

PENGARUH PUPUK HAYATI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL KEDELAI PADA TANAH ULTISOLS KABUPATEN SERANG DI RUMAH KACA

Jati Purwani dan Etty Pratiwi

Balai Penelitian Tanah
Jl. Tentara Pelajar No. 12 Bogor
e-mail: jati_purwani6243@yahoo.com

ABSTRAK

Upaya peningkatan produktivitas dan pengembangan kedelai (*Glycine max* L. Merr.) di lahan masam masih belum dapat memenuhi harapan. Derajat kemasaman tanah yang tinggi (pH tanah <5,5), kejenuhan Al-dd tinggi (>20%), ketersediaan hara N, P, K, Ca, dan Mg rendah sering menjadi kendala pertumbuhan dan hasil kedelai, sehingga produktivitasnya tergantung pada penggunaan amelioran dan pupuk anorganik. Oleh karena itu diperlukan terobosan inovasi yang dapat meningkatkan produktivitas secara efisien dan berkelanjutan, diantaranya adalah penggunaan pupuk hayati. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keefektifan beberapa produk pupuk hayati pada tanaman kedelai di lahan masam. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli–Oktober 2014 di rumah kaca Balai Penelitian Tanah Bogor menggunakan tanah Ultisol dari Ds Sukarame, Kecamatan Cikeusal, Kabupaten Serang, Provinsi Banten. Penelitian terdiri atas 15 perlakuan, disusun dalam rancangan acak kelompok empat ulangan. Benih kedelai varietas Argomulyo ditanam dua biji per pot. Perlakuan meliputi: (i) kontrol, (ii) pemupukan 50% dosis rekomendasi, (iii) 100% dosis rekomendasi (50 kg Urea+100 kg SP36+100 kg KCl)/ha, dan (iv) pemberian pupuk hayati+50% dosis pupuk NPK rekomendasi. Pupuk hayati yang diteliti meliputi: (i) kombinasi Agrisoy+Biovam+StarTmix, (ii) Agrisoyplus, (iii) Beyonic⁺, (iv) Biotricho, (v) Provibio, (vi) Rhizobiost, (vii) Bio-SRF, (viii) Biomige, (ix) Biocoat, (x) Padjarsoya, (xi) Agrifit, dan (xii) BioPF. Hasil penelitian menunjukkan pupuk hayati Agrisoy+Biovam+StarTmix, Agrisoyplus, Biotricho, RhizoBiost, BioSRF, Agrifit, BioPF dengan pupuk NPK 50% rekomendasi pada lahan masam Serang memberikan hasil kedelai yang setara dengan pemupukan dosis rekomendasi.

Kata kunci: kedelai, *Glycine max*, lahan masam, pupuk hayati, pupuk kimia

ABSTRACT

The effect of biofertilizer on the growth and seed yield of soybean yield grown in Ultisols Serang. An effort to increase the development and productivity of soybean grown in acid soils has not been met the expectation. High soil acidity (soil pH <5.5), high exchangeable Al saturation (>20%), and low availability of N, P, K, Ca, Mg often constrain the growth and yield of soybean, and therefore, the increase of soybean productivity is rely on ameliorant and inorganic fertilizer. The purpose of this study was to determine the effectiveness of biofertilizers on soybean yield grown in acid soil. The experiment was conducted from July–October 2014 in a greenhouse of Indonesian Soil Research Institute (ISRI), employed the Ultisols obtained from Sukarame village, Cikeusal Subdistrict, Serang Region. Argomulyo variety was used as planting material, and two crops were grown in each pot. There were 15 treatments that arranged in a randomized block design, four replicates, namely: negative control/without fertilizer; 50% dose of chemical NPK fertilizers; 100% dose of chemical NPK fertilizers (50 kg urea+100 kg SP36+100 kg KCl/ha), and twelve combinations of biofertilizers (Agrisoy+Biovam+Starmix, Agrisoyplus, Beyonic⁺, Biotrico, Provibio, Rhizobiost, Bio-SRF, Biomige, Biocoat, Padjarsoya, Agrifit,

and BioPF) with 50% dose of chemical NPK fertilizers. These biofertilizers were obtained from several institutions (Agency for Agricultural Research and Development, LIPI, BPPT, IPB and Padjadjaran University). The results showed that soybean plants applied with biofertilizer of Agrisoyplus+Biovam+StarTmix, Agrisoyplus, Biotricho, RhizoBiost, Bio SRF, Agrifit, BioPF combined with 50% dose of chemical NPK fertilizers produced the same seed yield as those plants treated with 100% dose of NPK chemical fertilizers.

