

Optimasi produksi kedelai (*Glycine max* L. Merr) melalui aplikasi pupuk hayati dan budidaya jenuh air di lahan rawa

Optimizing productivity of soybean (Glycine max, L. Merr) through biofertilizer application and saturated soil cultivation on swampland

Bariot HAFIF^{1)*} & Laksmita Prima SANTI²⁾

¹⁾ Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung, Jl. Zainal Abidin Pagar Alam No.1A, Bandar Lampung 35144, Indonesia

²⁾ Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia, Jl. Taman Kencana No. 1, Bogor 16128, Indonesia

Diterima tgl 18 Mei 2016/ disetujui tgl 24 Desember 2016

Abstract

Tidal swampland is a marginal land that has significant potentials for the development of food crops, although its exploration will face several constraints such as low pH, high content of iron (Fe^{2+}), low phosphorus (P), shallow pyrite (FeS_2) layer, high salinity, and excess water. The objective of this study was to investigate the effect of biofertilizer and saturated soil cultivation in improving nutrient use efficiency and productivity of soybean in the tidal swamp. The field experiment was arranged in a splits plot design with 2 x 3 x 4 treatments and 3 replications respectively. The treatment in the main plot was soybean cultivation techniques (B) consisting of farmer's cultivation method (B1) and saturated soil cultivation (B2). The subplot treatment was soybean superior varieties consisting of Anjasmoro (V1), Argomulyo (V2) and Grobogan (V3) and the sub-subplot treatment was fertilization (P) consisting of a 100% of standard dose of NPK (P1) and the use of biofertilizer (1 kg) combined with NPK; 100% of standard dose (P2), 75% of the standard dose (P3), and 50% of the standard dosages (P4) per hectare. The results showed that *Bradyrhizobium japonicum* R6 and *Aeromonas punctata* RJM3020 as an active ingredient of biofertilizer was effective to reduce chemical fertilizer NPK up to 50% of the standard dose commonly applied to soybean cultivation by farmers. Anjasmoro varieties treated with this biofertilizer and combined with 50% of standard dosages of NPK could produce up to 2.798 kg of dry beans/ha under saturated soil cultivation.

[Keywords: soybean, biofertilizer, saturated soil cultivation, tidal swamp]

Abstrak

Lahan rawa pasang surut merupakan lahan marginal yang memiliki potensi cukup besar untuk pengembangan pertanian tanaman pangan, meskipun dalam pemberdayaannya berhadapan dengan beberapa kendala seperti pH tanah rendah,

kandungan besi (Fe^{2+}) tinggi, kandungan fosfor (P) rendah, lapisan pirit (FeS_2) relatif dangkal, kadar salinitas tinggi, dan volume air berlebih. Tujuan penelitian ini adalah menguji kemampuan pupuk hayati dan budidaya jenuh air dalam memperbaiki efisiensi penggunaan hara dan produktivitas kedelai di lahan rawa pasang surut. Percobaan lapang menggunakan rancangan petak-petak terpisah dengan perlakuan 2 x 3 x 4 dan masing-masing diulang 3 kali. Sebagai petak utama ialah teknik budidaya kedelai (B) yang terdiri atas budidaya cara petani (B1) dan budidaya jenuh air (B2). Perlakuan pada anak petak yaitu kedelai varietas unggul baru (VUB) yang terdiri atas Anjasmoro (V1), Argomulyo (V2) dan Grobogan (V3). Sedangkan perlakuan pada anak-anak petak adalah pemupukan (P) yang terdiri atas NPK 100% dosis standar (P1), dan penggunaan 1 kg pupuk hayati yang dikombinasi dengan NPK; 100% dosis standar (P2), 75% dosis standar (P3), dan 50% dosis standar (P4) per hektar. Hasil penelitian memperlihatkan penggunaan *Bradyrhizobium japonicum* R6 dan *Aeromonas punctata* RJM3020 sebagai bahan aktif pupuk hayati dapat menghemat penggunaan pupuk kimia NPK sampai dengan 50% dari dosis standar yang biasa diaplikasikan petani untuk budidaya kedelai. Di dalam sistem budidaya jenuh air, kedelai varietas Anjasmoro yang diperlakukan dengan pupuk hayati dengan kombinasinya menggunakan pupuk NPK 50% dari dosis standar dapat menghasilkan biji kering sampai dengan 2.798 kg/ha.

