

PENGUJIAN BAKTERI ENDOFIT TERHADAP EFISIENSI HARA PADA PERTUMBUHAN TANAMAN LADA DI LAMPUNG

The Evaluation of Endophytic Bacteria Application on Nutrient Efficiency of Black Pepper Growth in Lampung

GUSMAINI, ANDRIANA KARTIKAWATI, DAN HERA NURHAYATI

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Jln. Tentara Pelajar No. 3, Cimanggu, Bogor 16111

e-mail: gusmaini672@gmail.com

Diterima : 11-07-2019

Direvisi : 06-09-2019

Disetujui : 21-10-2019

ABSTRAK

Lada (*Piper nigrum* L.) merupakan tanaman yang memerlukan hara cukup tinggi untuk pertumbuhannya. Penelitian ini dilakukan sebagai upaya untuk mengurangi pemberian hara yang cukup tinggi yaitu dengan memberikan bakteri pemacu pertumbuhan. Penelitian telah dilakukan di Kebun Percobaan Natar BPTP Lampung, dimulai dari bulan Januari-Desember 2018. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok, faktorial, 16 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan terdiri dari faktor pertama penggunaan bakteri endofit yaitu; tanpa bakteri endofit (B0), isolat bakteri endofit Ca2 (B1), isolat kombinasi A (Dj9+Sa4+Labt8+Ldbp4) (B2), dan isolat kombinasi B (Sa8+Sd10+Labt1+Ldbp9) (B3). Faktor kedua pemupukan anorganik yaitu; tanpa pupuk (P0), 25% (P1), 50% (P2), dan 75% (P3) dosis rekomendasi (NPKMg: 12:12:17:2). Dosis rekomendasi adalah 200 kg/ha/tahun. Hasil penelitian menunjukkan adanya interaksi antara bakteri endofit dan pupuk terhadap peningkatan pertumbuhan, dan serapan hara NPK pada tanaman lada berumur 11 bulan setelah tanam. Pemberian bakteri endofit dapat meningkatkan tinggi tanaman 19,5%, jumlah ruas 34,3%, dan jumlah cabang 16,8% pada kombinasi bakteri endofit B1 dibandingkan tanaman tanpa pemberian bakteri endofit dan 75% rekomendasi pupuk NPK. Namun kombinasi perlakuan terbaik untuk bobot biomas dan serapan hara adalah pada kombinasi perlakuan bakteri endofit B2 dan 75% rekomendasi pupuk NPK. Bakteri endofit dapat berfungsi sebagai pupuk hayati dan dapat mengefisienkan penggunaan pupuk buatan untuk pertanian berkelanjutan.

Kata kunci: *Piper nigrum*, nutrisi, peningkatan,PGPB.

ABSTRACT

Black pepper (*Piper nigrum* L.) requires high nutrients to support its growth. The research was carried out to find an alternative way to reduce high nutrient requirements with the application of growth-promoting bacteria. The research was conducted at Natar Experimental Station, Lampung Assessment Institute for Agricultural Technology (AIAT), from January to December 2018. The study was undertaken in a randomized block design, arranged factorially, with 16 treatments and 3 replications. The first factor was endophytic bacteria application consisted of: without endophytic bacteria (B0), Ca2 endophytic bacterial isolates (B1), isolates combination A (Dj9 + Sa4 + Labt8 + Ldbp4) (B2), and isolates combination B (Sa8 + Sd10 + Labt1 + Ldbp9) (B3). The second factor was fertilizer application comprised of: without fertilizer (P0), 25% (P1), 50% (P2), and 75% (P3) of recommendation dosage (NPKMg: 12: 12: 17: 2). The recommended fertilizer dose was 200 kg/ha/year. The results showed that there was an interaction between endophytic bacteria and

fertilizer in enhancing plant growth and NPK nutrient uptake of pepper at 11 months after planting. The combination of Ca2 endophytic bacteria and 75% NPK fertilizer recommendations enhanced plant growth by 19.5% for plant height, 34.3% for the number of nodes, and 16.8% for the number of branches, compared to that without endophytic bacteria application. However, the combination of B2 endophytic bacteria and 75% of NPK fertilizer recommendations showed the best result for biomass weight and nutrient uptake. Endophytic bacteria can improve the effectiveness of organic fertilizer usage to support sustainable agriculture.

Keywords: *Piper nigrum*, nutrition, improvement, PGPB.

