

APLIKASI *Bradyrhizobium japonicum* DAN *Aeromonas salmonicida* PADA PENANAMAN KEDELAI DI TANAH ASAM DALAM PERCOBAAN RUMAH KACA

¹Sonya Tobing, ²Nisa Rachmania Mubarik dan ³Triadiati

^{1,2,3}Departemen Biologi FMIPA Institut Pertanian Bogor

Email: nrachmania@ipb.ac.id

ABSTRAK

Kedelai (*Glycine max*) merupakan salah satu tanaman pangan yang dibudidayakan. Kebutuhan kedelai yang selalu meningkat setiap tahun mendorong usaha peningkatan terhadap produksi kedelai. Upaya peningkatan produksi dapat dilakukan dengan menggunakan pupuk hayati dan memanfaatkan lahan yang kurang produktif di Indonesia. Pupuk hayati yang digunakan mengandung isolat *Bradyrhizobium japonicum* sebagai penambat nitrogen dan *Aeromonas salmonicida* sebagai pelarut fosfat. Isolat yang terdapat dalam pupuk hayati diharapkan dapat membantu pertumbuhan kedelai di tanah asam dengan menyediakan unsur nitrogen dan fosfat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian pupuk hayati yang terdiri atas *B. japonicum* (BJ 11 wt) dan *A. salmonicida* pada penanaman kedelai di tanah asam. Tanaman percobaan dibuat dalam empat kelompok, yaitu dengan inokulasi Isolat BJ 11 (wt), PP, BJ 11 ditambah dengan PP, dan tanpa inokulasi (kontrol). Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi *B. japonicum* dan *A. salmonicida* cenderung dapat meningkatkan laju pertumbuhan tanaman, jumlah daun, dan bobot kering akar.

Kata Kunci: *Bradyrhizobium japonicum*, *Aeromonas salmonicida*, Tanah Masam dan Kedelai

ABSTRACT

Soybean (*Glycine max*) is one of cultivated food crops. Since the need of soybean is always increased every year, it needs some efforts to improve soybean production. One of the steps can be done is by using biofertilizer in a less productive land such as acid soil. Biofertilizer that used in this study consist of *Bradyrhizobium japonicum* as nitrogen fixation and *Aeromonas salmonicida* as phosphate solubilizer bacteria (PP). Isolates contained in the biological fertilizer is expected to help the growth of soybean in acid soils by providing elements of nitrogen and phosphate. The aim of this research was to know the effect of using biofertilizer consisted of *B. japonicum* (BJ 11 wt) and *A. salmonicida* (PP) to soybean growth in acid soils. The experiment was arranged with four group treatments that were inoculation with BJ 11 (wt), PP, BJ 11 plus PP, and without inoculation (as control). The results showed that the application of *B. japonicum* and *A. salmonicida* as inoculant mixture tend to increase plant growth, leaf number, and dry root weight.

Keywords: *Bradyrhizobium japonicum*, *Aeromonas salmonicida*, Acid Soil and Soybean

PENDAHULUAN

Pemerintah saat ini berusaha untuk mewujudkan swasembada kedelai baik melalui perluasan areal tanam dan peningkatan produktivitas. Pemupukan ialah salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas kedelai. Pemupukan kedelai membutuhkan nitrogen, fosfat dan kalium, yang selama ini dipenuhi dengan menggunakan pupuk urea dan TSP [1]. Pupuk Urea dan TSP merupakan jenis pupuk kimia yang dapat menyisakan residu pada tanaman dan berbahaya bagi lingkungan sehingga penggunaan pupuk kimia saat ini mulai diganti dengan menggunakan pupuk hayati. Pupuk hayati adalah pupuk yang mengandung inokulan dengan

bahan aktif mikroorganisme hidup yang berfungsi untuk memperbaiki unsur hara dan memfasilitasi ketersediaan hara tanah untuk tanaman [2].