[Kata kunci: kedelai, pupuk hayati, budidaya jenuh air, lahan rawa pasang surut]

Pendahuluan

Lahan rawa merupakan lahan marginal yang memiliki potensi cukup baik untuk dikelola menjadi areal pertanian termasuk pertanian tanaman pangan. Di Indonesia luas lahan rawa pasang surut sekitar 20,1 juta hektar dan sekitar 9,9 juta hektar diantaranya berpotensi untuk ekstensifikasi lahan (Haryono, 2013).

*) Penulis korespondensi: hafif_bariot@yahoo.co.id

Sementara itu, luas lahan rawa di Provinsi Lampung sekitar 104.455 ha (Sudaryanto *et al.*, 2002). Pada tahun 2013 luasan lahan rawa yang belum digarap di daerah ini tinggal 35.132 ha yang terdiri atas rawa 29.732 ha dan tanggul sepanjang alur pasang surut seluas 5.400 ha (Sukarman *et al.*, 2013).

Pemanfaatan lahan rawa pasang surut untuk pengembangan tanaman pangan terkendala pada sifat fisika, kimia, dan biologi tanah sebagai faktor pembatas pertumbuhan tanaman, seperti pH rendah, kandungan besi (Fe^{2+}) tinggi, kandungan P rendah, lapisan pirit (FeS_2) relatif dangkal, kadar salinitas tinggi dan volume air berlebih (Achmadi & Las, 2006; Nazemi *et al.*, 2012) serta rendahnya populasi mikroorganisme tanah. Selain itu, tanah lahan rawa yang telah dibuka dan dimanfaatkan di daerah tropik secara umum kandungan haranya cepat menurun (Ismawi *et al.*, 2012; Könönen *et al.*, 2015).

Salah satu strategi untuk meningkatkan ketersediaan hara di tanah rawa ialah dengan mengaplikasikan pupuk hayati. *B. japonicum* R6 dan *A. punctata* RJM3020 merupakan bakteri yang digunakan sebagai bahan aktif pupuk hayati (Goenadi & Santi, 2009). *B. japonicum* R6 merupakan kelompok bakteri penambat nitrogen yang bersimbiosis dengan perakaran kacang-kacangan serta efektif dalam pembentukan nodul pada perakaran kedelai (Noh *et al.*, 2015; Amel *et al.*, 2014). Hasil penelitian Hungria *et al.*, (2006) mendapatkan bahwa *B. japonicum* dapat meningkatkan kemampuan kedelai dalam memfiksasi N_2 sampai 300 kg N/ha. Penggunaan *Bradyrhizobium* di lahan rawa pasang surut yang diberi kapur di Sumatera Selatan, mampu meningkatkan produksi kedelai sampai 161% (Forum for Nuclear Cooperation in Asia 2005). *A. punctata* RJM 3020 adalah bakteri pelarut fosfat (*phosphate solubilizing bacteria*) yang dapat meningkatkan ketersediaan hara terutama P di dalam tanah dan memantapkan stabilitas agregat tanah (Goenadi & Santi, 2009). Penggunaan bakteri pelarut fosfat diharapkan mampu meningkatkan ketersediaan hara P di lahan rawa pasang surut karena ketersediaan P di lahan tersebut rendah dan kebanyakan dalam bentuk P organik (Andriess, 1988).

Budidaya jenuh air merupakan penanaman dengan dukungan ketersediaan air melalui penjenjuran lapisan tanah secara terus menerus. Pada lahan pasang surut kelebihan air dianggap sebagai salah satu kendala dalam pemanfaatan lahan untuk budidaya tanaman pangan (Lakitan & Govar, 2013). Penerapan cara pengelolaan yang tepat diharapkan dapat mengubah tantangan itu menjadi suatu peluang (Haryono, 2013). Salah satunya ialah melalui penerapan budidaya jenuh air yang mampu memperbaiki pertumbuhan dan

meningkatkan produksi kedelai di lahan rawa (Ghulamahdi *et al.*, 2009; Ghulamahdi, 2011; Sahuri & Ghulamahdi, 2014). Hasil penelitian ini memaparkan penggunaan pupuk hayati yang dikombinasikan dengan pupuk NPK di dalam teknik budidaya jenuh air untuk meningkatkan efisiensi pemupukan dan produktivitas kedelai varietas unggul baru (VUB) di lahan rawa pasang surut.

