

PENGARUH FORMULA PUPUK HAYATI TERHADAP KADAR N-TOTAL, SERAPAN P, DAN PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG

Taufiq Bachtiar*, Ania Citraresmini dan Sudono Slamet

Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi

Badan Tenaga Nuklir Nasional.

Jln. Lebak Bulus Raya Pasar Jumat. Kotak Pos 7002. JKSKL. Jakarta. 12070.

Telepon. 021-7690709 ext 226. Fax. 021-7513270.

*E-mail: taufiqb@batan.go.id

Diterima: 17/10/2017

Direvisi: 22/11/2017

Disetujui: 31/12/2017

ABSTRAK

Penggunaan pupuk hayati untuk meningkatkan tanaman harus terus ditingkatkan untuk mengurangi penggunaan pupuk kimia. Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Jonggol, Bogor, Jawa Barat dari bulan Oktober 2010 sampai Maret 2011. Tujuan dari penelitian ini adalah menguji efektivitas pupuk hayati untuk produksi jagung (*Zea mays* L.) juga untuk mengetahui pengaruhnya pada Nitrogen dan P tanaman. Rancangan Acak Kelompok (RAK) digunakan dalam penelitian ini dengan enam perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan yang diberikan adalah: K = kontrol tanpa pupuk kimia dan tanpa inokulasi; R = pupuk rekomendasi (NPK) tanpa diinokulasi; A = diinokulasi dengan *Azotobacter vinelandii* + pupuk $\frac{1}{2}$ NPK; B = diinokulasi dengan *Bacillus cereus* + $\frac{1}{2}$ NPK; C = diinokulasi dengan *Bacillus megantherium* + $\frac{1}{2}$ NPK; dan ABC = kombinasi dari *Azotobacter vinelandii* + *Bacillus cereus* + *Bacillus megantherium* + $\frac{1}{2}$ NPK. Bahan pembawa berupa gambut telah diradiasi dengan sinar gamma pada dosis 50 kGy. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati ABC memberikan hasil tertinggi terhadap serapan N, serapan P, tinggi tanaman, dan berat kering tongkol jagung.

Kata kunci: *Azotobacter vinelandii*, *Bacillus cereus*, *Bacillus megantherium*, pelarut fosfat, penambat nitrogen

THE EFFECT OF FERTILIZER FORMULA ON N-TOTAL, UPTAKE P, AND CORN PLANT GROWTH

ABSTRACT

*The application of biofertilizers on sub-optimal land to improve crops has to be increased to reduce chemical fertilizers. The study was conducted in District Jonggol Bogor West Java from October 2010 to March 2011. The objectives of these research were to test the effectiveness of isolates for corn (*Zea mays* L.) production and to investigate the influence of each isolates on total Nitrogen and P uptake for the plant. Randomized Block Design (RBD) was used in this experiment with six treatments and three replicates. The Treatment were: K = control without NPK fertilizer and uninoculated; R = Full chemical fertilizer (NPK) without inoculated; A = inoculated with *Azotobacter vinelandii* + $\frac{1}{2}$ NPK fertilizer; B = inoculated with *Bacillus cereus* + $\frac{1}{2}$ NPK fertilizer, C = inoculated with *Bacillus megantherium* + $\frac{1}{2}$ NPK fertilizer; and ABC = combination of A + B + C + $\frac{1}{2}$ NPK fertilizer. Peat Carrier has been irradiated*

with gamma rays at a dose of 50 kGy. The result showed that application of ABC gave the highest results on N, P Uptake, plant height, and dry weight of corn cobs.