PENDAHULUAN

Lampung merupakan salah satu daerah produsen lada terbesar di Indonesia, dengan luas areal perkebunan lada sebesar 44.794 ha dan produksi 14.830 ton pada tahun 2017 (Ditjenbun 2017). Rekomendasi pemupukan kimia lada umur produksi untuk daerah Lampung yaitu 1,6 kg/tanaman/tahun (Zaubin *et al.* 1995). Jika dikonversi ke luasan 1 ha dengan populasi 1.500-1.600 tanaman maka kebutuhan pupuk untuk tanaman berumur < 1 tahun adalah 300-320 kg/ha/tahun. Tingginya penggunaan pupuk kimia tersebut dalam pengelolaan pertanian kurang efisien, karena hanya sedikit unsur hara yang dapat diserap tanaman akibat dari banyaknya pupuk yang hilang. Menurut Jipelos (1989), kehilangan tersebut disebabkan oleh beberapa faktor antara lain pencucian (43,3%), hilang ke atmosfer melalui proses denitrifikasi, dan volatilisasi berupa gas amonia (6-10%). Efisiensi hara yang rendah juga dikemukakan oleh Hayman (1975), dari total pupuk yang diberikan ke dalam tanah hanya sekitar 30% N, dan 25% P yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman.

Lahan-lahan di Lampung umumnya didominasi oleh tanah Ultisols dengan kondisi tingkat kesuburan tanah rendah. Umumnya berkembang dari bahan induk tua dan banyak ditemukan di daerah dengan bahan

induk batuan liat (Hardjowigeno 2007). Hal tersebut disebabkan oleh bahan organik dan pH rendah, adanya kation Al dan Fe yang akan mengikat anion-anion sehingga tidak tersedia bagi tanaman (Harjoso and Purwantono 2002). Kondisi tersebut menyebabkan pemberian pupuk terutama P dalam jumlah yang cukup tidak direspon oleh tanaman karena banyak yang terfiksasi, akibatnya P tidak tersedia bagi tanaman (Nursyamsi *et al.* 1995). Rekomendasi yang selama ini menjadi acuan untuk pemupukan lada yaitu dengan komposisi NPKMg (12:12:17:2) (Waard 1969).

Upaya untuk meminimalkan dan mengefisienkan penggunaan pupuk perlu dilakukan antara lain dengan memanfaatkan bakteri endofit sebagai pemicu pertumbuhan tanaman. Pemanfaatan bakteri endofit telah terbukti dapat mengefisienkan penggunaan pupuk dan dapat meningkatkan produksi tanaman. Bakteri endofit dikenal dapat meningkatkan pertumbuhan pada tanaman non legum dan meningkatkan nutrisi melalui fiksasi nitrogen (Saito and Minamisawa 2006). Selain itu, juga sebagai pelarut fosfat, yang berfungsi sebagai *biofertilizer* (Ngamau *et al.* 2012). Dengan demikian, tanaman dapat memanfaatkan hara yang tersedia, sehingga penggunaan pupuk dapat diminimalkan. Hal tersebut diungkapkan pula oleh Silveira *et al.* (2016) bahwa penggunaan bakteri endofit dapat mengefisienkan penggunaan pupuk N serta meningkatkan produksi dan serapan hara gandum. Selain itu juga dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi padi (Setiawati *et al.* 2008; Banik *et al.* 2016). Bakteri endofit juga dapat memacu pertumbuhan bibit tanaman karet (Hidayati *et al.* 2014).

Hasil penelitian dan pemanfaatan bakteri endofit pada tanaman pangan dan hortikultura untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi telah banyak dipublikasikan tetapi jarang ditemukan untuk tanaman lada. Penggunaan bakteri endofit pada tanaman lada diharapkan juga akan dapat memacu pertumbuhan tanaman dan mengefisienkan penggunaan pupuk. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan formula bakteri endofit yang berpotensi dalam mengefisienkan penggunaan pupuk untuk pertumbuhan tanaman lada.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balittro) Bogor dan KP. Natar, BPTP Lampung, dimulai dari bulan Januari – Desember 2018. Bahan tanaman lada yang digunakan adalah varietas Natar 1 yang diambil dari Lampung, dan isolat bakteri endofit

berasal dari tanaman rempah dan obat. Bahan-bahan untuk isolasi dan perbanyakan endofit antara lain media Laurell dan *Tryptone Soya Agar*; pupuk kandang, dan pupuk NPKMg. Bagian tanaman yang diisolasi yaitu daun, rimpang dan akar yang sehat. Isolasi dilakukan menggunakan media *Tryptone Soya Agar* (TSA), kemudian isolat yang diperoleh dimurnikan sampai mendapatkan isolat murni. Isolat murni yang diperoleh dilakukan pengujian karakteristik morfologi dan kemampuan dalam penambat N, pelarut P dan penghasil hormon. Isolat terpilih yang selanjutnya digunakan dalam perlakuan penelitian ini.

Sifat kimia dan fisik tanah dianalisis terlebih dahulu sebelum dilakukan penelitian untuk mengetahui kandungan hara yang terdapat pada lahan lokasi percobaan, terutama hara makro N, P dan K. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui tingkat kesuburan pada lahan tersebut, sehingga diketahui bahwa lahan tersebut perlu diberikan penambahan pupuk. Tanah dari lokasi percobaan dianalisis di Laboratorium Uji Balittro.