Pupuk hayati yang digunakan pada penelitian ini mengandung 2 jenis bakteri yaitu *Bradyrhizobium japonicum* sebagai penambat nitrogen dan *Aeromonas salmonicida* sebagai bakteri pelarut fosfat (PP). *Bradyrhizobium japonicum* adalah salah satu jenis bakteri bintil akar (BBA) yang berperan penting dalam meningkatkan produktivitas tanaman kedelai secara simbiosis. Bintil akar merupakan proses kompleks yang membutuhkan koordinasi ekspresi kedua gen bakteri dan tanaman. Flavonoid dalam

eksudat akar tanaman menginduksi ekspresi dari gen bintil di *Bradyrhizobium* [3]. Di dalam bintil, BBA mengubah nitrogen menjadi amonia sebagai suplai nitrogen bagi pertumbuhan tanaman [4]. *Bradyrhizobium japonicum* juga menghasilkan lendir dari karbohidrat permukaan sel yang sebagian besar berupa polisakarida ekstraseluler (EPS) dan berfungsi sebagai toleransi terhadap asam [5].

Isolat lain yang digunakan sebagai pupuk hayati adalah *Aeromonas salmonicida* yang digunakan dengan tujuan sebagai bakteri pelarut fosfat. Pada tanah asam, tingkat Al maupun Fe sangat tinggi sehingga P terikat dengan Al maupun Fe [6] sehingga membentuk AlH_2PO_4 maupun FeH_2PO_4 [7]. Peningkatan ketersediaan fosfat bagi tanaman disebabkan oleh adanya bakteri pelarut fosfat yang mereduksi pH substrat dan mensekresikan asam organik yang kemungkinan membentuk khelat dengan kation-kation pengikat P sehingga tersedia P yang dapat diserap tanaman. Namun hingga saat ini belum dapat dijelaskan hubungan antara penurunan pH medium dengan sekresi asam organik sebagai mekanisme pelarutan P [8].

Penelitian ini bertujuan untuk mengamati pengaruh pemberian pupuk hayati yang terdiri atas *Bradyrhizobium japonicum* dan *Aeromonas salmonicida* terhadap pertumbuhan kedelai varietas Tanggamus pada tanah asam di rumah kaca.

METODE PENELITIAN

Bahan

Isolat *B. japonicum* BJ 11 (wt, *wild-type*) adalah galur tipe liar toleran asam dan *A. salmonicida* merupakan koleksi laboratorium Mikrobiologi, Departemen Biologi, FMIPA, IPB. Benih kedelai varietas Tanggamus yang digunakan diperoleh dari Balai Penelitian Biologi dan Genetika Molekuler (Balitbiogen), Cimanggu, Bogor. Tanah asam diambil dari Jasinga, Bogor dengan pH 4,7. Gambut sebagai bahan pembawa diperoleh dari Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia.

Rancangan Percobaan

Percobaan disusun dalam Rancangan Acak lengkap dengan 4 perlakuan, yaitu: 1) tanaman dengan inokulasi Isolat BJ 11; 2) tanaman dengan inokulasi PP; 3) tanaman dengan inokulasi kedua

isolat BJ 11 (wt) dan PP, dan 4) tanaman tanpa inokulasi kedua isolat. Setiap perlakuan dibuat dalam 3 ulangan sehingga terdapat 12 unit percobaan. Data dianalisis secara statistik dengan analisis sidik ragam dan uji lanjutan Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada $p < 0,05$ %.

Peremajaan Isolat dan Penyiapan Inokulan

Isolat *B. japonicum* ditumbuhkan pada media *yeast mannitol agar* (YMA) yang terdiri atas manitol 10 g/L, K_2HPO_4 0,5 g/L, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,2 g/L, NaCl 0,2 g/L, ekstrak khamir 0,5 g/L yang ditambahkan merah kongo sebanyak 0,00025% dan antibiotik rifampisin sebanyak 50 μ g/ml. Inkubasi dilakukan pada suhu ruang selama 7-8 hari. Inokulan dibuat dengan memindahkan isolat hasil peremajaan ke *yeast mannitol broth* (YMB) dan diinkubasi selama 5 hari pada inkubator bergoyang dengan kecepatan 125 rpm. Isolat *A. salmonicida* ditumbuhkan pada media Pikovskaya agar yang terdiri atas glukosa 10g/L, $Ca_3(PO_4)_2$ 5 g/L, $(NH_4)_2SO_4$ 0,5 g/L, KCl 0,2 g/L, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,1 g/L, $FeSO_4$ 25 mg/L, ekstrak khamir 0,5 g/L, $MnSO_4$ 25 mg/L. Inkubasi dilakukan pada suhu ruang selama 24 jam. Inokulan dibuat dengan memindahkan isolat hasil peremajaan ke kaldu Pikovskaya dan diinkubasi selama 24 jam pada inkubator bergoyang dengan kecepatan 125 rpm.