Keywords: *Azotobacter vinelandii, Bacillus cereus, Bacillus megantherium, nitrogen fixers, phosphate solubilizer*

PENDAHULUAN

Fosfor dan nitrogen merupakan unsur-unsur makro yang menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan tanaman. Tanah-tanah tropis seperti yang terdapat di Indonesia banyak mengalami keterbatasan dalam penyediaan P dan N karena faktor pencucian, pengikatan oleh mineral tanah, dan penguapan bagi tanaman oleh karena itu penambahan unsur N dan P dalam bentuk pupuk anorganik merupakan suatu keharusan guna meningkatkan produksi tanaman. Namun pemberian pupuk P dan N dalam bentuk pupuk anorganik pada tanah pertanian seringkali tidak efektif, hal ini dikarenakan unsur P yang disediakan pupuk anorganik segera diikat oleh Fe, Al, dan Ca dalam bentuk senyawa sukar larut sedangkan unsur N merupakan unsur yang mudah tercuci dan menguap sehingga akar tanaman tidak dapat sempat memanfaatkannya.

Praktek pertanian konvensional yang menuntut hasil yang tinggi dan kualitas yang baik memerlukan penggunaan pupuk kimia secara intensif. Hal ini memerlukan biaya yang mahal dan memiliki efek polusi yang tinggi (Orhan *et al.*, 2006). Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menekan pencemaran lingkungan namun juga dengan tidak mengurangi hasil adalah dengan memanfaatkan mikroba-mikroba menguntungkan dari dalam tanah. Mikroba-mikroba ini dapat menghasilkan hormon pemacu pertumbuhan tanaman, menambat nitrogen di udara serta mampu melarutkan P dalam tanah. Mikroba pemacu tumbuh (PGPR) adalah kelompok bakteri heterogen yang dapat ditemukan dalam rhizosfer, pada permukaan akar dan berhubungan dengan

akar, yang dapat meningkatkan kualitas pertumbuhan tanaman, baik secara langsung maupun tidak langsung (Ahmad *et al.*, 2008).

Menurut Hindersah *et al.* (2001) *Azotobacter* adalah spesies rhizobakteri yang telah dikenal sebagai agen biologis pemfiksasi dinitrogen, diazotrof, yang mengkonversi dinitrogen ke amonium melalui reduksi elektron dan protonasi gas dinitrogen. Untuk menghindari penurunan kesehatan tanah akibat adanya input bahan kimia, diperlukan input biologis berupa rhizobakteri. Selain *Azotobacter*, di dalam tanah banyak bakteri yang mempunyai kemampuan melepas P dari ikatan Fe, Al, Ca dan Mg sehingga P yang tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman (Subba-Rao, 1982). Inokulasi secara bersama-sama antara bakteri penambat N di udara dengan bakteri pelarut fosfat lebih efektif dalam menyediakan unsur hara secara seimbang bagi tanaman (Belimov *et al.*, 1995). Pengaruh langsung dari PGPR mengacu pada produksi zat pengatur tumbuh seperti *indoleacetic acid* (IAA), asam giberelat, sitokinin dan etilen (Zahir *et al.*, 2003), menyediakan tanaman unsur hara nitrogen (Zhang *et al.*, 1996) atau pelarutan senyawa fosfor dalam tanah (de Freitas *et al.*, 1997; Rodríguez dan Fraga, 1999) sehingga dapat dimanfaatkan tanaman.

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu tanaman tertua dan dibudidayakan di banyak daerah di dunia. Inokulasi jagung dengan bakteri penambat N dan pelarut fosfat telah terbukti meningkatkan hasil panen (Wu *et al.*, 2005; Mehnaz *et al.*, 2010). Pada saat ini, sejumlah besar spesies bakteri sebagian besar terkait dengan rizosfer tanaman termasuk jagung,

telah diuji dan ditemukan bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman, hasil dan kualitas panen. Mikroba-mikroba tersebut termasuk strain dalam genus *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Beijerinckia*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Rhizobium* dan *Serratia* (Rodriguez dan Fraga, 1999; Sturz dan Nowak, 2000; Sudhakar *et al.*, 2000).