Bahan dan Metode

Mikroorganisme

Dua jenis bakteri yang digunakan sebagai bahan aktif untuk kegiatan riset di lapang ini adalah *B. japonicum* R6 dan *A. punctata* RJM3020. Bakteri tersebut merupakan koleksi biakan di Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia (PPBBI), Bogor. Berdasarkan hasil kegiatan riset terdahulu (Goenadi & Santi, 2009), kedua biakan ini telah terbukti dapat meningkatkan produksi kedelai di lahan marginal. Dua bakteri bahan aktif ini dapat tumbuh pada pH tanah dengan kisaran 4,0-9,0. *B. japonicum* R6 dipelihara dalam agar miring berisi medium padat yeast manitol agar (YMA) dengan komposisi (per liter medium): 10 g Mannitol; 0,5 g K_2HPO_4 ; 0,5 g ekstrak khamir; 0,2 g $MgSO_4 \cdot 7H_2O$; 0,1 g NaCl; 0,25% congo red (10 mL); 1 L akuades, 15 g agar bacto dan pH diatur menjadi $6,8 \pm 0,2$ pada temperature $25^\circ C$. Sementara itu *A. punctata* JM3020 ditumbuhkan dalam medium Pikovskaya dengan komposisi (per liter medium): 10 g glukosa; 0,2 g NaCl; 0,1 g KCl; 0,1 g $MgSO_4 \cdot 7H_2O$; 0,004 g $MnSO_4 \cdot H_2O$; 0,002 g $FeSO_4 \cdot 7H_2O$; 5 g $Ca_3(PO_4)_2$; 0,5 g $(NH_4)_2SO_4$; 0,5 g ekstrak khamir, 15 g agar bacto, 1 L akuadest dan pH diatur menjadi $7,2 \pm 0,2$ pada temperatur $25^\circ C$. Perbanyak *B. japonicum* R6 dan *A. punctata* RJM3020 masing-masing dilakukan dalam medium cair YMA dan Pikovskaya, dengan masa inkubasi 72 jam pada temperatur ruang. Selanjutnya kedua kultur bakteri tersebut diinokulasikan ke dalam bahan pembawa campuran gambut dan zeolit (1:3) yang sebelumnya sudah dipasteurisasi terlebih dahulu. Untuk keperluan aplikasi, populasi masing-masing inokulan minimal 10^7 cfu per gram bahan pembawa.

Lokasi dan rancangan percobaan

Penelitian dilaksanakan di areal persawahan lahan rawa pasang surut di Kecamatan Sragi, Kabupaten Lampung Selatan. Secara geografis lokasi penelitian lebih kurang terletak pada $105^\circ 45' 57''$ Bujur Timur dan $5^\circ 37' 11''$ Lintang Selatan. Tanah di areal lahan rawa ini termasuk dalam subgroup Endoaquepts dan sebagian Sulfaquepts (Bahri *et al.*, 2004). Hasil analisis

kimia tanah yang disajikan pada Tabel 1 menunjukkan reaksi tanah kategori masam (pH 5,2), C-organik dan N kategori rendah, P potensial kategori sedang, K potensial kategori rendah, kation K dan Ca dapat ditukar kategori sedang dan Mg dapat ditukar kategori tinggi, kejenuhan basa kategori tinggi dan kejenuhan aluminium kategori rendah (Sulaeman *et al.*, 2015). Total curah hujan tahunan di daerah ini berkisar 1700 – 2000 mm dengan curah hujan pada bulan basah (November–April) 1.000 mm dan pada bulan kering (April – November) 750 mm (Nurhayati *et al.*, 2010). Rata-rata suhu udara 26,0 – 26,9 °C dengan kelembaban udara 77,0 – 84,5 %.

