

EFEKTIVITAS KULTUR CAMPURAN BAKTERI PENAMBAT N-BEBAS DAN PELARUT FOSFAT PADA TOMAT

Yudi Sastro¹⁾, Nofi A. Rokhmah²⁾, Erna P. Astuti²⁾, dan Susi Sutardi³⁾

¹⁾Peneliti Madya, ²⁾Peneliti Pertama, dan ³⁾ Calon Peneliti, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jakarta
Jl. Raya Ragunan No. 30 Pasar Minggu Jakarta Selatan (12540), Telp (021) 78839949
Email : yudis.bkl@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas pupuk hayati yang mengandung kultur campuran penambat N-bebas dan pelarut fosfat pada tanaman tomat. Perlakuan penelitian terdiri atas pemupukan menggunakan campuran kultur penambat N-bebas dan pelarut fosfat (PKC), pupuk PKC disertai dengan NPK setengah takaran rekomendasi (PKC+NPK50), pupuk PKC disertai dengan NPK takaran rekomendasi (PKC+NPK 100) dan sebagai pembanding adalah perlakuan pemupukan menggunakan NPK takaran rekomendasi (NPK 100), serta pupuk hayati sejenis yang telah diperjual-belikan secara bebas di pasaran yang disertai NPK setengah takaran rekomendasi (PHS). Petak perlakuan diatur menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap dengan 3 kali ulangan. Peubah pengamatan terdiri atas tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, serta jumlah dan berat buah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pengaruh pupuk kultur campuran penambat N-bebas dan pelarut fosfat setara pupuk hayati pembanding sejenis, namun dengan lebih rendah dibandingkan pupuk NPK takaran rekomendasi. Efektivitas agronomis (RAE) pupuk PKC dan PKC+NPK50 masing-masing mencapai 76,8% dan 88,5%, sedangkan pupuk PKC+NPK 100 mencapai 121,5%.

Kata kunci : *efektivitas, penambat N-bebas, pelarut fosfat, tomat*

PENDAHULUAN

Tomat merupakan salah satu jenis sayuran buah penting dan sangat dikenal oleh masyarakat Indonesia. Buah tomat kaya senyawa likopen yang memiliki daya antioksidan tinggi dan mampu melawan radikal bebas akibat polusi dan radiasi sinar ultra violet (Khachick *et al.*, 2002; Aghel *et al.*, 2012). Menurut Etisna *et al.*, (2013), hasil produksi tanaman tomat di Indonesia masih tergolong rendah, baik kualitas maupun kuantitasnya. Salah satu penyebab rendahnya produksi tomat tersebut adalah belum terpenuhinya kebutuhan unsur hara makro, khususnya nitrogen (N) dan fosfor (P).

Tanaman tomat memerlukan unsur N dan P dalam jumlah relatif tinggi. Fungsi unsur tersebut diantaranya adalah sebagai pembentuk protein, inti sel, lemak, serta karbohidrat, mendukung pertumbuhan perakaran, meningkatkan resistensi tanaman terhadap hama dan penyakit serta memperbaiki kualitas hasil tanaman (Subhan *et al.*, 2009). Pada sebagian besar tanah pertanian di Indonesia, pemenuhan unsur N dan P umumnya dilakukan menggunakan pupuk kimia sintetis. Namun demikian, penggunaan pupuk kimia sintetis memiliki efisiensi yang rendah serta dapat menyebabkan peningkatan laju degradasi senyawa organik dan emisi gas rumah kaca, terutama karbon dioksida (Widawati *et al.*, 2012).

Salah satu upaya untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pemupukan N dan P adalah melalui pemanfaatan pupuk hayati. Salah satu peran bakteri penambat N dan pelarut fosfat adalah dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara N dan P dalam tanah sebagaimana telah dilaporkan oleh Supriyadi *et al.*, 2004; Son *et al.*, 2006; Aditya *et al.*,

2009). Beberapa hasil penelitian telah membuktikan pengaruh pupuk hayati yang mengandung penambat N-bebas dan pelarut fosfat dalam meningkatkan produksi tanaman, diantaranya dilaporkan oleh Abbasniyazare *et al.*, 2012; Umesha *et al.*, 2014; Derkowska *et al.*, 2015.