Pembuatan Inokulan

Sebanyak 100 g gambut sebagai bahan pembawa inokulan disterilkan dua kali masing-masing selama 1 jam pada suhu $121^{\circ}C$ dengan tekanan 1 atm dengan selang waktu 1 malam. Gambut tersebut ditambahkan dengan 3% (b/b) gum arab, 5% (b/b) $CaCO_3$ dan 10% (b/b) zeolit. Gambut disterilisasi lagi selama 1 jam kemudian diinokulasi dengan isolat *B. japonicum* dan *A. salmonicida* setelah gambut kembali dingin. Isolat *B. japonicum* dan *A. salmonicida* dalam suspensi dengan kepadatan populasi 10^8 sel/ml diinokulasikan ke dalam bahan pembawa sebanyak 10% suspensi (v/b).

Penanaman

Tanah asam terlebih dahulu dikeringanginkan, disaring/diayak dengan mata saringan berukuran 2 mm. Sebelum ditanam, biji kedelai dibedaki dengan gambut yang telah masing-masing diberi inokulan sesuai dengan

perlakuan sebanyak 0,3 g gambut untuk 30 biji kedelai, dan ditanam pada tanah asam. Setiap polibag berukuran 5 kg yang berisi 5 kg tanah ditanami 5 benih kedelai dan disisakan 3 tanaman yang tumbuh baik pada 14 hari setelah tanam (HST).

Pengamatan Respon Tanaman

Setiap 10 hari dilakukan pengamatan terhadap tinggi tanaman, jumlah trifoliat dan jumlah bunga. Pemanenan dilakukan 45 HST, kemudian dilakukan penghitungan terhadap bintil akar. Selain itu penghitungan terhadap bobot basah (BB) tajuk, bobot kering (BK) tajuk, bobot basah (BB) akar dan bobot kering (BK) akar.

Uji Viabilitas Isolat

Media tanam yang telah ditanami kedelai diambil 5 g dari tiap polibag, diinokulasikan ke dalam tabung reaksi berisi 9 ml larutan garam fisiologis, kemudian dilakukan pengenceran serial. Penghitungan populasi sel dilakukan dengan metode cawan hitung. Uji viabilitas sel dilakukan pada saat tanaman berumur 30 HST.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peremajaan Isolat

Isolat BJ 11 (wt) mampu ditumbuhkan pada media *yeast mannitol agar* (YMA) yang ditambahkan merah kongo sebanyak 0,0025% dan antibiotik rifampisin sebanyak 50 µg/100 ml setelah diinkubasi selama 7 hari pada suhu ruang. Ciri koloni *B. japonicum*, yaitu berlendir, kurang mampu menyerap warna merah dari pewarna

merah kongo, dan berelevasi cembung (Gambar 1A).

Isolat *Aeromonas salmonicida* dapat ditumbuhkan pada media Pikovskaya setelah diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang. Bakteri *A. salmonicida* berbentuk batang dan Gram negatif. Koloni berelevasi cembung rata-rata kurang dari 1 mm dan membentuk zona bening pada media yang mengandung fosfat (Gambar 1B).

Pengamatan Respon Pertumbuhan Tanaman

Respon tanaman akibat pengaruh pupuk hayati diamati melalui pertambahan tinggi tanaman. Tinggi tanaman tidak menunjukkan adanya perbedaan nyata saat 20-40 HST. Tanaman kontrol cenderung lebih tinggi dari pada tanaman yang lain saat 20 HST. Tinggi tanaman dengan perlakuan kedua isolat cenderung lebih tinggi dari pada tanaman dengan perlakuan lain saat 30-40 HST (Tabel 1). Namun hasil analisis statistik menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata untuk setiap perlakuan (data tidak ditampilkan).