Penelitian menggunakan rancangan petak-petak terpisah (*split-split plot design*). Sebagai petak utama adalah teknik budidaya kedelai (B) yang terdiri atas budidaya konvensional oleh petani setempat (B1) dan budidaya jenuh air (B2) yaitu melakukan penjenuhan siring-siring yang dibuat pada lahan penanaman kedelai berukuran; dalam 30 cm dan lebar 25 cm dengan jarak antar siring 2 m. Penjenuhan sampai muka air sekitar 15 cm dari permukaan tanah dilakukan dengan bantuan pompa air. Pengontrolan perlakuan dilakukan setiap 3 hari untuk mengembalikan tinggi muka air ke batas 15 cm dari permukaan tanah. Proses penjenuhan air tanah dimulai dari saat tanam sampai warna polong kedelai kecokelatan.

Sebagai anak petak yaitu kedelai varietas unggul baru (VUB) (V) yang terdiri atas kedelai varietas Anjasmoro (V1), Argomulyo (V2) dan Grobogan (V3). Perlakuan pada anak-anak petak terdiri atas pemupukan (P) yakni NPK 100% dosis standar (P1), dan penggunaan pupuk hayati 1 kg untuk melapisi 25 kg benih kedelai yang

masing-masing dikombinasi dengan NPK; 100% dosis standar (P2), 75% dosis standar (P3), dan 50% dosis standar (P4). Adapun dosis standar pupuk NPK untuk penanaman kedelai di lokasi ini adalah: 100 kg Urea/ha, 150 kg SP-36/ha dan 50 kg KCl/ha. Pupuk NPK diaplikasi 1 kali secara serempak saat 3 hari sesudah tanam kedelai. Penanaman kedelai dilakukan dengan cara ditugal dan biji kedelai dibenamkan 2-3 biji per lubang tanam. Ukuran anak-anak petak masing-masing 10 x 20 m. Dua minggu sebelum perlakuan, tanah diberi kapur dolomit sebanyak 1,5 ton/ha. Dosis pemberian kapur ini didasarkan atas pengukuran pH pada tanah rawa (Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa, 2012).

Analisis tanah dilakukan kembali setelah perlakuan dan mencakup kadar C-organik, N total, P tersedia dan K dapat dipertukarkan berdasarkan metoda yang dikemukakan oleh Sulaeman *et al.*, (2005). Sementara itu, keragaan pertumbuhan kedelai dilihat melalui peubah: hasil biji kering (kg/ha), tinggi tanaman (cm), jumlah polong (buah), dan bobot 100 biji (g). Data yang dikumpulkan selanjutnya dianalisis secara statistik menggunakan program SPSS. Uji lanjut (*post hoc*) dengan uji jarak ganda Duncan pada taraf nyata 1 dan 5%.

Hasil dan Pembahasan

Pengaruh perlakuan

Penanaman kedelai pada lahan rawa pasang surut dengan mengelola air secara tepat, menggunakan varietas yang sesuai kondisi agroekologi dan dosis pupuk beserta kombinasinya yang tepat, diharapkan mampu meningkatkan produktivitas tanaman dan memperdayakan lahan yang tersedia untuk

Tabel 1. Beberapa sifat kimia tanah sawah lahan rawa pasang surut Lampung Selatan.

Table 1. Selected chemical properties of rice-field soil in the tidal swampland in South Lampung.

Peubah Parameter		Contoh 1 (Sample 1)	Contoh 2 (Sample 2)	Rata-rata (Average)
pH	H ₂ O	5,2	5,2	5,2
	KCl	4,7	4,8	4,8
C (Total C) (%)		1,2	1,0	1,1
N (Total N) (%)		0,09	0,14	0,11
P (Potential P) (mg P ₂ O ₅ /100 g)		29,5	18,2	23,8
K (Potential K) (mg K ₂ O/100 g)		10,5	13,8	12,1
Kation yang dapat dipertukarkan (Exchangeable cations)				
K (cmol ₍₊₎ /kg)		0,5	0,4	0,5
Na (cmol ₍₊₎ /kg)		0,9	0,7	0,8
Ca (cmol ₍₊₎ /kg)		6,9	5,8	6,4
Mg (cmol ₍₊₎ /kg)		2,8	2,9	2,9
Al (cmol ₍₊₎ /kg)		0,4	0,3	0,3
H (cmol ₍₊₎ /kg)		0,8	0,6	0,7
KTK (CEC) (cmol ₍₊₎ /kg)		18,5	14,9	16,7
Kejenuhan basa (Base saturation) (%)		59,9	66,6	63,3
Kejenuhan aluminium (Al saturation) (%)		3,4	3,2	3,3