Rancangan yang digunakan rancangan acak kelompok, faktorial, dengan 3 ulangan dan 16 perlakuan. Faktor pertama adalah perlakuan bakteri endofit terdiri dari tanpa bakteri endofit (B0), isolat bakteri endofit tunggal (B1), isolat bakteri yang belum diidentifikasi yaitu kombinasi A (kode isolat Dj9+Sa4+Labt8+Ldbp4) (B2), dan isolat kombinasi B (kode isolat Sa8+Sd10+Labt1+Ldbp9) (B3) yang diisolasi dari tanaman jahe merah, serai wangi, lada asal Lampung dan lada asal Bangka. Faktor kedua adalah perlakuan pupuk anorganik yaitu; tanpa pupuk (P0), 25% (P1), 50% (P2), dan 75% (P3) rekomendasi (NPKMg; 12:12:17:2, dengan dosis 200 kg/ha/tahun). Tiap perlakuan terdiri dari 12 tanaman. Jarak tanam yang digunakan adalah 2,5 m x 2,5 m, menggunakan benih umur 4 bulan yang memiliki 5-7 buku. Total tanaman di lapangan adalah 576 tanaman.

Aplikasi pemberian pupuk organik diberikan pada awal tanam, sedangkan aplikasi pemberian pupuk buatan (NPKMg) sesuai dengan dosis perlakuan diberikan sebanyak dua kali yaitu pada awal dan akhir musim hujan. Pemberian bakteri endofit dengan perlakuan B0, B1, B2, dan B3 diberikan pertama kali saat persiapan benih dengan cara merendam benih. Selanjutnya bakteri endofit diaplikasikan di lapangan pada umur 1 bulan setelah tanam dengan frekuensi 4 kali selang waktu satu bulan. Perbanyakan bakteri endofit untuk diaplikasikan ke lapang dilakukan dengan cara menginkubasi 150 g bahan organik dengan 10 ml isolat bakteri sesuai perlakuan pada kerapatan 10^8 cfu/ml selama 3 hari, kemudian diaplikasikan ke

tanaman. Bakteri endofit diaplikasikan dengan cara disebar di sekitar perakaran dengan jarak 25 cm dari tanaman.

Paramater pertumbuhan yang diamati antara lain tinggi tanaman, jumlah buku dan cabang dilakukan tiap 2 bulan hingga tanaman berumur 10 bulan (5 kali pengamatan). Pengukuran bobot basah dan kering biomas serta analisis hara NPK tanaman dilakukan pada umur 11 bulan setelah tanam (BST). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANOVA dan uji lanjut Duncan's pada taraf 5%

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Kesuburan Tanah pada Lahan Percobaan

Hasil analisis karakteristik sifat kimia dan fisik tanah di lokasi percobaan menunjukkan bahwa tingkat kesuburan tanah tergolong rendah. Hal tersebut ditunjukkan oleh kadar N, P, dan K yang tergolong rendah (Tabel 1), sehingga penambahan pupuk perlu dilakukan.

Pertumbuhan Tanaman Lada Umur 11 BST

Respon tanaman lada terhadap pemberian bakteri endofit dan pupuk nyata meningkatkan

pertumbuhan tanaman umur 11 BST. Terdapat interaksi antara bakteri endofit dan pupuk untuk pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah ruas dan jumlah daun (Tabel 2). Perlakuan yang terbaik untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman adalah kombinasi antara bakteri endofit B1 dan 75% rekomendasi pemupukan (B1-P3) (Tabel 2). Peningkatan pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah ruas dan jumlah cabang masing-masing sebesar 112,07%; 11,9% dan 49,22% dibandingkan dengan kontrol.

Peningkatan pertumbuhan dengan penambahan bakteri endofit pada pemupukan lada menunjukkan peranan bakteri endofit cukup baik dalam memacu pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian Gusmaini *et al.* (2016) menunjukkan konsorsium bakteri endofit mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman sambilito. Hasil isolasi bakteri endofit dari beberapa tanaman menunjukkan terdapat isolat yang mampu mengikat N₂, melarutkan fosfat dan menghasilkan hormon (Gusmaini *et al.* 2013; Gusmaini dan Kartikawati 2015) serta mampu memacu pertumbuhan tanaman lada di pembibitan (Kartikawati dan Gusmaini 2018).

Tabel 1. Karakteristik sifat kimia dan fisik tanah di lokasi percobaan

Table 1. Chemical and physical characteristics of soil in the trial site

No.	Parameter Uji/ Parameter tested	Nilai/Value	Status/Status	Metode analisis/Analysis method
1.	N-Total (%)	0,17	Rendah/low	Kjeldahl
2.	P ₂ O ₅ (ppm)	0,31	Sangat rendah/extremely low	Bray I
3.	K (cmolc/kg)	0,18	Rendah/low	Perkolasi dengan ammonium asetat 1 M (pH 7)/Percolation using ammonium acetate 1 M (pH 7)
4.	Na (cmolc/kg)	0,42	Sedang/medium	
5.	Ca (cmolc/kg)	7,50	Sedang/medium	
6.	Mg (cmolc/kg)	1,49	Sedang/medium	
7.	C-organik (%)	1,70	Rendah/low	Walkey & Black
8.	C/N-ratio	10,00	Rendah/low	pH-metri
9.	pH (H ₂ O)	7,28	Netral/neutral	
10.	pH KCl 1 M	6,92		Volumetri
11.	Al dd	TTD		
12.	KTK (cmolc/kg)	13,00		Destilasi langsung/Direct distillation
13.	KB (%)	73,77	Tinggi/high	Hidrometer/Hydrometer
14.	Tekstur pasir (%)	14,34		
15.	Tekstur debu (%)	32,40		
16.	Tekstur liat (%)	53,26		