Pemanfaatan mikroba-mikroba tanah pada tanaman jagung masih sedikit dilaporkan, padahal tanaman jagung merupakan tanaman penghasil karbohidrat kedua di Indonesia setelah padi. Pemanfaatan rhizobakteri dalam produksi pertanian tergantung pada pengetahuan tentang interaksi bakteri-tanaman dan kemampuan untuk mempertahankan, memanipulasi dan memodifikasi bakteri menguntungkan dalam kondisi populasi lapangan (Hammer *et al.*, 1999). Aplikasi pupuk hayati penambat N dan pemacu pertumbuhan tanaman seperti *Azotobacter*, *Bacillus cereus*, atau mikroba pelarut fosfat seperti *Bacillus megantherium* yang disertai dengan pemupukan anorganik merupakan upaya dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara N dan P dalam tanah yang diharapkan mampu meningkatkan hasil produksi tanaman jagung. Penelitian ini bertujuan untuk menguji biakan *A. vinelandii*, *B. cereus*, dan *B. megantherium* yang efektif serta efisien dalam meningkatkan ketersediaan, serapan hara serta hasil produksi tanaman jagung.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2010 sampai Maret 2011 di lahan bekas sawah di Kecamatan Jonggol Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu timbangan analitik, pH meter, *laminair airflow*, inkubator, *autoclave*, saringan tanah, sentrifus, tabung sentrifus, dan peralatan yang digunakan untuk budidaya

tanaman jagung. Bahan yang digunakan yaitu isolat *A. vinelandii*; *B. cereus*; *B. megantherium*; (koleksi dari lab. Kelompok Tanah dan Nutrisi Tanaman PATIR BATAN); SP-36; pupuk dasar (urea dan KCl); benih jagung (BISI tongbes); medium *Nutrien Broth* (NB); medium *Pikovskaya*; larutan garam fisiologis 0.85%; HNO₃ p.a.; (NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O; NH₄VO₃; standar induk 100 ppm PO₄; HCl; H₂SO₄; dan *Ascorbid Acid*.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari enam perlakuan, yang diulang sebanyak tiga kali, sehingga terdapat 18 petak percobaan. Adapun perlakuan tersebut antara lain: K= Kontrol, R= NPK, A= *A. vinelandii* + 1/2 NPK, B= *B. cereus* + 1/2 NPK, C= *B. megantherium* + 1/2 NPK, dan ABC= (A+B+C) + 1/2 NPK. Pengujian perbedaan antar perlakuan menggunakan Uji Fisher pada taraf kepercayaan 5%, sedangkan untuk menguji perbedaan nilai rata-rata diuji dengan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5% (Gomez dan Gomez, 1995). Tiga isolat (*A. vinelandii*, *B. cereus* dan *B. megantherium*) masing-masing diremajakan kemudian diinkubasi 7 hari dan dipindahkan ke dalam tabung yang berisi 5 mL Nutrien Agar miring baru kemudian masing-masing diperbanyak dalam erlenmeyer berisi medium cair NB 500 mL. Inokulan cair dalam erlenmeyer tersebut digojok (*shaker*) dengan kecepatan 120 rpm selama 3 hari (populasi bakteri telah mencapai $\pm 10^7 - 10^9$ sel per mL) (FNCA Biofertilizer Project Group, 2006).

Sebanyak 20 mL inokulan cair dari masing-masing isolat, yaitu *A. vinelandii* (A), *B. Cereus* (B), dan *B. megaterium* (C) disuntikkan ke dalam plastik yang berisi bahan pembawa (*carier*) berupa gambut halus 50 g yang telah disterilisasi dengan menggunakan radiasi gamma dengan dosis 50 kGy (berat blotong 40 g) (FNCA Biofertilizer Project Group, 2006).

