamin sehingga meningkatkan kualitas dan kuantitas bahan kering hasil tanaman (Uchida, 2001).

Aplikasi inokulum penambat N₂ (H1 dan H2) dan pelarut P (H3 dan H4) juga nyata meningkatkan serapan hara P oleh tanaman lada dibanding tanpa inokulum, baik tidak dikombinasikan dengan pupuk (K0), maupun kombinasi dengan 100% pupuk (K3), dan aplikasi mikoriza yang dikombinasikan dengan 50% pupuk (H5) (Tabel 3). Serapan hara P oleh tanaman lada pada aplikasi keempat inokulum tersebut masing-masing 59, 62, 60, dan 46 mg/ph. Unsur hara fosfor di dalam tanaman berfungsi dalam merangsang perkembangan perakaran, meningkatkan hasil bahan kering, bobot biji, memperbaiki kualitas hasil serta mempercepat kematangan buah (Nyakpa *et al.*, 1988), transfer energi sampai segi-segi gen yang tidak dapat digantikan dengan hara lain (Poerwowidodo, 1992). Ketidacukupan pasokan P menjadikan tanaman tidak tumbuh maksimal atau potensi hasilnya tidak maksimal atau tidak mampu melengkapi proses reproduksi normal.

Aplikasi inokulum mikroba penambat N₂ (H1 dan H2) dan inokulum pelarut P (H3) yang dikombinasikan dengan 50% pupuk nyata meningkatkan serapan K oleh tanaman lada dibanding tanpa inokulum, baik tanpa kombinasi dengan pupuk (K0) maupun 50% pupuk (K2) dan aplikasi mikoriza + 50% pupuk, tetapi tidak berbeda nyata dibanding tanpa inokulum (+ 100% pupuk) (Tabel 3). Serapan K oleh tanaman lada pada perlakuan inokulum mikroba penambat N₂ (H1 dan H2) dan mikroba pelarut P (H3) masing-masing 683, 712, dan 725 mg/ph. Unsur K di dalam tanaman berperan sebagai aktivator enzim, sintesis protein, mengatur translokasi fotosintat, mengatur fungsi stomata dan mengatur distribusi air dalam sel dan jaringan, serta meningkatkan resistensi terhadap penyakit (Uchida, 2001).

Pada penelitian ini inokulum jamur penambat N₂ dan bakteri pelarut P mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif, biomass tanaman, dan serapan hara N, P, dan K oleh tanaman lada. Mekanisme yang mungkin terjadi adalah mikroba-mikroba tersebut mempunyai kemampuan dalam meningkatkan penyediaan hara serta kemampuan dalam memacu pertumbuhan tanaman melalui produksi hormon pemacu pertumbuhan.

Tabel 3. Serapan hara N, P, K oleh tanaman lada
 Table 3. N, P, K nutrient uptake of black pepper

Perlakuan	N	P	K
	-----mg/ph -----		
K0. Tanpa inokulum dan tanpa pupuk (Kontrol)	217a	18a	232a
K1. Tanpa inokulum (+50% pupuk)	336a	39abc	430ab
K2. Tanpa inokulum (+100%pupuk)	489b	31a	553bc
H1. Inokulum <i>Azotobacter</i> (PN LCN a) + 50% pupuk	807c	59cd	683c
H2. Inokulum <i>Azotobacter</i> (PN LCN b) + 50% pupuk	754c	62d	712c
H3. Inokulum <i>Penicillium</i> (PF LSK 1b) + 50% pupuk	770c	60cd	725c
H4. Inokulum bakteri pelarut P (PF LSK 1a) + 50% pupuk	686c	46bcd	506bc
H5. Mikoriza + 50% pupuk	322a	22a	329ab
KK%	15,24	28,19	24,64

Keterangan : Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%
 Notes : Numbers in the same column followed by the same letter are not significantly different according to Duncan multiple range test, at 5% level