Penambat N-bebas mampu mengikat N₂ secara non simbiosis sehingga meningkatkan ketersediaan N dalam tanah, sedangkan pelarut fosfat dapat melarutkan fosfat anorganik dari bentuk yang tidak tersedia menjadi fosfat yang tersedia bagi tanaman (Ahmad *et al.*, 2008; Khan *et al.*, 2009; Surtiningsih dan Mariam, 2010; Antonius dan Agustiyani, 2011; Walpola dan Yoon, 2012; Mirza *et al.*, 2014). Penelitian penggunaan kultur campuran antara penambat N-bebas dan pelarut fosfat telah banyak dipublikasikan. Namun demikian, hasil pengujian tersebut pada tanaman tomat belum dilaporkan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari efektivitas kultur campuran penambat N-bebas dan pelarut fosfat dalam mendukung pertumbuhan dan hasil tomat pada skala lapang.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan penelitian yang digunakan meliputi pupuk hayati campuran penambat N-bebas dan pelarut fosfat, benih tomat varietas Ratna (Panah Merah), pupuk NPK granular 15:15:15, pupuk hayati yang telah diperjual-belikan di pasaran, dan pupuk kandang ayam. Alat yang digunakan meliputi alat ukur tinggi tanaman, jangka sorong, serta timbangan.

Pelaksanaan Percobaan

Percobaan terdiri atas lima perlakuan pemupukan yaitu campuran kultur penambat N-bebas dan pelarut fosfat tanpa pupuk NPK (PKC), kultur campuran penambat N-bebas dan pelarut fosfat yang disertai dengan NPK setengah takaran rekomendasi (PKC+NPK50), kultur campuran mikroba dan pelarut fosfat yang disertai dengan NPK takaran rekomendasi (PKC+NPK 100) dan sebagai pembanding adalah perlakuan pemupukan menggunakan NPK takaran rekomendasi (NPK 100) serta pupuk hayati sejenis yang telah diperjual-belikan secara bebas di pasaran (PHS) (Tabel 1).

Tabel 1. Deskripsi jenis perlakuan yang diujikan

No	Notasi	Perlakuan
1	PKC	Campuran kultur penambat N-bebas dan pelarut fosfat
2	PKC + NPK 50	Campuran kultur penambat N-bebas dan pelarut fosfat + NPK 15:15:15, 150 kg/Ha
3	PKC + NPK 100	Campuran kultur penambat N-bebas dan pelarut fosfat + NPK 15:15:15, 300 kg/Ha
4	NPK 100	Pemupukan menggunakan NPK 15:15:15, 300 kg/Ha
5	PHS + NPK 50	Pupuk hayati sejenis yang telah diperjual-belikan secara bebas di pasaran + NPK 15:15:15, 150 kg/Ha

Masing-masing perlakuan ditempatkan pada 10 petak percobaan berukuran (p x l x t) 10x1x0,3 m dan diatur menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan tiga kali ulangan sehingga masing-masing perlakuan terdiri atas 10 petak ulangan. Benih tomat ditanam pada setiap lubang tanam dengan jarak tanam 40 x 60 cm.

Pemberian pupuk NPK (NPK 15:15:15) sesuai dengan takaran perlakuan dilakukan pada 0 dan 30 Hari Sesudah Tanam (HST), masing-masing dibagi menjadi ½ takaran pemberian, dengan cara disebar merata pada permukaan petakan. Sementara itu, pemberian kultur campuran mikroba pada setiap petak percobaan dilakukan pada 10, 20, 30, dan 40 Hari Setelah Tanam (HST) dengan menyiramkan 10 liter kultur campuran mikroba per petak.

Peubah pengamatan meliputi tinggi tanaman, jumlah dan ukuran daun, diameter batang, serta berat hasil panen. Data pengamatan dianalisis menggunakan analisis Varian yang dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan masing-masing pada tingkat kepercayaan 95%. Penilaian keefektifan pupuk juga dilakukan berdasarkan nilai efektifitas agronomis relatif atau *Relative Agronomic Effectiveness*(RAE) terhadap pupuk standar(Bolan *et al.*, 1990). Suatu pupuk dinyatakan efektif secara agronomis apabila memiliki nilai RAE lebih dari 100.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh kultur campuran bakteri penambat N-bebas dan pelarut fosfat (PKC) pada peubah tinggi tanaman tomat mulai terlihat sejak pengamatan pertama yakni pada 14 Hari Setelah Tanam (HST). Pengaruh pupuk PKC tersebut lebih tinggi dibandingkan pupuk hayati sejenis yang disertai NPK setengah takaran rekomendasi (PHS+NPK 50). Pengaruh pupuk PKC tersebut bahkan setara dengan NPK takaran rekomendasi. Demikian juga halnya dengan peubah jumlah daun tanaman. Sementara itu, peubah diameter batang tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan yang diujikan(Tabel 2).