Kemasan tersebut masing-masing menjadi inokulan dengan kode A, B, C, dan ABC. Setelah Inokulan tersebut diinkubasi selama 5 – 7 hari pada temperatur ruang, maka inokulan tersebut siap diinokulasikan ke tanaman jagung. Penanaman dilakukan di lahan bekas sawah yang telah dikeringkan dan dibersihkan dari gulma. Setelah bersih dilakukan pengolahan tanah dilanjutkan dengan cara dicangkul sedalam lapisan olah tanah (0 – 30 cm), lalu dibuat petakan percobaan dengan ukuran 4 m x 4 m sebanyak 18 petakan (6 perlakuan x 3 ulangan). Jarak tanam tanaman jagung adalah 75 cm x 30 cm. Setelah petak percobaan selesai, dibuat saluran drainase yang mengelilingi petak percobaan dengan kedalaman 30 cm dan lebar 50 cm. Adapun analisis tanah awal di Lab Tanah BBSDL (2010) asal jonggol memiliki presentasi Pasir:Debu:Liat = 18:46:36; pH (H₂O) = 5.4; pH KCl = 4.6; Karbon (C) = 1.17%; N total = 0.11%; C/N=11; P₂O₅ potensial = 71 mg per 100 g; K₂O potensial 14 mg per 100 g; P₂O₅ tersedia = 19.4 ppm; K₂O tersedia = 59 ppm; Kapasitas Tukar Kation (KTK) = 19.49.

Sebelum ditanam benih terlebih dahulu direndam dalam air dan masing-masing lubang tanam ditanami 3 benih jagung manis BISI yang kemudian diberi inokulan dengan kode A, B, C, ABC, kecuali K= Kontrol dan R= rekomendasi. Inokulan diberikan sesuai dengan perlakuan yang telah ditentukan dengan cara menyelimuti biji jagung dengan inokulan yang telah diberi campuran perekat. Pemupukan pupuk dasar rekomendasi diberikan bersamaan dengan waktu tanam sedangkan inokulan diberikan setelah tanaman jagung berumur 7 hari setelah tanam. Pemupukan KCl dan SP-36 diberikan bersamaan dengan waktu tanam dengan dosis 100 kg/ha K₂O dan 100 kg/ha P₂O₅. Pupuk urea diberikan 2 kali dengan dosis 300 kg/ha Urea yaitu $\frac{1}{3}$ bagian pada waktu tanam dan $\frac{2}{3}$ bagian lagi pada waktu jagung berumur 35 hari setelah tanam (HST). Parameter yang

diamati meliputi parameter agronomis tinggi tanaman, berat kering tanaman, berat kering tongkol, rata-rata jumlah tongkol, rata-rata bobot 100 butir, rata-rata jumlah baris per tongkol, N-total tanaman dengan metode Kjeldahl dan serapan P tanaman dengan metode kalorimetri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

N Total Tanaman Jagung

Hasil analisis data statistik menunjukkan bahwa perlakuan pupuk hayati baik tunggal maupun multistrain memberikan efek positif terhadap kadar N-total tanaman. Nilai dari N-total yang diberi perlakuan pupuk hayati lebih tinggi dari perlakuan pupuk rekomendasi (Tabel 1).

Tabel 1. Nilai rata-rata kadar N total tanaman jagung yang diinokulasi dengan perlakuan pupuk hayati.

Perlakuan	Kadar N-Total Tanaman (%)
K = kontrol	3,27 a
R = rekomendasi NPK	3,31 b
A = <i>A. Vinelandii</i> + $\frac{1}{2}$ rekomendasi NPK	3,32 c
B = <i>B. cereus</i> + $\frac{1}{2}$ rekomendasi NPK	3,39 d
C = <i>B. megantherium</i> + $\frac{1}{2}$ rekomendasi NPK	3,41 e
ABC = <i>A. Vinelandii</i> + <i>B. cereus</i> + <i>B. Megantherium</i> + $\frac{1}{2}$ rekomendasi NPK	4,02 f

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata (P = 0.05).