Key words: soybean, acid soil, biofertilizer, chemical fertilizer

PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya alih fungsi lahan, makin menyempit peluang penggunaan lahan sawah untuk usaha pertanian sehingga pengalihan usaha ke lahan kering makin penting (Departemen Pertanian 2004). Upaya peningkatan produksi kedelai pada lahan kering dihadapkan pada berbagai kendala antara lain kemasaman tanah. Menurut Mulyani (2006), luas lahan masam yang sesuai untuk pengembangan tanaman pangan di Indonesia mencapai 18 juta ha.

Lahan kering masam dicirikan oleh tingkat kemasaman tinggi, ketersediaan unsur-unsur N, P, K, Ca, dan Mg rendah (Sanchez 1992). Tingkat kemasaman yang tinggi (pH <5,5), kejenuhan Al-dd tinggi, serta ketersediaan hara N, P, K, Ca, dan Mg rendah sering menjadi kendala untuk mencapai hasil optimal (Harsono *et al.* 2012), sehingga produktivitas tanaman sangat bergantung pada penggunaan amelioran dan pupuk kimia.

Lahan kering yang didominasi oleh Alfisol, Ultisol dan Oksisol memiliki produktivitas yang rendah (Hakim 2002), sehingga menjadi kendala dalam pengembangannya. Upaya peningkatan produktivitas kedelai di lahan masam, hingga kini dinilai belum memenuhi harapan. Kegiatan pertanian dengan penggunaan pupuk dan pestisida yang tidak bijaksana menyebabkan pencemaran air dan menimbulkan efek residu pada produk pertanian, yang dapat membahayakan kesehatan manusia. Untuk mengembalikan atau revitalisasi kesehatan tanah dan mempertahankan keberlanjutan ekosistem pertanian, diperlukan sistem pertanian ramah lingkungan dengan menjaga keselarasan komponen ekosistem (manusia, hewan, tanaman dan sumber daya alam) secara berkesinambungan dan lestari (Bunning dan Jimenes 2003).

Oleh karena itu diperlukan terobosan inovasi budidaya yang dapat meningkatkan produktivitas secara efisien dan berkelanjutan, diantaranya penggunaan pupuk hayati. Penggunaan pupuk hayati ditengarai mampu mensubstitusi penggunaan pupuk kimia pada usahatani tanaman pangan/hortikultura lebih dari 50%, efektif meningkatkan produktivitas tanaman dan bersifat ramah lingkungan. Banyaknya pupuk hayati yang beredar di masyarakat merupakan indikasi bahwa pupuk hayati memiliki prospek yang baik untuk dijadikan alternatif dalam pengelolaan pupuk secara berimbang dan ramah lingkungan. Oleh karena itu dalam rangka mendapatkan teknologi pupuk hayati unggulan baru pupuk hayati prospektif perlu diuji pada berbagai jenis tanaman diantaranya kedelai.

Penggunaan pupuk hayati sebagai upaya peningkatan efisiensi pemupukan merupakan peluang yang baik untuk memperoleh keuntungan yang layak dan berkesinambungan. Berbagai mikroba tanah dapat berperan dalam penyediaan hara, penghasil hormon tumbuh dan zat anti penyakit sehingga bisa dimanfaatkan untuk membantu tanaman dalam penyediaan dan pengambilan hara, serta meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Anas (2010) mengelompokkan jenis pupuk hayati yang meliputi: (1) bakteri penambat N₂-

udara, baik secara simbiotik maupun nonsimbiotik, (2) mikroba pelarut fosfat (bakteri maupun fungi), (3) mikroba penghasil senyawa pengatur tumbuh, (4) mikroba yang dapat memperluas permukaan akar, (5) mikroba perombak bahan organik atau dekomposer, dan (6) mikroba pelindung tanaman dari hama-penyakit.