pertanian di Provinsi Lampung pada khususnya. Berdasarkan hasil riset lapangan ini diketahui perlakuan teknis budidaya (B) dan kedelai VUB (V) berpengaruh sangat nyata ($p \leq 0,01$) terhadap hasil biji, tinggi tanaman, jumlah polong dan bobot 100 g biji kering kedelai. Interaksi antara B dan V berpengaruh sangat nyata ($p \leq 0,01$) terhadap hasil biji dan berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) terhadap jumlah polong. Perlakuan cara pemupukan (P) berpengaruh sangat nyata ($p \leq 0,01$) terhadap tinggi tanaman (Tabel 2). Demikian pula interaksi antara V dan P berpengaruh nyata ($p \leq 0,05$) terhadap tinggi tanaman. Sementara interaksi antara B dengan V dan P tidak berpengaruh nyata terhadap variabel-variabel respon tersebut.

Keragaan pertumbuhan tanaman kedelai

Kedelai VUB Anjasmoro secara genetik memiliki potensi tinggi tanaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan varietas Argomulyo dan

Grobogan. Namun dalam menghasilkan polong per tanaman ditentukan oleh interaksi antara faktor genetik dan lingkungan tumbuhnya seperti kesuburan tanah, ketersediaan air dan cara pengelolaan tanaman (Suhartina, 2005). Kedelai VUB Anjasmoro mampu beradaptasi secara baik dengan karakteristik agroekologi lahan rawa, salah satunya kondisi jenuh air (Ghulamahdi 2011; Ghulamahdi *et al.*, 2012).

Dari uji statistik diketahui beberapa perlakuan pemupukan (P1, P2, P3, dan P4) dan interaksinya dengan kedelai VUB berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan tidak nyata terhadap jumlah polong pada ketiga kedelai VUB (Tabel 2). Rata-rata tinggi tanaman kedelai pada perlakuan P2 (pupuk hayati + NPK 100% dosis standar) lebih tinggi dibandingkan pada perlakuan pemupukan lainnya. Hal itu mengindikasikan pertumbuhan tanaman kedelai khususnya tinggi tanaman dipengaruhi oleh ketersediaan hara di dalam tanah. Namun demikian produksi dan jumlah

Tabel 2. Rata-rata produksi, tinggi, jumlah polong dan bobot 100 butir biji kedelai VUB dengan perlakuan pupuk hayati dan perbedaan teknik budidaya di lahan rawa pasang surut Lampung Selatan.

Table 2. The average yield, height, number of pods and weight of 100 seeds of superior soybean varieties treated with biofertilizer and different cultivation in the tidal swampland in South Lampung.

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Variabel respon (<i>Response variable</i>)			
	Hasil (<i>Yield</i>) (kg/ha)	Tinggi (<i>Height</i>) (cm)	Polong (<i>Pod numbers</i>)	Bobot 100 biji (<i>100-seed</i> <i>weight</i>) (g)
Teknis Budidaya (<i>Cultivation</i>) (B)				
• Cara petani (<i>Farmers method</i>) (B1)	850,6	42,4	22,8	19,2
• Budidaya jenuh air (<i>Saturated soil</i>) (B2)	1140,8	44,2	20,5	20,4
Sig.	0,000	0,009	0,007	0,002
Kedelai VUB (<i>Soybean variety</i>) (V)				
• Anjasmoro (V1)	1235,1	50,1	29,2	19,8
• Argomulyo (V2)	1079,9	44,7	17,8	17,7
• Grobogan (V3)	672,1	35,2	18,0	21,8
Sig.	0,000	0,000	0,000	0,000
Pemupukan (<i>Fertilizing</i>) (P)				
• P1	1.012,9	44,7	21,7	20,1
• P2	1.012,7	45,0	23,0	19,5
• P3	959,7	41,7	20,1	19,6
• P4	997,3	41,9	21,9	19,9
Sig.	0,934	0,001	0,088	0,503
ANOVA				
• B*V	**	TN	**	TN
• B*P	TN	TN	TN	TN
• V*P	TN	*	TN	TN
• B*V*P	TN	TN	TN	TN

Keterangan (*notes*):

P1 = Pemupukan NPK 100% dosis standar ($P1 = NPK\ 100\%\ standard\ dosages$); P2 = Pupuk hayati + NPK 100% dosis standar ($P2 = Biofertilizer + NPK\ 100\%\ standard\ dosages$); P3 = Pupuk hayati + NPK 75% dosis standar ($P3 = Biofertilizer + NPK\ 75\%\ standard\ dosages$); P4 = Pupuk hayati + NPK 50% dosis standar ($P4 = Biofertilizer + NPK\ 50\%\ standard\ dosages$).