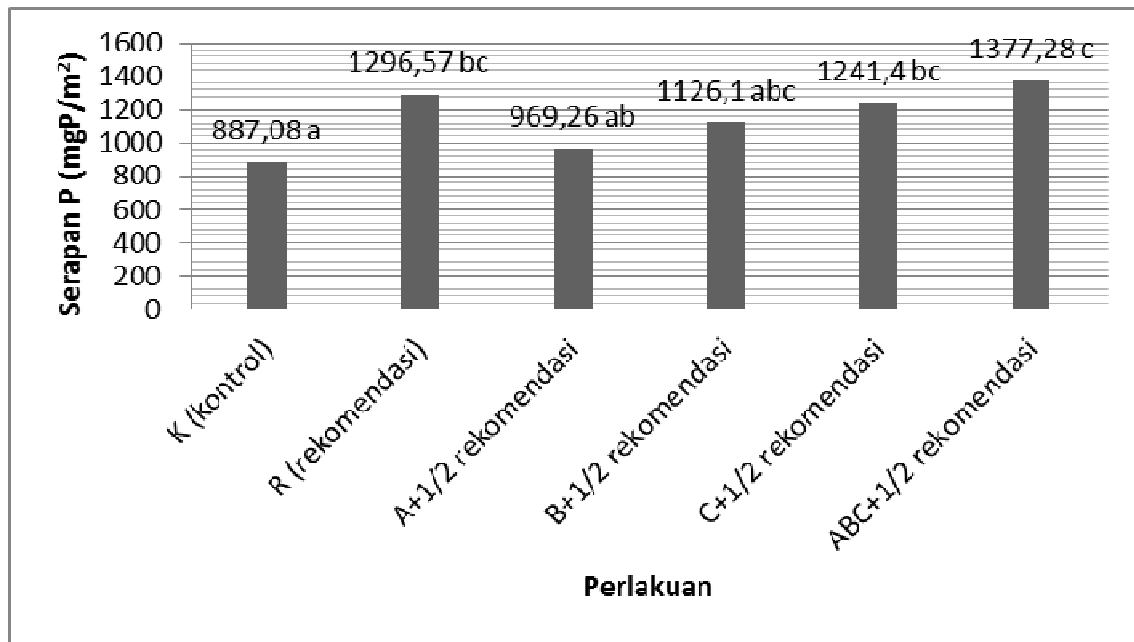
Telah diungkapkan dalam banyak penelitian bahwa inokulasi bakteri pemacu pertumbuhan tanaman (PGPR) dapat meningkatkan hasil tanaman, serapan N dan sejumlah elemen pertumbuhan lainnya (Sheng dan He, 2006; Glick *et al.*,

2007). Pertumbuhan akar yang baik menyebabkan pengambilan unsur hara yang terikat pada koloid tanah menjadi lebih optimal sehingga pada akhirnya akan meningkatkan kadar nitrogen total pada jaringan tanaman.

Serapan P tanaman Jagung

Menurut hasil statistik terlihat bahwa pemberian pupuk hayati multistrain disertai dengan pupuk $\frac{1}{2}$ rekomendasi memberikan pengaruh yang nyata bila dibandingkan dengan kontrol (Gambar 1). Peningkatan serapan P total tanaman 55.26 % dari kontrol dan 6.22% dari pemberian pupuk rekomendasi. Hal ini

sesuai dengan penelitian Wu *et al.* (2005) yang melaporkan bahwa inokulum *B. megaterium* dan *B. mucilaginous* tidak hanya meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung, tetapi juga meningkatkan asimilasi hara tanaman P. Hal yang sama juga diungkapkan oleh Amer *et al.* (2010) dalam penelitiannya yang menyatakan bahwa serapan P *Phaseolus vulgaris* L. yang diinokulasi dengan *B. subtilis* dan *P. fluorescens* meningkat sekitar 97% jika dibandingkan dengan kontrol. Selain memacu pertumbuhan melalui produksi hormon kemampuan bakteri dalam melarutkan fosfat juga diduga menjadi penyebab meningkatnya serapan P pada tanaman.



Gambar 1. Grafik batang serapan P tanaman akibat pemberian pupuk hayati. Grafik batang yang ditandai dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf kepercayaan $\alpha = 5\%$.