Beberapa peneliti dari Badan Litbang Pertanian, LIPI, BPPT, dan IPB telah menemukan berbagai pupuk hayati yang dapat meningkatkan produktivitas tanaman kedelai di lahan masam (Harsono *et al.* 2013), diantaranya adalah Agrisoy, Agrimeth, Biopeat, Probio dan Kedelai Plus. Melalui Konsorsium Pupuk Hayati Unggulan Nasional pada tahun 2012–2014, pupuk hayati tersebut telah diuji, baik dalam skala petak percobaan maupun demplot pada tanaman padi, kedelai, dan cabai. Pada tahun 2014 pupuk hayati tersebut telah diuji pada skala luas di Provinsi Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Lampung dan Jambi.

Untuk menjangkau produk pupuk hayati yang baru maka mulai tahun 2013, Balitbangtan melalui konsorsium dengan IPB, LIPI, BPPT, dan UNPAD, menjangkau produk pupuk hayati baru yang dihasilkan oleh lembaga penelitian tersebut. Inovasi teknologi pupuk hayati diharapkan dapat mendukung program peningkatan produksi kedelai melalui peningkatan produktivitas.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Balai Penelitian Tanah di Sindangbarang Bogor menggunakan tanah Ultisol dari Desa Sukarame, Kecamatan Cikeusal, Kabupaten Serang, Provinsi Banten. Jenis pupuk hayati yang dihasilkan oleh Balitbangtan, IPB, Unpad, LIPI dan BPPT diuji pada tanaman kedelai varietas Argomulyo.

Tabel 1 . Perlakuan pupuk hayati unggulan baru yang diuji pada tanaman kedelai.

Perlakuan	Urea	SP-36	KCl	Pupuk hayati
Kontrol	0	0	0	-
Dosis rekomendasi	100%	100%	100%	-
½ Dosis	50%	50%	50%	-
Agrisoy+Biovam+StarTmik	50%	50%	50%	(0,3 kg Agrisoy+5 kg Biovam)/ha + (15 L/ha) StarTmik
Agrisoyplus	50%	50%	50%	0,3 kg/ha
Beyonic+	50%	50%	50%	5 kg BioVam/ha (benih), 10 L Starmik/ha (3 kali : 1 MST, 3 MSt, 5 MST) (40cc/L) @5 L
Biotricho	50%	50%	50%	50 kg+kompos
Provibio	50%	50%	50%	15 L/ha
Rhizo-BIOST	50%	50%	50%	200 g/ha (perlakuan benih)
Bio-SRF	50%	50%	50%	100 kg/ha
BioMIGE	50%	50%	50%	2,4 kg/ha
Biocoat	50%	50%	50%	30 kg/ha (perlakuan benih)
Padjar-Soya	50%	50%	50%	200 g/ha (5 sachet @ 40 g); perlakuan benih: 10 g/kg benih
Agrifit	50%	50%	50%	200 g/ha (5 sachet @ 40 g); perlakuan benih: 10 g/kg benih
BioPF	50%	50%	50%	10 ml/L

Keterangan: Pemupukan dasar : pupuk organik 2 t/ha, dolomit 500 kg/ha, pemupukan dosis rekomendasi (50 kg/Urea, 100 kg/ha SP-36, 100 kg/ha KCl).