* Beda nyata pada $P \leq 0,05$ (*significant at the $P \leq 0.05$ probability level*)

**Beda sangat nyata (*significant at the $P \leq 0,01$ probability level*)

TN = Tidak beda nyata pada $P \leq 0,05$ (*no significant differences at $P \leq 0.05$*)

polong kedelai VUB pada perlakuan pemupukan P2 tidak berbeda nyata dengan parameter yang sama pada perlakuan pemupukan lainnya. Data ini mengindikasikan bahwa penggunaan pupuk hayati yang dikombinasikan dengan penggunaan pupuk NPK sampai dengan 50% dosis standar (P4) terbukti efektif dalam menghemat penggunaan pupuk NPK, karena produktivitas kedelai yang diperoleh sama dengan perlakuan pupuk 100% dosis standar.

Keragaan pertumbuhan kedelai VUB Anjasmoro, Argomulyo dan Grobogan yang ditanam di lahan rawa pasang surut mengindikasikan pula bahwa untuk optimasi produksi kedelai di lahan tersebut, disamping aplikasi teknis budidaya jenuh air, pemilihan varietas dan teknik pemupukan yang tepat dapat meningkatkan efektivitas budidaya kedelai. Dari ketiga varietas kedelai yang diuji, Anjasmoro dan Argomulyo dinilai lebih adaptif terhadap kondisi lahan pasang surut. Ghulamahdi (2011) juga melaporkan kedelai VUB Anjasmoro mampu berproduksi secara baik di lahan rawa pasang surut.

Keragaan produksi dan bobot biji kedelai

Produksi kedelai Anjasmoro dan Argomulyo dengan pemberian pupuk hayati yang dikombinasikan dengan perlakuan P3 dan P4 lebih baik dibandingkan dengan kedelai Grobogan pada perlakuan P1 dan P2, khususnya pada petak aplikasi teknis budidaya jenuh air (B2). Rata-rata produksi biji kering ketiga VUB kedelai pada petak kelompok II didapatkan lebih tinggi dan berbeda sangat nyata ($p \leq 0,01$) dengan produksi biji kering pada kelompok I dan III (Tabel 3). Produksi biji kering kedelai VUB Anjasmoro dan Argomulyo khususnya yang diberi perlakuan pupuk hayati yang dikombinasikan dengan NPK (P2, P3 dan P4) di petak utama B2 (budidaya jenuh air) pada kelompok II relatif tinggi, masing-masing 2,626 – 2,989 kg/ha dan 2,387 – 2,610 kg/ha. Kondisi jenuh air yang lebih stabil (hasil pemantauan di lapangan), dimana kehilangan air melalui rembesan dan perkolasi dari petak kelompok II pada percobaan di musim kemarau tersebut lebih mudah dikendalikan, disebabkan petak-petak percobaan kelompok II yang dikelilingi oleh petak-petak percobaan kelompok I dan III, ialah alasan utama penyebab pertumbuhan dan produksi kedelai VUB, khususnya varietas Anjasmoro dan Argomulyo lebih baik pada kelompok II. Produksi kedelai pada petakan tersebut khususnya varietas Anjasmoro, lebih tinggi jika dibandingkan dengan dengan penelitian Ghulamahdi (2011) pada varietas yang sama dengan menggunakan teknik budidaya jenuh air tetapi tanpa menggunakan pupuk hayati.

Rata-rata bobot 100 butir biji kedelai varietas Anjasmoro dan Argomulyo pada perlakuan B2

juga lebih baik dibandingkan pada perlakuan B1 (Gambar 1). Hasil biji varietas Anjasmoro dan Argomulyo pada perlakuan B2 masing-masing 174,5% dan 136% lebih tinggi jika dibandingkan dengan hasil biji varietas yang sama pada perlakuan B1. Data ini mendukung hasil yang dilaporkan Indradewa *et al.*, (2004) dan Ghulamahdi *et al.*, (2006) bahwa teknis budidaya jenuh yaitu dengan penggenangan air di dalam parit pada tinggi muka air 15 cm, dapat meningkatkan kadar protein daun dan biji serta bobot biji. Sementara itu pengaruh kedua perlakuan terhadap hasil dan bobot 100 biji kedelai VUB Grobogan, tidak terlihat (Gambar 1).