Pertumbuhan Tanaman

Hasil analisis data statistik tinggi tanaman menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi pupuk hayati single strain maupun multi-strain yang disertai dengan penambahan $\frac{1}{2}$ pupuk rekomendasi berbeda nyata dalam meningkatkan tinggi tanaman bila dibandingkan dengan kontrol, sedangkan apabila dibandingkan dengan perlakuan pupuk rekomendasi

penuhi (R) pengaruhnya tidak berbeda nyata. Peningkatan terhadap tinggi tanaman yang paling besar diperoleh oleh perlakuan pupuk hayati multistrain (ABC) yaitu sebanyak 14.33%. respon peningkatan ini diduga berkaitan dengan dihasilkannya faktor tumbuh oleh bakteri *A. vinelandii*. Egamberdiyeva (2007), melaporkan bahwa IAA dan enzim nitrogenase yang dihasilkan dari mikroorganisme terbukti meningkatkan

bobot kering dan pengambilan hara tanaman jagung.

Pada Tabel 2, terlihat bahwa berat kering tanaman (BKT) yang paling besar diperoleh oleh perlakuan pupuk rekomendasi dengan berat 953.33 g/m² atau meningkat 148.37% dari kontrol, namun perlakuan A, B, C, dan multistrain ABC juga menunjukkan hasil yang berbeda nyata bila dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan *A. vinelandii* (A) memberikan pengaruh yang signifikan yaitu meningkat 70.64% bila dibandingkan dengan kontrol (K), namun nilainya lebih rendah jika dibandingkan perlakuan *B. cereus* (B)

86.02%, *B. megantherium* (C) 116.75% dan Multistrain (ABC) 122.58%. Pemberian inokulan mikroba berpengaruh secara nyata dalam meningkatkan berat kering tongkol tanaman jagung (BKTG). Perlakuan inokulan A mampu meningkatkan berat kering tongkol jagung sebesar 5.78%, sedangkan perlakuan inokulan B mampu meningkatkan sebesar 39.76% dan perlakuan C mampu meningkatkan sebesar 58.03% bila dibandingkan dengan kontrol. Berat kering tongkol jagung (BKTG) tertinggi diperoleh oleh perlakuan pemberian pupuk hayati multistrain (ABC) yaitu 720 g/m² atau meningkat 83.52%.

Tabel 2. Nilai rata-rata Tinggi Tanaman (TT), Berat kering tanaman (BKT), dan berat kering tongkol (BKTG) tanaman jagung yang diinokulasi dengan perlakuan pupuk hayati.

Perlakuan	TT (cm)	BKT (g/m ²)	BKTG (g/m ²)
K = kontrol	161,61 a	383,83 a	392,33 a
R = rekomendasi NPK	181,19 b	953,33 c	583,33 cd
A = <i>A. Vinelandii</i> + ½ rekomendasi NPK	181,19 b	654,99 b	415,00 ab
B = <i>B. cereus</i> + ½ rekomendasi NPK	180,79 b	714,00 bc	548,33 bc
C = <i>B. megantherium</i> + ½ rekomendasi NPK	183,34 b	831,95 bc	620,00 cd
ABC = <i>A. Vinelandii</i> + <i>B. cereus</i> + <i>B. megantherium</i> + ½ rekomendasi NPK	185,24 b	854,33 bc	720,00 d

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata (P = 0.05).

Meningkatnya berat kering tanaman (BKT) dan berat kering tongkol jagung (BKTG) diduga karena tersedianya hara dan kehadiran mikroorganisme, N yang ditambat oleh bakteri segera dimanfaatkan tanaman dan secara tidak langsung merangsang pertumbuhan akar. Akar yang menembus tanah pada bagian tudung akar akan mengeluarkan polisakarida yang berfungsi untuk melumasi akar (Salisbury dan Ross, 1995) dan sumber energi bagi mikroorganisme untuk memperbanyak diri dan menghasilkan hormon tumbuh (Hindersah, 2001). Akar yang terus memanjang akan menyerap unsur-unsur hara di dalam tanah dan meneruskannya untuk pertumbuhan tanaman jagung sehingga berat tanaman jagung (BKT) dan

berat kering tongkol jagung (BKTG) pun meningkat.