Percobaan terdiri atas dua seri yaitu untuk pengamatan fase pembungaan dan panen, masing-masing 4 ulangan. Rancangan yang digunakan adalah acak kelompok, mengguna-

kan pot yang diisi tanah kering angin sebanyak 5 kg/pot, dua tanaman/pot. Pupuk hayati yang diuji adalah Agrifit, Agrisoy, Agrisoyplus, Biotricho dan BioPF (Balitbangtan), Beyonic (LIPI), Bio Mige, BioSRF dan Biocoat (BPPT), Provibio dan Rhizobiost (IPB), PadjarSoya (UNPAD), Agrisoy+Biovam+StarTmik (aplikasi gabungan antara produk Balitbangtan dan LIPI). Cara dan dosis aplikasi pupuk hayati disesuaikan dengan SOP (Standar Operasional Prosedur) dari masing-masing pupuk hayati yang diberikan oleh inventor pupuk hayati dengan perlakuan tersaji pada Tabel 1. Pupuk kandang (2 t/ha) dan dolomit (500 kg/ha) diaplikasikan 1 minggu sebelum tanam, pupuk kimia (Urea, SP36 dan KCl) diberikan pada 1 minggu setelah tanam.

Parameter yang diamati meliputi sifat kimia tanah lengkap sebelum perlakuan. Contoh tanah diambil dari lapang secara komposit pada kedalaman lapisan sekitar 20 cm dari permukaan. Tinggi tanaman dan jumlah daun diamati setiap minggu. Jumlah bintil akar efektif, bobot kering tanaman, bobot kering akar dan panjang akar diamati pada saat tanaman berumur 45 hari, pada tiap-tiap pot (2 tanaman/pot). Pengamatan pada saat panen meliputi tinggi tanaman, jumlah polong isi, bobot 100 biji, hasil biji kering, dan keefektifan agronomi. Untuk mengetahui keefektifan agronomi atau *Relatif Agronomic Effectiveness* (RAE) pupuk hayati yang diuji dihitung dengan rumus sebagai berikut (Machay *et al.* 1984):

$$RAE = \frac{\text{Hasil pupuk hayati yang diuji} - \text{Kontrol}}{\text{Hasil pupuk rekomendasi (standar)} - \text{Kontrol}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Kimia Tanah Sebelum Percobaan

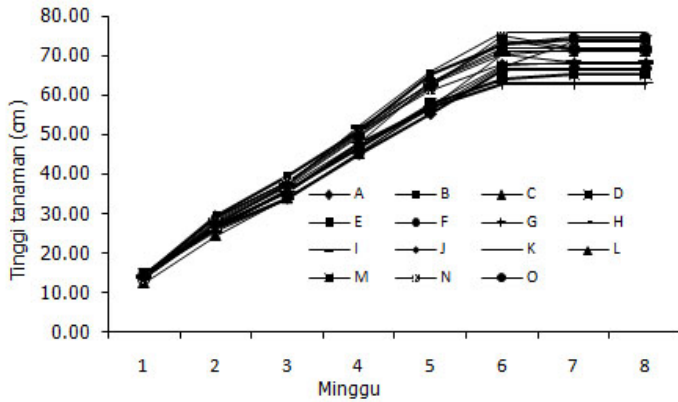
Tanah yang digunakan untuk penelitian dari Desa Sukarame, Kecamatan Cikeusal, Kabupaten Serang, Provinsi Banten, tergolong masam dengan pH 5,3. Selain itu, tanah memiliki kandungan bahan organik (C) sangat rendah, N, Ca dan Mg rendah, K sedang, Na tinggi, KTK rendah, dan Mn sangat tinggi dengan kejenuhan Al-dd tergolong rendah (Tabel 2). Dengan sifat kimia tanah seperti yang tertera pada Tabel 2 tersebut, maka sasaran penelitian pada lahan masam dapat terpenuhi.

Tabel 2. Sifat kimia tanah Ultisols dari Kp Bangkong, Ds. Sukarame, Kecamatan Cikeusal, Provinsi Banten.