Penelitian yang telah dilakukan oleh Samuel dan Muthukkaruppan (2011) pada isolat yang termasuk *Azotobacter* sp dan *Penicillium* sp. menunjukkan keduanya dapat menghasilkan *Indole Acetic Acid* (IAA), ammonia, dan katalase. *Azotobacter* merupakan bakteri penambat Nitrogen aerobik yang mampu menambat nitrogen berkisar antara 10-15 kg N/tahun (Rao, 2007). Beberapa hasil penelitian memperlihatkan peningkatan hasil dan konsentrasi N oleh inokulasi *Azotobacter* sp. (Narula dalam Kizilkaya, 2008). *Azotobacter* juga merupakan salah satu bakteri pemacu pertumbuhan tanaman (PGPR). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa inokulasi *Azotobacter* tidak hanya efektif dalam menambat N tetapi juga sifat lainnya seperti produksi hormon pertumbuhan, produksi bahan fungisida, produksi siderofor, dan sifat pelarutan fosfat (Kizilkaya, 2008; Jalilian *et al.*, 2012). Pengaruh PGPR terhadap tanaman dapat melalui mekanisme langsung dan tak langsung. Mekanisme langsung melalui produksi hormon tanaman seperti auksin dan giberelin, sedangkan mekanisme secara tidak langsung melalui penekanan terhadap patogen melalui produksi siderofor, HCN, ammonia, antibiotik dan metabolit lainnya yang berkompetisi dengan patogen untuk hara atau ruang kolonisasi (Samuel dan Muthukkaruppan, 2011).

Penicillium sp. adalah salah satu jamur pelarut fosfat yang banyak ditemukan di tanah asam. Seluruh strain *Penicillium* yang telah diuji sejauh ini dapat melarutkan metafosfat dan menggunakannya sebagai sumber P (Phuwiwat dan Soy Tong, 2001). *Penicillium* dapat juga berfungsi sebagai pemacu pertumbuhan (PGPF). PGPF menggunakan salah satu dari beberapa mekanisme untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman seperti produksi fitohormon, solubilisasi mineral dan antagonisme untuk fitopatogen (Nenwani *et al.*, 2010). Penelitian tentang *Penicillium* juga dilakukan oleh Whitelaw *et al.* (1999) yang menghasilkan strain *Penicillium radicum* dapat meningkatkan hasil gandum dengan mekanisme pelarutan P meskipun mekanisme pemacu pertumbuhan lain yang tidak diketahui juga terlibat. Penelitian lain tentang *Penicillium* juga ditunjukkan oleh Phuwiwat dan Soy Tong (2001) yang melaporkan pengaruh positif *Penicillium notatum* terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman lobak (*Raphanus sativus* L.).

Aplikasi mikoriza yang dikombinasikan dengan 50% pupuk dalam penelitian ini tidak mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman, bobot biomassa, dan serapan hara N, P, dan K oleh tanaman lada, bahkan menurunkan bobot kering akar dan serapan hara N dibanding tanpa inokulum yang dikombinasikan dengan 100% pupuk (Tabel 2). Hal ini diduga karena mikoriza yang diberikan masih menggunakan bahan organik yang diberikan dalam media tanam dan pupuk NPK yang tersedia untuk perkembangannya sehingga belum menginfeksi akar tanaman inangnya. Mikoriza diketahui akan sangat respon apabila diaplikasikan pada tanah atau media yang miskin unsur hara (Marschner, 1995). Kadar N tanah yang tinggi diketahui berdampak menghambat infeksi jamur mikoriza (Hayman, 1975).

KESIMPULAN

Penggunaan mikroba penambat N₂ (isolat PN LCN a dan PN LCN b) dan pelarut P (isolat PF LSK 1b dan PF LSK 1a) yang masing-masing disertai dengan pemberian pupuk NPK sebesar 50% dari dosis anjuran memberikan pertumbuhan tinggi tanaman dan cabang tanaman lada yang cukup baik. Keempat inokulum tersebut dapat meningkatkan secara nyata bobot segar dan kering tajuk, serta serapan hara N, P dan K oleh tanaman lada dibandingkan perlakuan tanpa inokulum yang dipupuk dengan dosis penuh (100%).