Tanaman dengan perlakuan isolat PP memiliki jumlah bunga yang cenderung lebih banyak dari pada tanaman dengan perlakuan lain. Tanaman dengan perlakuan BJ 11 cenderung memiliki jumlah bintil akar yang lebih banyak, namun hanya terdapat 3 bintil yang efektif. Bintil efektif juga tidak ditemukan pada tanaman dengan perlakuan lain. Jumlah trifoliat tanaman dengan perlakuan campuran kedua isolat, cenderung lebih tinggi daripada tanaman dengan perlakuan lain. Bobot basah dan kering akar dan tajuk, tidak



Gambar 1. a) Koloni *B. japonicum* BJ 11 berumur 7 hari pada media YMA + merah kongo 0,0025% + rifampisin 50 µg/ml; dan b) Koloni *A. salmonicida* berumur 24 jam pada media Pikovskaya

menunjukkan perbedaan yang nyata. Bobot basah dan kering tajuk tanaman dengan perlakuan isolat BJ 11 cenderung lebih tinggi dari pada tanaman dengan perlakuan lain. Tanaman dengan perlakuan BJ 11 memiliki bobot basah akar yang cenderung lebih tinggi dari pada tanaman dengan perlakuan lain. Bobot kering akar yang cenderung lebih tinggi didapatkan dari tanaman dengan perlakuan BJ 11 + PP (Tabel 2).

Uji Viabilitas Isolat

Uji viabilitas isolat dilakukan saat 30 HST dengan menggunakan dua media tumbuh yaitu YMA dan Pikovskaya. Bakteri bintil akar (*Bradyrhizobium*) tumbuh pada media YMA, sedangkan untuk mendeteksi bakteri pelarut fosfat menggunakan media Pikovskaya. Jumlah bakteri *Bradyrhizobium* dan pelarut fosfat yang terdapat di dalam tanah pada tanaman 30 HST masih berkisar 10^5 - 10^6 sel/ml (Tabel 3).

Bradyrhizobium japonicum adalah bakteri bintil akar yang berupa bakteri Gram negatif berbentuk batang. Koloni *B. japonicum* berbentuk bundar, berelevasi cembung, berwarna putih dan tumbuh lambat pada media yang mengandung manitol dengan waktu inkubasi 5-7 hari [9].

Bakteri *B. japonicum* bersimbiosis dengan tanaman kedelai dengan cara menginfeksi akar tanaman kedelai, lalu membentuk struktur akar khusus yang disebut bintil akar atau nodul. Pada bintil itu, bakteri berdiferensiasi menjadi bakteroid dan mengubah N_2 menjadi amonia dengan menggunakan kompleks enzim nitrogenase, proses ini disebut fiksasi nitrogen [4].

Aeromonas salmonicida membentuk zona bening pada media pikovskaya yang menandakan pelepasan ion Ca yang mengikat fosfat. Bakteri pelarut fosfat menghasilkan dan melepaskan asam organik, yang melalui kelompok karboksilat

Tabel 1. Pengaruh Inokulasi Bakteri terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai pada 20 - 40 HST

Perlakuan	Tinggi Tanaman 20 HST (cm)	Tinggi tanaman 30 HST (cm)	Tinggi tanaman 40 HST (cm)	Jumlah bunga per tanaman	Bintil akar per tanaman	Jumlah trifoliat per tanaman
Kontrol	40,9± 3,3	51,1± 2,9	59± 5,2	6,7± 3,7	1,3± 2,3	2,7± 0,1
PP	38,2± 1,7	46,7± 3,3	57,7± 7,5	8,3± 3,0	0± 0,0	2,6± 0,8
BJ 11	33,3± 1,3	52,9± 9,0	65,3± 19,1	7± 2,6	6± 6,2	2,1± 0,6
BJ 11 + PP	36,1± 8,8	54,5± 16,1	66,3± 11,3	6± 3,4	1± 1,0	3,1± 0,8

Data ± SD merupakan nilai rata-rata dari 3 ulangan

Tabel 2. Pengaruh Inokulasi Bakteri terhadap Bobot Basah dan Kering Tajuk dan Akar Tanaman Kedelai 45 HST

Perlakuan	Tajuk		Akar	
	Bobot Basah	Bobot Kering	Bobot Basah	Bobot Kering
Kontrol	1,02± 0.1	0,12± 0.06	0,29± 0.02	0,09± 0.01
PP	1,20± 0.3	0,10± 0.1	0,31± 0.03	0,10± 0.06
BJ 11 (wt)	1,86± 0.7	0,20± 0.2	0,55± 0.07	0,14± 0.03
BJ 11 (wt) + PP	1,04± 0.4	0,15± 0.1	0,33± 0.06	0,29± 0.3