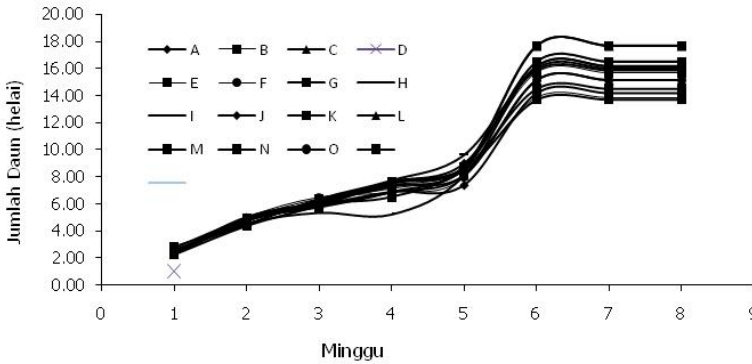
Sifat kimia tanah	Nilai	Status
pH H ₂ O	5,30	Masam
C (%)	0,52	Sangat rendah
N (%)	0,05	Sangat rendah
P ₂ O ₅ (HCl 25%)(mg/100 g)	28	Sangat Tinggi
K ₂ O (HCl 25%) (mg/100g)	14	Rendah
P ₂ O ₅ (ppm)	23,6	Rendah
K _{dd} (cmol/kg)	0,21	Sedang
Na _{dd} (cmol/kg)	0,15	Tinggi
Ca _{dd} (cmol/kg)	2,19	Rendah
Mg _{dd} (cmol/kg)	0,61	Rendah
KTK (me/100 g)	6,88	Rendah
Kejenuhan Al (%)	9,14	Rendah

Pertumbuhan Tanaman

Perlakuan pupuk hayati menunjukkan pola yang sama, laju penambahan tinggi tanaman dan jumlah daun mulai melambat pada minggu ke-6, dan selanjutnya pertumbuhan tanaman terhenti. Pada minggu ke-7 dan 8 pertumbuhan tanaman dan jumlah daun menunjukkan kurva yang mendatar (Gambar 1 dan 2). Tinggi tanaman pada minggu ke-8, dengan beberapa perlakuan pupuk hayati dan pemupukan 50% NPK rekomendasi tidak menunjukkan perbedaan nyata dibandingkan dengan pupuk rekomendasi (Tabel 3). Agri-soyplus, BioSRF dan Padjarsoya yang dikombinasikan dengan perlakuan 50% NPK rekomendasi nyata meningkatkan jumlah daun dibandingkan perlakuan NPK rekomendasi.



Gambar 1. Tinggi tanaman kedelai pada umur 1–8 MST pada berbagai perlakuan pupuk hayati di rumah kaca.



Gambar 2. Jumlah daun kedelai umur 1–8 MST pada berbagai perlakuan pupuk hayati di rumah kaca.

Pengaruh pupuk hayati yang memiliki jumlah bintil akar setara dengan pemupukan NPK rekomendasi adalah Agri-soy+Biovam+StarTmik, Agri-soy Plus, dan BioSRF (Tabel 3).

Pupuk hayati yang diuji belum dapat meningkatkan bobot kering tanaman dibandingkan dengan perlakuan pupuk dosis rekomendasi, bahkan sebagian bobot kering tanaman

nyata lebih rendah (Tabel 4). Bobot kering tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan pemupukan dosis rekomendasi yaitu 5,19 g/pot. Pupuk hayati yang berpengaruh terhadap bobot kering tanaman dan setara dengan dosis rekomendasi adalah Agrisoy+Biovam+StarTmik, Agrisoyplus, BioMIGE, dan BioPF. Bobot kering akar tertinggi terdapat pada perlakuan pupuk hayati Agrifit, yang berbeda nyata dengan perlakuan NPK dosis rekomendasi. Akar terpanjang terdapat pada perlakuan BioMige (31,25 cm) diikuti oleh perlakuan Agrisoy+Biovam+StarTmik dan kontrol (Tabel 4). Namun demikian, akar yang panjang tidak selalu diikuti oleh peningkatan bobot kering akar.

Tabel 3. Pengaruh pupuk hayati terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan bintil akar tanaman kedelai varietas Argomulyo umur 8 MST di rumah kaca.