Hasil analisis data statistik pada Tabel 3. menunjukkan bahwa semua perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda nyata dalam meningkatkan jumlah tongkol bila dibandingkan dengan kontrol, sedangkan apabila dibandingkan antara sesama perlakuan dengan perlakuan pupuk rekomendasi penuh (R) pengaruhnya tidak berbeda nyata. Pengaruh perlakuan juga memberikan dampak yang positif terhadap bobot 100 butir jagung bila dibandingkan dengan kontrol, kecuali pada perlakuan A yang hasilnya tidak berpengaruh nyata. Pengaruh pemberian pupuk hayati juga diperlihatkan pada parameter jumlah baris

per tongkol. Perlakuan ABC memberikan nilai yang paling tinggi pada rata-rata baris per tongkol yaitu sebanyak 14.26 baris per tongkol. Yazdani *et al.* (2009) melaporkan bahwa inokulasi bakteri

rhizobacteria terbukti efisien digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil biji tanaman jagung, meningkatkan ketersediaan hara N, dan mengurangi kehilangan N karena pencucian.

Tabel 3. Nilai hasil rata-rata jumlah tongkol (JT), bobot 100 butir (B100), dan jumlah baris per tongkol (JBT) tanaman jagung yang diinokulasi dengan perlakuan pupuk hayati.

Perlakuan	JT	B100 (g per 100 butir)	JBT
K = kontrol	11,71 a	7,25 a	13,43 ab
R = rekomendasi NPK	13,39 b	12,87 c	13,02 ab
A = <i>A. Vinelandii</i> + ½ rekomendasi NPK	13,05 b	9,96 a	12,24 a
B = <i>B. cereus</i> + ½ rekomendasi NPK	13,25 b	10,24 b	14,09 b
C = <i>B. megantherium</i> + ½ rekomendasi NPK	13,44 b	10,57 b	13,97 b
ABC = <i>A. Vinelandii</i> + <i>B. cereus</i> + <i>B. megantherium</i> + ½ rekomendasi NPK	13,54 b	10,40 b	14,24 b

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata (P = 0.05).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa pupuk hayati multistrain dengan formula ABC disertai dengan penambahan pupuk ½ rekomendasi dapat meningkatkan N total sebesar 22.93%, serapan P sebesar 55.26%, tinggi tanaman sebesar 14.62%, berat kering tanaman sebesar 122.58%, dan berat kering tongkol sebesar 83.52% bila dibandingkan dengan kontrol. Pemberian pupuk hayati multistrain mampu menurunkan penggunaan pupuk kimia rekomendasi dan hasilnya lebih tinggi jika dibandingkan dengan pemberian pupuk hayati single strain.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, F., I. Ahmad, dan M.S. Khan. 2008. *Screening of Free-Living Rhizospheric Bacteria for Their Multiple Plant Growth Promoting Activities*. Microbiol. Res., Vol. 163 (2): 173 – 181.

Amer, M.A., I.I.A. Abou El Seoud, M.R. Rasmy dan M. Manar. 2010. *Biological Control of Sclerotinia sclerotiorum, the Sasual Agent of White Basal Rot*

Disease of Beans (Phaseolus vulgaris L.). Alex. Sci. Exch. J., Vol. 30 (4): 334 – 339.

Belimov, A.A., A.P. Kojemiakov dan C.V. Chuvarliyeva. 1995. *Interaction Between Barley and Mixed Cultures of Nitrogen Fixing and Phosphate-Solubilizing Bacteria*. Plant Soil, Vol. 173 (1): 29 – 37.

de Freitas, J.R., M.R. Banerjee dan J.J. Germida. 1997. *Phosphate-solubilizing Rhizobacteria Enhance the Growth and Yield but Not Phosphorus Uptake of Canola (Brassica napus L.)*. Biology and Fertility of Soils, Vol. 24 (4): 358 – 364.

Egamberdiyeva, D. 2007. *The Effect of PGPR on Growth and Nutrient Uptake of Maize in Two Different Soils*. Applied Soil Ecology, Vol. 36 (1): 184 – 189. 10.1016/j.apsoil.2007.02.005.