Data ± SD merupakan nilai rata-rata dari 3 ulangan

Tabel 3. Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri 30 HST dari Tanah

Perlakuan	Inokulasi awal	Media YMA	Media Pikovskaya
Kontrol	*	*	*
<i>Bradyrhizobium</i>	$1,5 \times 10^{10}$ sel/ml	$5,2 \times 10^5$ sel/ml	-
Pelarut fosfat	$2,47 \times 10^{10}$ sel/ml	-	$1,47 \times 10^6$ sel/ml
<i>Bradyrhizobium</i> + Pelarut fosfat	-	$8,8 \times 10^5$ sel/ml	$1,57 \times 10^6$ sel/ml

Keterangan: * tidak diberi perlakuan bakteri; - tidak dijumpai pertumbuhan bakteri

mengkelat kation (terutama Ca) yang terikat pada fosfat mengubahnya menjadi bentuk terlarut [10]. Spesies *Aeromonas* lain yang sering digunakan sebagai bakteri pelarut fosfat ialah *Aeromonas punctata* yang digabung dengan bakteri lain sebagai inokulan campuran dan juga berfungsi sebagai pelarut fosfat [11] dan [12].

Faktor yang berpotensi membatasi pertumbuhan terkait dengan tanah asam adalah pH tanah yang rendah seringkali memiliki tingkat Al larut dan Mn yang tinggi, sehingga mengurangi ketersediaan Ca, Mg, P, dan Mo serta membatasi pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman dan kelangsungan hidup serta efektivitas simbiosis *B. japonicum* dengan kedelai [13]. Oleh karena itu, isolat *B. japonicum* yang digunakan harus toleran terhadap asam dan *A. salmonicida* harus dapat melepaskan fosfat yang pada umumnya terikat dengan Al pada tanah asam. Ketahanan isolat *B. japonicum* terhadap kondisi asam ditandai dengan sekresi eksopolisakarida (EPS) pada media yang mengandung manitol [5].

Pengamatan terhadap tinggi tanaman yang dilakukan setiap 10 hari, memperlihatkan bahwa tanaman yang diinokulasi dengan campuran isolat *B. japonicum* dan *A. salmonicida* cenderung dapat meningkatkan tinggi tanaman pada 30-40 HST. Hal ini juga terlihat pada jumlah trifoliata tanaman yang diinokulasi dengan campuran isolat *B. japonicum* dan *A. salmonicida* yang cenderung lebih banyak. Unsur N dapat memperbaiki pertumbuhan vegetatif tanaman dan unsur P mempunyai salah satu peran yang cukup penting yaitu mendukung pembelahan sel [7]. Penelitian Fatima (2006) juga menunjukkan bahwa aplikasi campuran *B. japonicum* dengan bakteri pelarut fosfat dapat membantu meningkatkan pertumbuhan kedelai [14]. Fungsi lain dari unsur P adalah untuk pembentukan bunga, buah dan biji. Hal ini juga terlihat pada respon tanaman yang diberi isolat PP memiliki jumlah bunga cenderung lebih tinggi daripada tanaman lain.

Jumlah bintil akar perlakuan inokulasi BJ 11 cenderung lebih banyak yaitu 6 bintil dan terdapat 3 bintil efektif. Namun jumlah bintil yang dihasilkan dari penelitian ini lebih sedikit daripada penelitian sebelumnya yaitu 15 bintil [15] dan 10 bintil [16]. Hal ini disebabkan N tersedia dalam tanah dalam penelitian ini rendah (0,2%) dan dengan penambahan inokulan BJ 11 masih belum mencukupi kebutuhan N tersedia untuk

mendukung pembentukan bintil. Kebutuhan N tersedia dalam tanah untuk kedelai agar pertumbuhannya optimal adalah sekitar 4,2% [7].