Tabel 2. Pengaruh kultur campuran bakteri penambat N-bebas dan pelarut fosfat terhadap pertumbuhan tanaman tomat

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)			Jumlah Daun			Diameter Batang (mm)		
	14 HST	21 HST	28 HST	14 HST	21 HST	28 HST	14 HST	21 HST	28 HST
PKC	26,5b	39,5b	62,2c	7,9a	12,3b	19,1b	0,6a	0,7a	0,8a
PKC + NPK 50	24,8a	37,1a	62,6c	8,7b	12,5b	20,4c	0,6a	0,7a	0,8a
PKC + NPK 100	26,8b	36,1a	59,8a	7,8a	11,8a	17,2a	0,6a	0,7a	0,8a
NPK 100	26,8b	38,3b	61,6b	7,8a	11,5a	18,4b	0,6a	0,7a	0,8a
PHS + NPK 50	27,7b	36,8a	61,0b	7,5a	12,8b	19,1b	0,6a	0,7a	0,8a

Keterangan : Angka-angka sekolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%

Jumlah dan berat buah tomat pada perlakuan PKC nyata lebih sedikit dibandingkan perlakuan PKC yang disertai NPK setengah rekomendasi (PKC+NPK 50). Jumlah buah perluasannya 100 m² pada perlakuan PKC+NPK50 tersebut secara statistik tidak berbeda nyata dengan PHS+NPK50 dan NPK takaran rekomendasi (NPK 100). Jumlah buah dan berat buah terbanyak terdapat pada perlakuan PKC+NPK 100 yaitu sebanyak 10.590 buah/100m² atau setara 288,44 kg/100m².

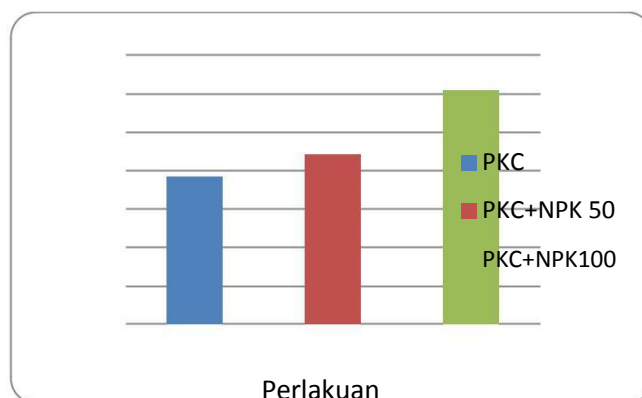
Tabel 3. Pengaruh kultur campuran bakteri penambat N-bebas dan pelarut fosfat terhadap hasil panen tomat

Perlakuan	Jumlah Buah (bh/100m ²)	Berat Buah (kg/100m ²)	Perkiraan Hasil (Kg/Ha)
PKC	8,004a	145,67a	14,567a
PKC + NPK 50	9,768b	182,93b	18,293b
PKC + NPK 100	10,590c	288,44c	28,844c
NPK 100	9,858b	219,77b	21,977b
PHS + NPK 50	9,084b	182,33b	18,233b

Keterangan : Angka-angka sekolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%

Nilai efektifitas agronomis relatif (RAE) pupuk kultur campuran penambat N-bebas dan pelarut fosfat hanya mencapai 76,8%, sedangkan pupuk PKC yang disertai NPK setengah takaran rekomendasi mencapai 88,5% dan 121,5% untuk perlakuan PKC+NPK 100 (Gambar

1). Hal tersebut menunjukkan bahwa efektivitas agronomis relatif pupuk PKC tersebut lebih rendah dibandingkan pupuk standar (NPK takaran rekomendasi). Sementara itu, kombinasi PKC dan NPK takaran rekomendasi mampu meningkatkan efektivitas pupuk melebihi pupuk NPK rekomendasi. Apabila melihat dari hasil tersebut maka diduga pemberian PKC yang disertai dengan NPK 3/4 takaran rekomendasi akan sebanding dengan pupuk NPK rekomendasi. Artinya pemberian PKC akan mampu menggantikan 25% jumlah pupuk NPK pada tanaman tomat.