FNCA Biofertilizer Project Group. 2006. *Biofertilizer manual*. Published by Japan Atomic Industrial Forum. Tokyo. Japan.

Glick, B.R., B. Todorovic, J. Czarny, Z. Cheng, J. Duan, dan B. McConkey. 2007. *Promotion of Plant Growth by Bacterial ACC Deaminase*. Journal

- Critical Reviews in Plant Sciences, Vol. 26 (5-6): 227 – 242.
- Gomez K.A., dan Gomez, A.A. 1995. *Prosedur Statistik Untuk Penelitian Pertanian*. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Hammer, K.A., C.F. Carson dan T.V. Riley. 1999. *Antimicrobial Activity of Essential Oils and Other Plant Extracts*. J. Appl. Microbiol., Vol. 86 (6): 985 – 990.
- Hindersah, R., M.R. Setiawati dan B.N. Fitriatin. 2001. *Kontribusi Azotobacter chroococcum dalam Pertumbuhan Kecambah Jagung*. Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Mehnaz, S., T. Kowalik, B. Reynolds, dan G. Lazarovitz. 2010. *Growth Promoting Effects of Corn (Zea mays) Bacterial Isolates Under Greenhouse and Field Conditions*. Soil Biol. Biochem., 42: 1848 – 1856.
- Orhan, E., A. Esitken, S. Ercisli, M. Turan, dan F. Sahin. 2006. *Effects of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Yield, Growth and Nutrient Contents in Organically Growing Raspberry*. Scientia Horticulturae, Vol. 111 (1): 38 – 43.
- Rodriguez, H. dan R. Fraga. 1999. *Phosphate Solubilizing Bacteria and Their Role in Plant Growth Promotion*. Biotechnol. Adv., Vol. 17 (4-5): 319 – 339.
- Salisbury, F.B. dan C.W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan*. Jilid Tiga. ITB. Bandung.
- Sheng, X.F. dan L.Y. He. 2006. *Solubilization of Potassium-bearing Minerals by a Wildtype Strain of Bacillus edaphicus and its Mutants and Increased Potassium Uptake by Wheat*. Can. J. Microbiol., Vol. 52 (1): 66 – 72.
- Sturz, A.V. dan J. Nowak. 2000. *Endophytic Communities of Rhizobacteria and the Strategies Required to Create Yield Enhancing Associations with Crops*. Applied Soil Ecology., Vol. 15 (1): 183 – 190.
- Subba-Rao, N.S. 1982. *Advanced of Agricultural Microbiology*. Oxford and IBH Publishing co. New Delhi. India.
- Sudhakar, P., G.N. Chattopadhyay, S.K. Gangwar dan J.K. Ghosh. 2000. *Effect of Foliar Application of Azotobacter, Azospirillum and Beijerinckia on Leaf Yield and Quality of Mulberry (Morus alba)*. The Journal of Agricultural Science, 134: 227 – 234. 10.1017/S0021859699007376.
- Wu, S.C., Z.H. Cao, Z.G. Li, K.C. Cheung, dan M.H. Wong. 2005. *Effects of Biofertilizer Containing N-fixer, P and K Solubilizers and AM Fungi on Maize Growth: a Greenhouse Trial*. Geoderma, 125: 155 – 166.
- Yazdani, M. A. Bahmanyar, H. Pirdashti dan M.A. Esmaili. 2009. *Effect of Phosphate Solubilization Microorganisms (PSM) and Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Yield and Yield Components of Corn (Zea mays L.)*. Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology, Vol. 3 (7): 90 – 92.
- Zahir, Z., M. Arshad dan W.T. Frankenberger. 2003. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria: Applications and Perspectives In Agriculture*. Advances in Agronomy, Vol. 81: 97-168. 10.1016/S0065-2113(03)81003-9.
- Zhang, F., N. Dashti, R.K. Hynes dan D.L. Smith. 1996. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria and Soybean [Glycine max (L.) Merr.] Nodulation and Nitrogen Fixation at Suboptimal Root Zone Temperatures*. Annals of Botany, Vol. 77 (5): 453 – 460.