Keterangan : TTD = tidak terdeteksi; Note : TTD = undetected

Tabel 2. Pengaruh bakteri endofit dan pupuk terhadap pertumbuhan tanaman lada umur 11 bulan setelah tanam
Table 2. Effect of endophytic bacteria and fertilizer on pepper plant growth at 11 months after planting

Perlakuan/ <i>Treatments</i>	Tanpa pupuk/ <i>without fertilizer (P0)</i>	25% pupuk rekomendasi/ <i>recommended fertilizer (P1)</i>	50% pupuk rekomendasi/ <i>recommended fertilizer (P2)</i>	75% pupuk rekomendasi/ <i>recommended fertilizer (P3)</i>
Tinggi tanaman/ <i>plant height (cm)</i>				
Tanpa bakteri/ <i>without bacteria (B0)</i>	35,93 d	49,19 bcd	50,26 bcd	68,5 ab
Bakteri endofit tunggal/ <i>Single endophytic bacteria (B1)</i>	49,28 bcd	47,72 bcd	54,25 bc	76,62 a
Kombinasi bakteri endofit A/ <i>endophytic bacteria A combination (B2)</i>	54,38 bc	46,57 bcd	45,38 dc	65,34 ab
Kombinasi bakteri endofit B/ <i>endophytic bacteria B combination (B3)</i>	48,07 bcd	63,92 bc	61,56 bcd	45,92 bdc
Jumlah buku/ <i>node number</i>				
Tanpa bakteri/ <i>without bacteria (B0)</i>	15,70 b	15,25 b	13,89 b	17,57 b
Bakteri endofit tunggal/ <i>Single endophytic bacteria (B1)</i>	14,93 b	14,22 b	16,80 b	23,83 a
Kombinasi bakteri endofit A/ <i>endophytic bacteria A combination (B2)</i>	15,65 b	14,56 b	14,32 b	17,67 b
Kombinasi bakteri endofit B/ <i>endophytic bacteria B combination (B3)</i>	16,08 b	18,21 b	17,93 b	14,19 b
Jumlah cabang/ <i>branch number</i>				
Tanpa bakteri/ <i>without bacteria (B0)</i>	2,58 cd	2,58 bcd	2,34 cd	2,9 bcd
Bakteri endofit tunggal/ <i>Single endophytic bacteria (B1)</i>	3,01 bc	2,83 bcd	2,14 d	3,85 a
Kombinasi bakteri endofit A/ <i>endophytic bacteria A combination (B2)</i>	2,47 bcd	2,61 bcd	3,04 bc	3,89 a
Kombinasi bakteri endofit B/ <i>endophytic bacteria B combination (B3)</i>	2,78 bcd	2,87 bcd	3,23 ab	2,68 bcd

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom atau baris yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji DMRT

Note : Means within any row or column followed by the same letter were not significantly different at DMRT 5%

Endofit berperan dalam meningkatkan pertumbuhan lada dengan penggunaan pupuk pada tanaman lada umur 11 bulan yang ditunjukkan oleh perlakuan 75% pupuk NPKMg rekomendasi dan pemberian isolat bakteri endofit tunggal (B1) (Tabel 2). Adanya penambahan bakteri endofit pada pupuk dengan dosis 75% rekomendasi (B1P3) mampu meningkatkan pertambahan pertumbuhan sebesar 19,5% (tinggi tanaman), 34,3% (jumlah ruas), dan 16,8% (jumlah cabang) dibandingkan dengan hanya pemberian pupuk 75% rekomendasi tanpa bakteri endofit. Hal tersebut mengindikasikan adanya besaran efisiensi penggunaan pupuk kimia bagi pertumbuhan tanaman lada umur < 1 tahun.

Bobot Basah dan Kering Biomas Lada

Sejalan dengan pertumbuhan, terdapat pengaruh interaksi antara bakteri endofit dan pupuk yang juga mampu meningkatkan bobot biomassa basah dan

kering tanaman lada umur 11 BST. Namun berbeda dengan pertumbuhan tanaman, perlakuan yang terbaik ditunjukkan oleh kombinasi perlakuan bakteri endofit B2 dan 75% rekomendasi pupuk NPK (B2-P3) (Tabel 3). Bobot segar dan kering tanaman meningkat masing-masing 175,3% dan 158,1% dibandingkan dengan kontrol, dan jika dibandingkan dengan pemberian 75% rekomendasi pupuk saja hanya mampu meningkatkan bobot segar dan kering tanaman masing-masing 26% dan 32,3%. Biomassa merupakan indikasi dari pertumbuhan tanaman.