Gambar 1. Efektivitas agronomis relatif (RAE) pupuk kultur campuran penambat N-bebas dan pelarut fosfat pada tanaman tomat

Berdasarkan hasil penelitian di atas, ditemukan tiga hal menarik. Pertama, pupuk kultur campuran penambat N-bebas dan pelarut fosfat yang diaplikasikan setara dengan pupuk pembanding sejenis yang telah dijual bebas di pasaran. Kedua, pupuk kultur campuran N-bebas dan pelarut fosfat secara tunggal tidak memberikan pengaruh cukup signifikan dibandingkan pupuk kimia NPK takaran rekomendasi. Ketiga, kombinasi pupuk penambat N-bebas dan pelarut fosfat dan NPK mampu meningkatkan efektivitas dan efisiensi pemupukan pada tomat.

Kultur campuran bakteri penambat N-bebas dan pelarut fosfat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas beberapa strain. Strain-strain bakteri tersebut secara tunggal telah diuji dan dipilih sebagai penambat N-bebas ataupun sebagai pelarut fosfat yang memiliki kemampuan cukup baik dalam penyediaan N dan P untuk tanaman. Oleh sebab itu, kemampuan kultur campuran tersebut dalam mendukung penyediaan N dan P untuk tanaman sebanding dengan produk serupa yang telah dijual bebas di pasaran.

Rendahnya kemampuan kultur campuran tersebut apabila dibandingkan dengan perlakuan pupuk NPK takaran rekomendasi disebabkan belum seimbangnya antara kebutuhan tanaman terhadap penyediaan unsur hara yang difasilitasi oleh mikroba penambat N-bebas dan pelarut fosfat yang diaplikasikan. Hasil analisis tanah menunjukkan bahwa karakteristik kimia tanah cukup potensial untuk mendukung penyediaan hara untuk tanaman. Akan tetapi rendahnya unsur karbon (Tabel 4) kemungkinan besar menjadi penyebab utama tidak optimalnya kinerja kultur mikroba tersebut. Beberapa penelitian terdahulu telah membuktikan peran unsur karbon terhadap kinerja mikroba fungsional, diantaranya Sastro *et al.*, 2008; Steinbeiss *et al.*, 2009; Abdullahi *et al.*, 2013; Bowles *et al.*, 2014; Lange *et al.*, 2015; Merino *et al.*, 2015.

Peningkatan efektivitas pupuk kultur campuran penambat N-bebas dan pelarut fosfat pada saat dikombinasikan dengan pupuk NPK disebabkan adanya sinergisme antara bakteri dengan ketersediaan nitrogen, fosfat, dan kalium aktual akibat perlakuan pemupukan. Beberapa peneliti telah melaporkan keterkaitan kombinasi aplikasi mikroba dengan pupuk sintetik terhadap ketersediaan hara dan pertumbuhan tanaman, meliputi Abdelaziz *et al.*, 2007; Yazdani *et al.*, 2009; Javaid, 2010; Dinesh *et al.*, 2012; Berger *et al.*, 2013; Abbas *et al.*, 2013; Haggag *et al.*, 2015.

Tabel 4. Karakteristik kimia tanah lahan penelitian

pH		Bahan Organik (%)			P ₂ O ₅		K ₂ O	
pH-H ₂ O	pH-KCl	C	N	C/N	P ₂ O ₅ -HCl 25% (mg/100g)	P ₂ O ₅ - Bray-1 (ppm)	K ₂ O-HCl 25% (mg/100g)	K ₂ O- Morgan (ppm)
5,0	4,3	1,7 5	0,1 5	12	157	175,5	34	334
Nilai Tukar Kation (cmolc/kg)				KTK (cmolc /kg)	KB (%)	Al ³⁺ (Cmolc/k g)	H(cmolc/kg)	
Ca	Mg	K	Na					
4,6 8	2,47	13, 45	1,6 3	25,14	88	0,02	0,1	