DAFTAR PUSTAKA

- Dhalimi, A. dan M. Syakir. 2008. Pertumbuhan dan produksi lada perdu yang dipupuk NPKMg dan diaplikasi ZPT Triakontanol. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat* 14 (1): 47-56.
- Ginting, R. C, B. R. Saraswati dan E. Husen. 2006. Mikroorganisme Pelarut Fosfat. *Dalam: Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Penelitian Tanah. Hlm: 265-271.
- Hayman, D. S., 1975. The occurrence of Mycorrhiza in crops as affected by soil fertility. *Academica Press*, London.
- Ispandi, A dan A. Munip. 2004. Efektivitas pupuk PK dan frekuensi pemberian pupuk K dalam meningkatkan serapan hara dan produksi kacang tanah di lahan kering Alfisol. *Jurnal Ilmu Pertanian* 11 (2): 11-24.

- Jalilian, J., S. A. M. Modarres-Sanavy, S. F. Saberali, and K. Sadat-Asilan. 2012. Effects of the combination of beneficial microbes and nitrogen on sunflower seed yields and seed quality traits under different irrigation regimes. *Field Crops Research* 127: 26–34.
- Kizilkaya, R. 2008. Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat (*Triticum aestivum*) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. *Ecological Engineering* 33: 150–156.
- Kumar, V., R. K. Behl, and N. Narula. 2001. Establishment of phosphate-solubilizing strains of *Azotobacter chroococcum* in the rhizosphere and their effect on wheat cultivars under green house conditions. *Microbiol. Res.* 156: 87–93.
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. New York. 265-587 pp.
- Mittal, V., O. Singh, H. Nayyar, J. Kaur, and R. Tewari. 2008. Stimulatory effect of phosphate-solubilizing fungal strains (*Aspergillus awamori* and *Penicillium citrinum*) on the yield of chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. GPF2). *Soil Biology & Biochemistry* 40: 718–727.
- Nenwani, V., P. Doshi, T. Saha and S. Rajkumar. 2010. Isolation and characterization of a fungal isolate for phosphate solubilization and plant growth promoting activity. *Journal of Yeast and Fungal Research* 1 (1): 009-014.
- Nyakpa, M. Y., A. M. Lubis, M. A. Pulung, A. G. Amrah, A. Munawar, Go Ban Hong dan N. Hakim. 1988. Kesuburan Tanah. Universitas Lampung Press. Bandar Lampung.
- Phuwiwat, W. and Soy Tong, K. 2001. The effect of *Penicillium notatum* on plant growth. *Fungal Diversity* 8: 143-148.
- Poerwowidodo. 1992. Telaah Kesuburan Tanah. Angkasa. Bandung.
- Rao, N. S. S. 2007. Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman. Edisi kedua. UI-Press. Jakarta.
- Ruhnayat, A. 2007. Pemanfaatan pupuk bio dan pupuk alam untuk mendukung budidaya organik pada tanaman lada dan panili. *Perkembangan Teknologi Tanaman Rempah dan Obat* 19 (1): 64-76.
- Saikia, S. P. and V. Jain. 2007. Biological nitrogen fixation with non-legumes: an achievable target or a dogma?. *Current Sci.* 92 (3): 317-322.
- Samuel, S. and S.M Muthukkaruppan. 2011. Characterization of plant growth promoting rhizobacteria and fungi associated with rice, mangrove and effluent contaminated soil. *Current Botany* 2 (3): 22-25.
- Uchida, R. 2001. Essential Nutrients for Plant Growth: Nutrient Functions and Deficiency Symptoms. *Dalam: Plant Nutrient Management in Hawaii's Soils, Approaches for Tropical and Subtropical Agriculture.* (Eds.) College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii at Manoa. 31-55 pp.
- Whitelaw, M. A., T. J. Hardena, and K. R. Helyar. 1999. Phosphate solubilization in solution culture by the soil fungus *Penicillium radicum*. *Soil Biology and Biochemistry* 31: 655-665.