Pemberian hara NPK pada tanaman sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan hara untuk pertumbuhan tanaman. Hal tersebut dilakukan karena ketersediaan hara di dalam tanah terbatas. Unsur hara tersebut mempunyai peranan yang sangat penting dan spesifik. Nitrogen berperan di dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman melalui pembentukan asam amino yang merupakan bahan penyusun protein yang

digunakan dalam pembentukan protoplasma, dan tempat pembelahan sel. Nitrogen juga diperlukan pada semua reaksi enzim, dan bagian utama dari molekul klorofil yang diperlukan pada proses fotosintesis. Selain itu, N juga meningkatkan kuantitas dan kualitas daun dan protein. Pada proses fotosintesis dan respirasi, P memainkan peran utama dalam penyimpanan dan transfer energi sebagai ADP dan ATP (adenosin di- dan tri-fosfat) serta DPN dan TPN (*di- dan tri-phosphopyridine nucleotide*). Kalium sangat penting di dalam pertumbuhan tanaman karena berperan sebagai aktivator enzim yang meningkatkan metabolisme tanaman (Uchida 2000).

Namun demikian, dalam pemberian hara perlu diperhatikan jumlah yang diberikan agar sesuai dengan kebutuhan. Pemberian hara dengan dosis tinggi belum tentu akan berdampak positif terhadap tanaman. Sebaliknya, pemberian hara dosis rendah mungkin saja masih belum mencukupi kebutuhan tanaman karena ketersediaan hara tersebut di dalam tanah rendah. Menurut White dan Brown (2010) produksi tanaman sering kali dibatasi oleh ketersediaan unsur mineral esensial yang rendah dan atau adanya konsentrasi berlebihan dari unsur mineral yang berpotensi beracun, seperti Na, Cl, B, Fe, Mn dan Al dalam larutan tanah.

Bakteri endofit membantu penyerapan hara oleh tanaman sehingga mampu mengefisienkan penggunaan pupuk yang diberikan. Menurut Liu *et al.* (2016) pemberian bakteri endofit berpengaruh positif dalam memacu pertumbuhan dan biomassa kering tanaman Graminae pada dosis N rendah. Selain itu, juga mampu mengurangi penggunaan N sebanyak 50% pada tanaman tebu. Hal tersebut menunjukkan bahwa bakteri endofit dapat membantu ketersediaan N secara biologi sehingga dapat mengefisienkan pemberian N pada tanaman. Adanya pemberian bakteri endofit juga mendorong peningkatan populasi bakteri endofitik penambat N₂ di daun, batang, dan akar setelah aplikasi pupuk hayati dan diperoleh peningkatan hasil lebih besar 7,79% (Setiawati *et al.* 2008). Puri *et al.* (2018) telah mengevaluasi peranan bakteri endofit *Diazotrophic* dalam memacu pertumbuhan tanaman baik pada tanaman inangnya maupun tanaman lainnya secara biologis dan menurunkan ketergantungan terhadap pupuk kimia (buatan). Selain itu, bakteri endofit juga menunjukkan kemampuan yang cukup baik dalam melarutkan P (Mardad *et al.* 2013). Dengan demikian bakteri endofit memiliki potensi yang cukup baik sebagai agen pupuk hayati (Nath *et al.* 2012), sehingga dapat mengefisienkan penggunaan pupuk P buatan (Nosrati *et al.* 2014).

Tabel 3. Pengaruh bakteri endofit dan pupuk terhadap bobot biomassa segar dan kering tanaman lada umur 11 bulan setelah tanam

Table 3. Effect of endophytic bacteria and fertilizer on biomass fresh and dry weight of pepper at 11 months after planting

Perlakuan/ Treatments	Tanpa pupuk/ without fertilizer (P0)	25% pupuk rekomendasi/ recommended fertilizer (P1)	50% pupuk rekomendasi/ recommended fertilizer (P2)	75% pupuk rekomendasi/ recommended fertilizer (P3)
Bobot segar biomassa (g/tanaman)/Biomass fresh weight (g/plant)				
Tanpa bakteri/without bacteria (B0)	40,50 a	84,33 bcd	64,50 bcde	82,83 bcd
Bakteri endofit tunggal/Single endophytic bacteria (B1)	49,83 ab	62,50 abcd	83,83 bcde	89,00 cd
Kombinasi bakteri endofit A/ endophytic bacteria A combination (B2)	54,33 abc	60,00 abcd	92,17 de	111,50 e
Kombinasi bakteri endofit B/ endophytic bacteria B combination (B3)	67,33 abcd	70,33 abcd	73,33 abcd	70,50 abcd
Bobot kering biomassa (g/tanaman)/Biomass dry weight (g/plant)				
Tanpa bakteri/without bacteria (B0)	12,33 a	23,17 ab	20,17 ab	23,83 ab
Bakteri endofit tunggal/Single endophytic bacteria (B1)	15,17 ab	18,67 ab	26,00 bc	26,17 bc
Kombinasi bakteri endofit A/ endophytic bacteria A combination (B2)	16,33 ab	17,50 ab	25,33 bc	31,83 c
Kombinasi bakteri endofit B/ endophytic bacteria B combination (B3)	19,00 ab	21,50 abc	21,50 abc	20,17 ab

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom atau baris yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji DMRT

Note : Means within any row or column followed by the same letter were not significantly different at DMRT 5%..