Bintil akar efektif menandakan adanya aktifitas nitrogenase pada bintil akar kedelai. Bintil efektif ditandai dengan adanya warna merah muda di dalam bintil yang dinamakan leghaemoglobin. Leghaemoglobin berfungsi sebagai pembawa elektron, memasok oksigen ke bakteroid untuk produksi ATP, tetapi pada saat yang sama melindungi sistem nitrogenase yang sensitif terhadap oksigen [4]. Bintil akar menambat N₂ dari udara dan mengubahnya menjadi amonia yang dapat digunakan oleh tanaman. Sekitar 75,3% hasil penambatan nitrogen didistribusikan ke bagian tajuk tanaman [17]. Hal tersebut terlihat dari bobot kering tajuk tanaman dengan perlakuan BJ 11 yang cenderung lebih tinggi daripada tanaman lain.

Bobot kering akar yang cenderung lebih tinggi didapatkan dari tanaman yang diinokulasi dengan isolat BJ 11 dan PP. Unsur P penting untuk pembentukan akar halus dan rambut akar sehingga hasil perpaduannya dengan BJ dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman [7]. Campuran inokulan *Rhizobium* dengan pelarut fosfat dapat meningkatkan berat kering akar [14].

Fosfat berasal dari pelapukan batuan akibat erosi, sehingga menjadi muncul di permukaan tanah. Fosfat di dalam tanah berbentuk P-organik dan P-anorganik. Tanaman menyerap P dalam bentuk anorganik, oleh karena itu P-organik diubah mikrob menjadi P-anorganik melalui aktivitas mikrob dalam dekomposisi bahan organik.

Dekomposisi bahan organik oleh mikrob melepaskan P selama proses, hal ini disebut dengan mineralisasi. Tingkat mineralisasi dipengaruhi oleh nisbah C/P bahan organik yang mengalami dekomposisi dan jumlah P tersedia dalam tanah. Mineralisasi terjadi pada nisbah C/P < 200:1 sedangkan pada nisbah C/P > 300:1, P digunakan kembali oleh mikroba untuk pembentukan biomasnya, hal ini disebut imobilisasi [18].

Tanaman yang diberi perlakuan dengan isolat PP tidak menghasilkan bintil akar. Pada tanaman dengan perlakuan PP tidak ditemukan adanya bintil akar. Hal ini tidak sesuai dengan penelitian Cassman *et al.* (1980) yang menunjukkan bahwa aplikasi fosfat dapat

meningkatkan jumlah bintil [19]. Nisbah C/P yang terdapat pada media tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah 835: 1, maka fosfat diimobilisasi oleh bakteri dan menjadi tidak tersedia bagi tanaman. Sehingga inokulasi isolat PP pada tanaman cenderung kurang berperan dalam pembentukan bintil akar.

Bahan pembawa inokulan yang digunakan adalah gambut, ini merupakan bahan pembawa yang umum digunakan [2]. Gambut mengandung inokulan yang dilumurkan pada biji kedelai ternyata tidak mampu meningkatkan jumlah isolat. Uji viabilitas isolat dilakukan saat 30 HST dengan cara pengenceran serial media tanam disekitar perakaran.

Hasil uji menunjukkan penurunan jumlah sel dari 10^{10} sel/ml menjadi 10^5 dan 10^6 sel/ml. Penurunan jumlah bakteri juga dialami oleh penelitian lain dimana jumlah bakteri dari 10^8 sel/ml turun menjadi 10^6 sel/ml [15]. Hal ini diduga karena sebagian bakteri masuk ke dalam akar kedelai dan membentuk bakteroid. Kemungkinan lain adalah bakteri kurang dapat berkembangbiak dengan baik di dalam tanah

karena tanah yang digunakan miskin hara, di samping itu media tanam disterilisasi sebelum digunakan serta tidak diberi pupuk tambahan.

Tanah yang ditambah dengan pupuk kompos akan dapat meningkatkan populasi isolat bakteri karena kompos adalah hasil dekomposisi bahan organik yang mengandung C dan N organik sehingga dapat digunakan oleh mikroba sebagai sumber nutrisi. Penambahan kompos ke dalam tanah dapat memperbaiki keadaan aerasi, drainase, absorpsi panas, kemampuan daya serap tanah terhadap air serta berguna untuk mengendalikan erosi tanah [20], sehingga tersedia lingkungan hidup yang baik bagi mikroba.