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai/tanaman)	Jumlah bintil akar (bintil/tanaman)
Kontrol	66,33 a	14,17 a	10,00 a
Dosis rekomendasi	71,17 bc	13,83 a	22,00 c
50% Dosis rekomendasi	72,00 c	15,17 b	9,50 a
Agrisoy+Biovam+StarTmik	65,33 a	15,67 b	19,75 c
Agrisoyplus	74,00 c	16,50 c	23,50 c
Beyonic+	74,50 c	16,17 b	14,75 b
Biotricho	63,00 a	16,17 b	15,75 b
PROBIO-New	71,33 bc	15,83 b	7,00 a
Rhizo-BIOST	68,33 bc	16,00 b	13,00 b
Bio-SRF	67,83 b	16,50 c	17,50 c
BioMIGE	75,67 c	17,67 a	9,25 a
Biocoat	68,17 b	13,67 a	8,25 a
Padjar-Soya	65,33 a	17,67 c	9,00 a
Agrifit	73,50 c	15,17 b	12,25 b
BioPF	71,50 bc	14,50 a	10,75 a

Angka selanjur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaan nyata 5% DMRT.

Pupuk hayati BioSRF, Biocoat, BioMIGE, Agrifit, Agrisoy+Biovam+ StarTmik, Padjar-Soya dan BioPF mampu meningkatkan jumlah polong isi per tanaman, dan lebih banyak dibanding kontrol meskipun tidak berbeda dengan perlakuan NPK rekomendasi (Tabel 5). Perlakuan beberapa pupuk hayati dengan pemupukan NPK $\frac{1}{2}$ rekomendasi menunjukkan jumlah polong isi yang setara dengan pemupukan NPK dosis rekomendasi dan jumlah polong isi lebih tinggi dibandingkan perlakuan NPK dosis rekomendasi, yaitu pada perlakuan BioSRF, Biocoat.

Beberapa pupuk hayati tampak belum menunjukkan hasil yang maksimal, untuk pengujian selanjutnya perlu dilakukan perbaikan mutu. Hasil uji mutu menunjukkan beberapa pupuk hayati masih di bawah standar mutu yang ditetapkan oleh Kementerian Pertanian. Semua pupuk hayati yang diuji tidak mengandung bakteri *Salmonella* dan *E. coli*.

Pupuk hayati Bio MIGE, Biocoat dan Padjarsoya, yang dikombinasikan dengan 50% NPK mampu meningkatkan jumlah polong isi/tanaman, namun hasil biji masih rendah dari dosis NPK rekomendasi. Secara visual, ukuran biji pada perlakuan tersebut lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan NPK rekomendasi. Efektivitas agronomi lebih >100% terdapat pada perlakuan Agrisoyplus, Agrifit dan Bio PF dengan nilai *relative agronomi effectiveness* (RAE) sebesar 101,88–105,16%. Hasil kedelai pada perlakuan pupuk hayati

BioSRF lebih tinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan NPK rekomendasi, dengan nilai RAE 140,84%.

Tabel 4. Pengaruh pupuk terhadap bobot kering tanaman, bobot kering akar, dan panjang akar kedelai varietas Argomulyo umur 8 MST di rumah kaca.

No.	Perlakuan	Bobot kering tanaman (g/pot)	Bobot kering akar (g/pot)	Panjang akar (cm)
1	Kontrol	4,01 bc	0,78 a	26,00 c
2	Dosis rekomendasi	5,19 c	1,01 b	23,00 bc
3	50% Dosis rekomendasi	3,88 b	0,75 a	17,50 a
4	Agrisoy+Biovam+StarTmik	4,93 c	0,94 b	26,75 c
5	Agrisoyplus	4,76 c	0,92 b	17,50 a
6	Beyonic+	3,45 a	0,82 a	21,25 ab
7	Biotricho	3,83 b	0,79 a	20,75 ab
8	Provibio	3,41 a	0,67 a	24,00 bc
9	Rhizo-BIOST	3,70 a	0,77 a	23,25 bc
10	Bio-SRF	3,68 a	0,96 b	21,75 ab
11	BioMIGE	4,66 c	0,79 a	31,25 d
12	Biocoat	3,26 a	0,95 b	21,75 b
13	Padjar-Soya	3,92 b	0,80 a	20,50 ab
14	Agrifit	3,88 b	1,35 c	22,25 b
15	BioPF	4,58 c	1,02 b	20,00 ab

Angka selanjur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaan nyata 5% DMRT.