Serapan Hara NPK Tanaman Lada Umur 11 BST

Hal yang sama dengan bobot biomassa juga ditunjukkan oleh serapan hara NPK tanaman lada umur 11 BST. Serapan hara NPK tanaman tertinggi ditunjukkan oleh pemberian kombinasi bakteri endofit campuran dan 75% rekomendasi pupuk (B2P3) (Tabel 4). Peningkatan serapan hara N, P, dan K masing-masing mencapai 190%, 100% dan 142,9% jika dibandingkan dengan kontrol; 34,89%, 20%, dan 31,78% jika dibandingkan dengan pemberian 75% rekomendasi pupuk tanpa bakteri endofit. Dengan demikian pemberian bakteri endofit campuran pada aplikasi pupuk 75% rekomendasi pupuk mampu meningkatkan serapan hara tanaman tertinggi dibanding perlakuan lainnya.

Kemampuan tanaman menyerap hara lebih tinggi dengan memanfaatkan bakteri endofit,

mengindikasikan bahwa bakteri endofit membantu dalam penyerapan hara yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhannya. Selain itu, juga mampu mengefisienkan penggunaan pupuk sehingga dapat terserap lebih tinggi dan tidak banyak yang terbuang baik oleh pencucian ataupun penguapan. Kemampuan penyerapan hara lebih tinggi dikarenakan adanya fitohormon yang disekresi oleh mikroba endofit seperti auksin, sitokinin dan giberelin (Santi *et al.* 2013; Baca and Elmerich 2007; Fulchieri *et al.* 1993). Auksin yang dihasilkan mikroba endofit mendorong pertumbuhan akar tanaman sehingga luas area permukaan akar bertambah, juga meningkatkan jumlah rambut akar. Hal tersebut akan meningkatkan penyerapan hara sehingga memacu pertumbuhan tanaman dan meningkatkan produksi (Singh *et al.* 2013)..

Tabel 4. Pengaruh bakteri endofit dan pupuk terhadap serapan hara NPK tanaman lada umur 11 bulan setelah tanam
Table 4. Effect of endophytic bacteria and fertilizer on nutrient uptake of pepper at 11 months after planting

Perlakuan/ <i>Treatments</i>	Tanpa pupuk/ <i>without fertilizer</i> (P0)	25% pupuk rekomendasi/ <i>recommended</i> <i>fertilizer</i> (P1)	50% pupuk rekomendasi/ <i>recommended</i> <i>fertilizer</i> (P2)	75% pupuk rekomendasi/ <i>recommended</i> <i>fertilizer</i> (P3)
N (g/tanaman)/(g/plant)				
Tanpa bakteri/ <i>without bacteria</i> (B0)	0,20 a	0,46 cd	0,36 bcd	0,41 cd
Bakteri endofit tunggal/ <i>Single endophytic bacteria</i> (B1)	0,27 ab	0,34 bcd	0,47 de	0,44 cd
Kombinasi bakteri endofit A/ <i>endophytic bacteria A combination</i> (B2)	0,26 ab	0,29 bc	0,42 cd	0,58 e
Kombinasi bakteri endofit B/ <i>endophytic bacteria B combination</i> (B3)	0,37 bcd	0,37 bcd	0,38 bcd	0,28 ab
P (g/tanaman)/(g/plant)				
Tanpa bakteri/ <i>without bacteria</i> (B0)	0,03 a	0,08 d	0,04 ab	0,05 bcd
Bakteri endofit tunggal/ <i>Single endophytic bacteria</i> (B1)	0,03 a	0,05 cd	0,07 cd	0,05 bcd
Kombinasi bakteri endofit A/ <i>endophytic bacteria A combination</i> (B2)	0,04 bc	0,04 ab	0,05 bcd	0,06 bcd
Kombinasi bakteri endofit B/ <i>endophytic bacteria B combination</i> (B3)	0,05 bcd	0,06 cd	0,05 bc	0,04 abc
K (g/tanaman)/(g/plant)				
Tanpa bakteri/ <i>without bacteria</i> (B0)	0,70 ab	1,55 de	0,81 abc	1,00 bcd
Bakteri endofit tunggal/ <i>Single endophytic bacteria</i> (B1)	1,01 abcd	0,87 abc	0,90 abc	1,35 cd
Kombinasi bakteri endofit A/ <i>endophytic bacteria A combination</i> (B2)	0,71 ab	0,60 a	1,18 bcd	1,70 e
Kombinasi bakteri endofit B/ <i>endophytic bacteria B combination</i> (B3)	0,80 abc	1,33 cde	1,04 abcd	1,09 bcd

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada satu kolom atau baris yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji DMRT.