KESIMPULAN

Aplikasi *Bradyrhizobium japonicum* BJ 11 dan *Aeromonas salmonicida* PP sebagai inokulan campuran cenderung dapat meningkatkan laju pertumbuhan tanaman kedelai varietas Tanggamus, trifoliata, dan bobot kering akar. Namun kurang berpengaruh pada peningkatan jumlah bunga, bintil akar dan bobot kering tajuk sampai 45 hari setelah tanam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lingga, P. & Marsono. 2008. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- [2] Simanungkalit, R.D.M., Suriadikarta, D.A., Saraswati, R., Setyorini, & Hartatik, W. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- [3] Smith, G.B. & Wollum, A.G. 1989. Nodulation of *Glycine max* by Six *Bradyrhizobium japonicum* strains with different competitive abilities. *Appl Environ Microbiol.*, 5, 1957-1962.
- [4] Atlas, R.M. & Bartha, R. 1981. *Microbial Ecology, Fundamentals and Application*. Menlo Park: Addison Wesley Longman, Inc.
- [5] Louch, H.A. & Miller, K.J. 2001. Synthesis of a low-molecular-weight form of exopolysaccharide by *Bradyrhizobium japonicum* USDA 110. *Appl Environ Microbiol.*, 67, 1011- 1014.
- [6] Sanchez, P.A. 1992. *Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika*. Jayadinata JT, penerjemah; Purbo S, Hadiwijoyo, editor. Bandung: Penerbit ITB. Terjemahan dari: *Properties and Management of Soils in The Tropics*.
- [7] Hardjowigeno, S. 2003. *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akamedika Pressindo.
- [8] Rao, N.S. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Jakarta: UI Press.
- [9] Holt, J.G., Krieg, N.R., Sheath, P.H.A., Staley, J.T., & Williams, S.T. 1994. *Bergeys's Manual of Determinative Bacteriology*. Edisi ke-9. Baltimore: Williams & Wilkins.
- [10] Chen, Y.P. *et al.* 2006. Phosphate solubilizing bacteria from subtropical soil and their tricalcium phosphate solubilizing abilities. *Appl Soil Ecology*, 34, 33-41.
- [11] Goenadi, D.H. & Santi, L.P. 2009. Introduction of microbial inoculants to improve fungsional relationship between above- and below ground bio-diversity. *Menara Perkebunan*, 77 (1), 58-67.
- [12] Widiastuti, H. & Suharyanto. 2007. Growth response of *Calopogonium caeruleum* and *Centrosema pubescens* ground cover

- crops toward inoculation of *Bradyrhizobium*, *Aeromonas punctata*, and *Acaulospora tuberculata*. *Buletin Plasma Nutfah*. 13,1.
- [13] Indrasumunar, A., Dart, P.J., & Menzies, M.W. 2000. Root colonization and symbiotic effectiveness of acid tolerant and acid sensitive strains of bradyrhizobia in acid soils. *J Mikrobiol Indon.*, 5, 24-28.
- [14] Fatima, Z., Zia, M., & Chaudhary, M.F. 2006. Effect of *Rhizobium* strains and z phosphorus on growth of soybean (*Glycine max*) and survival of *Rhizobium* and P solubilizing bacteria. *Pak J Bot.*, 38, 459-464.
- [15] Situmorang, A.R.F., Mubarik, N.R., & Triadiati. 2009. The use of acid-alumunium tolerant *Bradyrhizobium japonicum* inoculant for soybean grown on acid soils. *Hayati J Biosci.*, 16, 157-160.
- [16] Ramasita, Y. 2010. Pertumbuhan dan produksi kedelai willis yang diinokulasi dengan *Bradyrhizobium japonicum* dan pemberian pupuk kimia di tanah asam [skripsi]. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- [17] Nainggolan, G. 2004. Respon kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) kultivar Leuser dan Kawi terhadap inokulasi *Bradyrhizobium japonicum-iaaMtms* RD-69. [skripsi]. Bogor: Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- [18] Handayanto, E. & Hairiah. K. 2007. *Biologi Tanah*. Yogyakarta: Pustaka Adipura.
- [19] Cassman, K.G., Whitney, A.S., & Stockinger, K.R. 1980. Root growth and dry matter distribution of soybean as affected by phosphorus stress, nodulation, and nitrogen source. *Crop Sci.*, 20, 239-244.
- [20] Djuarni, N., Kristian, & Setiawan, B.S. 2005. *Cara Cepat Membuat Kompos*. Jakarta: Agromedia Pustaka.