Tabel 5. Pengaruh paket pupuk terhadap jumlah polong isi dan hasil biji kedelai varietas Argomulyo pada umur 8 MST di rumah kaca.

Perlakuan	Jumlah polong isi (buah/2 tan)	Bobot biji (g/2 tan)	RAE (%)
Kontrol	9,00 a	2,26 a	-
Dosis rekomendasi	13,25 c	4,39 c	-
50% Dosis rekomendasi	10,50 a	4,24 c	-
Agrisoy+Biovam+StarTmik	13,00 c	4,27 c	94,37
Agrisoyplus	11,25 b	4,45 c	102,82
Beyonic+	12,50 b	4,13 bc	87,79
Biotricho	11,25 b	3,87 b	75,59
Provibio	9,25 a	2,47 a	9,86
Rhizo-BIOST	11,75 b	4,30 c	95,77
Bio-SRF	15,50 d	5,26 d	140,84
BioMIGE	13,25 c	3,56 b	61,03
Biocoat	14,25 cd	3,43 b	54,93
Padjar-Soya	12,75 bc	3,51 b	58,68
Agrifit	13,25 c	4,43 c	101,88
BioPF	12,75 bc	4,50 cd	105,16

Angka selanjur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaan nyata 5% DMRT.

KESIMPULAN

Aplikasi kombinasi pupuk hayati Agrisoy+Biovam+StarTmix, Agrisoyplus, RhizoBiost, Agrifit, BioPF dengan pupuk NPK 50% rekomendasi pada tanah masam Ultisol Serang

memberikan hasil kedelai yang setara dengan pemupukan NPK dosis rekomendasi. Perlakuan pupuk hayati Agrisoypplus, Agrifit dan BioPF mempunyai RAE 101,88–105,16%. Hasil kedelai pada perlakuan Bio SRF lebih tinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan pemupukan NPK dosis rekomendasi dengan nilai RAE 140,84%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anas, I. 2010. Peranan Pupuk Organik dan Pupuk Hayati dalam Peningkatan Produktivitas Beras Berkelanjutan. SemNas Peranan Pupuk NPK dan Organik dalam Meningkatkan Produktivitas dan Swasembada Beras Berkelanjutan, BB Libang SDLP, 24 Februari 2010, 20 p.
- Bunning, S. and Jimenes, J. 2003. Indicators and Assisment of Soil Biodiversity/Soil Ecosystem Functioning for Farmers and Governments. Presented at the OECD Expert Meeting on Indicator of Soil Erosion and Soil Biodiversity. Rome Italy.: 1–7.
- Departemen Pertanian. 2004. Basis Data, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Hakim, L. 2002. Strategi Perencanaan dan Pengelolaan Lahan Kering Secara Berkelanjutan di Kalimantan. Makalah Falsafah Sains, Program Pascasajana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Harsono. A., Subandi, dan Suryantini 2012. Formulasi pupuk hayati dan organik untuk meningkatkan produktivitas aneka kacang 20% ubi 40 % menghemat pupuk kimia 50%. Laporan Hasil Penelitian Tahun 2010. Balitkabi. 53 Hlm.
- Harsono, Subandi, Harmastini, D. Santosa, dan A. Sarjiya 2013. Kajian keefektifan pupuk hayati pada kedelai di lahan kering masam. Laporan Kerjasama Badan Litbang Pertanian dengan Komite Inovasi Nasional. 22 hlm.
- Machay, A.D., J.K. Syers, and P.E.H. Gregg. 1984. Ability of chemical extraction procedures to assess the agronomic effectiveness of phosphate rock material. *New Zealand J. Agric. Res.* 27:219–230.
- Mulyani, A. 2006. Potensi Lahan Kering Masam untuk Pengembangan Pertanian. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian.* 28:16–17.
- Sanchez, P.A. 1992. *Properties and Management of Soil in the Tropics.* John Willey & Sons. New York. Penerbit Institut Teknologi Bandung. Bandung.