Note : Means within any row or column followed by the same letter were not significantly different at DMRT 5%.

Secara umum bakteri endofit dapat membantu dalam mengefisienkan pemupukan NPK pada tanaman lada umur 11 BST. Hasil tersebut memberikan indikasi awal yang cukup baik terhadap respon pertumbuhan tanaman lada. Namun demikian diperlukan pengujian lebih lanjut hingga tanaman lada berproduksi pada umur 3 tahun, untuk mengetahui peranan bakteri endofit pada produksi buah lada.

KESIMPULAN

Terdapat interaksi antara bakteri endofit dan pupuk terhadap peningkatan pertumbuhan, dan serapan hara NPK pada tanaman lada berumur 11 bulan setelah tanam. Pemberian bakteri endofit dapat meningkatkan pertumbuhan 19,5% (tinggi tanaman), 34,3% (jumlah ruas), dan 16,8% (jumlah cabang) pada kombinasi bakteri endofit B1 dan 75% rekomendasi pupuk NPK. Kombinasi perlakuan bakteri endofit B2 dan 75% rekomendasi pupuk NPK memberikan bobot biomassa dan serapan hara tertinggi. Bakteri endofit dapat berfungsi sebagai pupuk hayati dan berperan mengefisienkan penggunaan pupuk buatan untuk mendukung pertanian berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat yang telah mendanai melalui DIPA APBN tahun 2018 dan Bapak Sunaryo yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Baca, B.E. & Elmerich, C. (2007) Microbial Production of Plant Hormones. In: Elmerich, C. & Newton, W. (eds.) *Associative and Endophytic Nitrogen-Fixing Bacteria and Cyanobacterial Associations*. Springer, pp.113–143.
- Banik, A., Mukhopadhyaya, S.K. & Dangar, T.K. (2016) Characterization of N₂-fixing plant growth-promoting endophytic and epiphytic bacterial community of Indian cultivated and wild rice (*Oryza* Spp.) genotypes. *Planta*. [Online] 243 (3), Springer Berlin Heidelberg, 799–812. Available from: doi:10.1007/s00425-015-2444-8.
- Ditjenbun (2017) *Statistik Perkebunan Indonesia 2015-2017. Lada*. Hendaryati, D.D. & Arianto, Y. (eds.) Jakarta, Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Fulchieri, M., Lucangeli, C. & Bottini, R. (1993) Inoculation with *Azospirillum lipoferum* Affects Growth and Gibberellin Status of Corn Seedling Roots. *Plant and Cell Physiology*. 34 (8), Oxford University Press, 1305–1309.
- Gusmaini, Aziz, S.A., Munif, A., Sopandie, D. & Bermawie, N. (2013) Isolation and selection of endophytic bacteria consortia from medicinal plant (*Andrographis paniculata*) as plant growth promoting agents. *Journal of Agronomy*. 12 (3), 113–121.
- Gusmaini & Kartikawati, A. (2015) Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit Berasal dari Tanaman Lada Bangka. In: Gusmaini, Bermawie, N., Rizal, M., Wahyuno, D., Pribadi, E.R. & Nurhayati, H. (eds.) *Prosiding Seminar Teknologi Cengkeh, Lada dan Pala*. Bogor, IAARD Press, pp.159–168.
- Gusmaini, Sopandie, D., Azis, S.A., Abdul Munif, D. & Bermawie, N. (2016) Utilizing endophytic bacteria and phosphate for growth and yield of *Andrographis paniculata*. *Jurnal Littri*. 22 (3), 151–157.
- Hardjowigeno, S. (2007) *Ilmu Tanah*. Jakarta, Akademika Pressindo.
- Harjoso, T. & Purwantono, A.S.D. (2002) Pemanfaatan Tanah Podzolik Merah Kuning Melalui Pemberian Pupuk Kandang dan EM4 bagi Program Pengembangan Baby Corn. *Pembangunan Pedesaan*. 2 (2), 27–33.
- Hayman, D.S. (1975) *Occurrence of Mycorrhiza in Crops as Affected by Soil Fertility*. In: Sanders, F.E., Mosse, B. & Tinker, P.B. (eds.) *Endomycorrhizas*. London, Academic Press, pp.495–509.
- Hidayati, U., Chaniago, I.A. & Munif, A. (2014) The Potency of mixed culture of endophytic bacteria as plant growth-promoting for rubber rootstock growth. *Indonesian J. Nat. Rubb. Res*. 32 (2), 129–138.
- Jipelos, J.M. (1989) Uptake of Nitrogen from Urea Fertiliser for Rice and Oil Palm—the Malaysian Experience. *Nutrient Management for Food Crop Production in Tropical Farming Systems*. Institute for Soil Fertility, 187–203.
- Kartikawati, A. & Gusmaini (2018) Potensi bakteri endofit yang diisolasi dari tanaman jahe merah