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Kemampuan pupuk kultur campuran penambat N-bebas dan pelarut fosfat dalam mendukung pertumbuhan dan hasil tomat sebanding dengan pupuk hayati komersial sejenis.
2. Tingkat efektivitas pupuk kultur campuran penambat N-bebas dan pelarut fosfat dalam mendukung pertumbuhan dan hasil tomat lebih rendah dibandingkan pupuk kimia NPK dosis rekomendasi.
3. Efektivitas kultur campuran penambat N-bebas dan pelarut fosfat dalam mendukung pertumbuhan dan hasil tomat meningkat apabila dikombinasikan dengan pupuk kimia NPK sehingga mampu menggantikan hingga 25% takaran NPK dosis rekomendasi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Badan Litbang Pertanian atas pembiayaan penelitian, Kepala Balai Pengkajian Teknologi (BPTP) Jakarta atas izin dan fasilitasi sarana penelitian, serta petani kooperator Bapak Emod dan Tim Teknisi BPTP Jakarta, meliputi Muhamad Nur dan Winarto yang telah membantu mulai persiapan hingga pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, Z., M.A.Zia, S. Ali, Z. Abbas, A. Waheed, A. Bahadur, T. Hameed, A. Iqbal, I. Muhammad, S. Roomi, M.Z. Ahmad and T. Sultan. 2013. Integrated effect of plant growth promoting rhizobacteria, phosphate solubilizing bacteria and chemical fertilizers on growth of maize. *Intl J Agri Crop Sci.* 6(13):913-921
- Abbasniayzare, S.K., S. Sedaghatoor and M.N.P. Dahkaei. 2012. Effect of biofertilizer application on growth parameters of *Spathiphyllum illusion*. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 12 (5): 669-673.

- Abdelaziz, M., R. Pokluda, and M. Abdelwahab. 2007. Influence of compost, microorganisms and NPK fertilizer upon growth, chemical composition and essential oil production of *Rosmarinus officinale*. *Not. Bot. Hort. Agrobot*, 35(1):86-90.
- Abdullahi, R., H.H. Sheriff, and S. Lihan. 2013. Combine effect of bio-fertilizer and poultry manure on growth, nutrients uptake and microbial population associated with sesame (*Sesamum indicum* L) in North-eastern Nigeria. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology* 5 (5): 60-65.
- Aditya, B., A. Ghosh, and D. Chatopadyay. 2009. Co-Inoculation effects of nitrogen fixing and phosphate solubilizing microorganism on teak (*Tectona grandis*) and Indian redwood (*Chukrasia tubularis*). *Journal of Biological Science* 1(1): 23-32.
- Aghel, N., Z. Ramezani, and S. Amirfakhrian. 2011. Isolation and quantification of Lycopene from tomato cultivated in Dezful, Iran. *Journal of Natural Pharmaceutical Products* 6(1): 9-15.
- Ahmad, F., I. Ahmad, and M.S. Khan. 2008. Screening of free-living rhizospheric bacteria for their multiple plant growth promoting activities. *Microbiological Research* 163: 173-181.
- Antonius, S and Dwi Agustiyani. 2011. Effects of biofertilizer containing microbial of N-fixer, P solubilizer and plant growth factor producer on cabbage (*Brassica Oleraceae* Var. Capitata). *Berk. Penel. Hayati* 16 : 149-153.
- Berger, L.R., N.P. Stamford, C.E.R.S. Santos, A.D.S. Freitas, L.O. Franco, and T.C.M. Stamford. 2013. Plant and soil characteristics affected by biofertilizers from rocks and organic matter inoculated with diazotrophic bacteria and fungi that produce chitosan. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 13(3):592-603
- Bolan, N. S., R.E. White, and M.J. Hedley. 1990. A review of the use of phosphate rocks as fertilizers for direct application in Australia and New-Zealand. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 30(2): 297-313.
- Bowles, T.M., V. Acosta-Martínez, F. Calderón, and L.E. Jackson. 2014. Soil enzyme activities, microbial communities, and carbon and nitrogen availability in organic agroecosystems across an intensively-managed agricultural landscape. *Soil Biology & Biochemistry* 68:252-262.
- Derkowska, E. L.S.Paszt, P. Trzciński, M. Przybył, and K. Weszczak. 2015. Influence of biofertilizers on plant growth and rhizosphere microbiology. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 14(6): 83-96.
- Dinesh, R., M. Anandaraj, A. Kumar, V. Srinivasan, Y.K. Bini, K.P. Subila, R. Aravind, and S. Hamza. 2013. Effects of plant growth-promoting Rhizobacteria and NPK fertilizers on biochemical and microbial properties of soils under ginger (*Zingiber officinale*) Cultivation. *Agric. Res.* 2(4):346-353
- Etisna, A., Undang, Yaya Sunarya. 2013. Pengaruh Takaran Pupuk Kompos Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill) Varietas Permata F1.
- Haggag, L.F., M.F.M. Shahin, H.A. Mahdy, K.G. Amira, Atteya, and H.S.A. Hassan. 2015. Beneficial effect of NPK, pigeon manure tea and microbial fertilizers as soil application on growth of "Toffahi" and "Picual" olive seedlings. *Journal of Agricultural Technology* 11(7):1565-1582.

- Javaid. A. 2011. Effects of biofertilizers combined with different soil amendment on potted rice plant. *Chilean Journal of Agricultural Research* 71(1):157-163.
- Khachik, F., L. Carvalho, P.S. Bernstein, G.J. Muir, D. Zhao, and N.B. Katz. 2002. Chemistry, distribution and metabolism of tomato carotenoids and their impact on human health. *Exp. Biol. Med.* 227: 845–851.
- Khan, A.A., G. Jilani, M.S. Akhtar, S.M.S. Naqvi, and M. Rasheed. 2009. Phosphorus solubilizing bacteria: Occurrence, mechanisms and their role in crop production. *J. Agric. Biol. Sci.* 1 (1):48-58.
- Lange, M., N. Eisenhauer, C.A. Sierra, H. Bessler, C. Engels, R.I. Griffiths, P.G.M. Va'zquez¹, A.A. Malik, J. Roy, S. Scheu, S. Steinbeiss, B.C. Thomson, S.E. Trumbore, and G. Gleixner¹. 2015. Plant diversity increases soil microbial activity and soil carbon storage. *Nature Communication*. DOI: 10.1038/ncomms7707.
- Merino, C., P. Nannipieri, and F. Matus. 2015. Soil carbon controlled by plant, microorganism and mineralogy interactions. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 15 (2), 321-332
- Mirza, B.S., C. Pottap, K. Nüsslein, B.J.M. Bohannan, J.L.M. Rodriguesa. 2014. Response of free-living nitrogen-fixing microorganisms to land use change in the Amazon rainforest. *Applied and Environmental Microbiology* 80 (1): 281–288.
- Son, T.T.N., C.N. Diep and T.T.M. Giang. 2006. Effect of Bradyrhizobium and phosphate solubilizing bacteria application on soybean in rotational system in Mekong Delta. *Omonrice* 14: 48-57.
- Steinbeiss, S., G. Gleixner, M. Antonietti. 2009. Effect of biochar amendment on soil carbon balance and soil microbial activity. *Soil Biology & Biochemistry* xxx:1–10.
- Subhan, N. Nurtika, dan N. Gunadi. 2009. Respons tanaman tomat terhadap penggunaan pupuk majemuk NPK 15-15-15 pada tanah Latosol pada musim kemarau. *Jurnal Hortikultura* 19(1):40-48.
- Supriyadi, Jauhari S, dan Yunita I. 2004. Pengaruh pengkayaan kompos sampah kota dengan bakteri penambat N-bebas, bakteri pelarut fosfat dan EM-4 terhadap laju dekomposisi dan kualitas pupuk. *Sains Tanah* 3(1) : 11-16.
- Surtiningsing, T. dan S Mariam. 2010. Efektifitas campuran pupuk hayati dengan pupuk kimia pada pertumbuhan tanaman Selada Bokor (*Lactuca sativa*, L.) var. Crispa. *Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam* Vol 14.: 2 : 4–8.
- Umesha, S., M. Srikantaiah, K.S. Prasanna, K.R. Sreeramulu, M. Divya, and R.N. Lakshmi pathi. 2014. Comparative effect of organics and biofertilizers on growth and yield of maize (*Zea mays*. L). *Current Agriculture Research Journal* 2(1): 55-62.
- Walpola, B.C. and M. Yoon. 2012. Prospectus of phosphate solubilizing microorganisms and phosphorus availability in agricultural soils: A review. *African Journal of Microbiology Research* 6(37): 6600-6605.
- Widawati, S., Sudiana, Sukara, dan Muharam, 2012. Teknologi budidaya tanaman tomat melalui *inverted gardening* dan *conventional gardening* berbasis pemanfaatan bakteri indigenus. *Jurnal Hortikultura* 22(3):224-232.

Yazdani, M., M.A. Bahmanyar, H. Pirdashti, and 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.*). *Engineering and Technology* 49:90-92.