- untuk memacu pertumbuhan benih lada. *Bul Littro*. 29 (1), 37–46.
- Liu, T.Z., Zhang, J.M., Mao, Z.W. & Li, R.J. (2016) Influence of endophytic diazotroph and nitrogen fertilization on the growth and turf quality of ‘TifEagle’ Bermudagrass. *European Journal of Horticultural Science*. 81 (4), 227–233.
- Mardad, I., Serrano, A. & Soukri, A. (2013) Solubilization of inorganic phosphate and production of organic acids by bacteria isolated from a moroccan mineral phosphate deposit. *African Journal of Microbiology Research*. [Online] 7 (8), 626–635. Available from: doi:10.5897/AJMR12.1431.
- Nath, R., Sharma, G.D. & Barooah, M. (2012) Efficiency of tricalcium phosphate solubilization by two different endophytic *Penicillium* sp . Isolated from Tea (*Camellia sinensis* L.). *European Journal of Experimental Biology*. 2 (4), 1354–1358.
- Ngamau, C.N., Matiru, V.N., Tani, A. & Wangiri, C. (2012) Isolation and identification of endophytic bacteria of bananas (*Musa* spp.) in Kenya and their potential as biofertilizers for sustainable banana production. *African Journal of Microbiology Research*. [Online] 6 (34), 6414–6422. Available from: doi:10.5897/AJMR12.1170.
- Nosrati, R., Owlia, P., Sadari, H., Rasooli, I. & Malboobi, M.A. (2014) Phosphate solubilization characteristics of efficient nitrogen-fixing soil azotobacter strains. *Iranian Journal of Microbiology*. 6 (4), 285–295.
- Nursyamsi, D., Soepandi, D., Erfandi, S. & Widjaja, I.P.G. (1995) *Penggunaan Bahan Organik, Pupuk P dan K untuk Peningkatan Produktivitas Tanah Podsolik*. Risalah Seminar.
- Puri, A., Padda, K.P. & Chanway, C.P. (2018) Nitrogen-fixation by endophytic bacteria in agricultural crops: recent advances. In: Amanullah, K. (ed.) *Nitrogen in Agriculture - Updates*. IntechOpen, pp.73–94.
- Saito, A. & Minamisawa, K. (2006) Evaluation of the nitrogen-fixing ability of endophytic clostridia based on acetylene reduction and reverse transcription-PCR targeting the nifH transcript and ribosomal RNA. *Microbes and Environments*. [Online] 21 (1), 23–35. Available from: doi:10.1264/jsme2.21.23.
- Santi, C., Bogusz, D. & Franche, C. (2013) Biological nitrogen fixation in non-legume plants. *Annals of Botany*. 111 (5), Oxford University Press, 743–767.
- Setiawati, M.R., Arief, D.H., Suryatmana, P. & Hudaya, R. (2008) Aplikasi Bakteri Endofitik Penambat N₂ untuk Meningkatkan Populasi Bakteri Endofitik dan Hasil Tanaman Padi Sawah. *Jurnal Agrikultura*. 19 (3), 13–19.
- Silveira, A.P.D. da, Sala, V.M.R., Cardoso, E.J.B.N., Labanca, E.G. & Cipriano, M.A.P. (2016) Nitrogen metabolism and growth of wheat plant under diazotrophic endophytic bacteria inoculation. *Applied Soil Ecology*. [Online] 107, Elsevier B.V., 313–319. Available from: doi:10.1016/j.apsoil.2016.07.005.
- Singh, R.K., Malik, N. & Singh, S. (2013) Improved nutrient use efficiency increases plant growth of rice with the use of IAA-overproducing strains of endophytic burkholderia cepacia Strain RRE25. *Microbial Ecology*. 66 (2), Springer, 375–384.
- Uchida, R. (2000) Essential Nutrients for Plant Growth: Nutrient Functions and Deficiency Symptoms. In: Silva, J.A. & Uchida, R. (eds.) *Plant Nutrient Management in Hawaii's Soils, Approaches for Tropical and Subtropical Agriculture*. College of Tropical Agriculture and Human Resources, Hawaii University, pp.31–55.
- Waard, D.P.W.F. (1969) *Foliar Diagnosis, Nutrition and Yield Stability of Black Pepper (Piper nigrum L.) in Sarawak*. Wageningen University.
- White, P.J. & Brown, P.H. (2010) Plant nutrition for sustainable development and global health. *Annals of Botany*. [Online] 102, 1073–1080. Available from: doi:10.1093/aob/mcq085.
- Zaubin, R., Hidayat, A. & Sesda, M. (1995) Effect of NPK composition growth and health of black pepper. *Jour. Spice and Med. Crop*. 3, 51–55.