Menurut Ghulamahdi *et al.*, (1991) pada budidaya jenuh air, varietas dengan masa panen lebih pendek seperti Grobogan (panen 76 HST) akan tumbuh kurang baik, produksi lebih rendah apabila dibandingkan dengan varietas lain yang memiliki umur panen lebih panjang seperti Argomulyo (panen 86 HST) dan Anjasmoro (90 HST). Suhartina (2005) melaporkan bahwa masa panen ketiga varietas yang diuji dalam penelitian ini berbeda. Varietas Anjasmoro cenderung membutuhkan masa panen paling lama yaitu 82,5 – 92,5 hari, varietas Argomulyo 80 – 82 hari dan varietas Grobogan cenderung lebih cepat yaitu ± 76 hari.

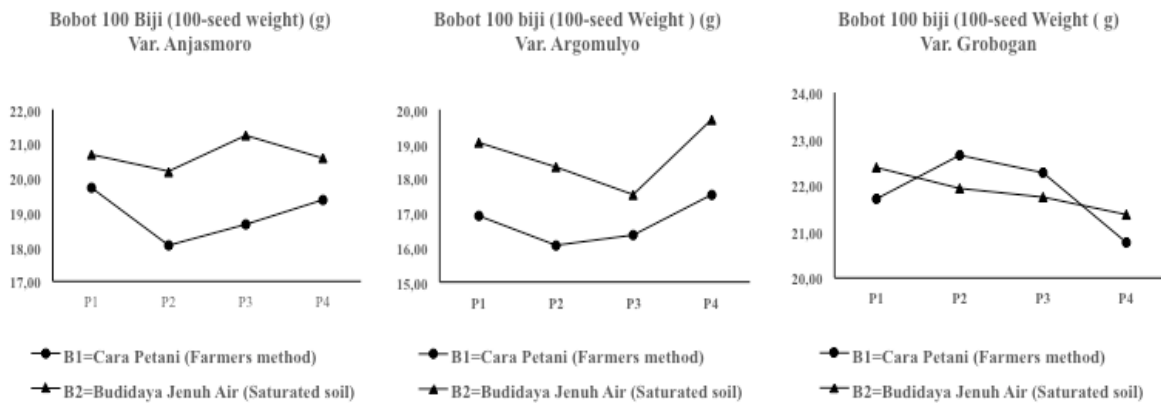
Penggunaan pupuk hayati dengan bahan aktif bakteri *B. japonicum* R6 dan *A. punctata* RJM 3020 dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk NPK. Aplikasi pupuk hayati dalam kombinasinya dengan NPK 50% dari dosis standar (P4) pada budidaya jenuh air mampu mendukung pertumbuhan kedelai VUB, khususnya varietas Anjasmoro dan Argomulyo. Tingkat produksi yang dicapai kedua varietas ini setara dengan penggunaan pupuk NPK 100% dosis standar (P1) maupun aplikasi pupuk hayati yang di-kombinasikan dengan NPK 100% (P2) dan 75% (P3) dari dosis standar. Hal itu diindikasikan oleh hasil biji kering pada perlakuan tersebut yang tidak berbeda nyata dengan hasil kedelai pada perlakuan kombinasi pupuk hayati dengan dosis pupuk N yang lebih tinggi pada perlakuan P2 dan P3.

Hal ini juga dikemukakan Hungria *et al.*, (2006) dan Cassan *et al.*, (2009) yang menyatakan bahwa fiksasi N_2 secara biologi oleh *B. japonicum* merupakan cara terbaik untuk mencapai efisiensi pemupukan N untuk tanaman kedelai. Demikian pula penggunaan *A. punctata* RJM 3020 yang memiliki kemampuan menghasilkan asam organik dan enzim fosfatase yang dapat meningkatkan kelarutan P terfiksasi di dalam tanah (Goenadi *et al.*, 2005; Goenadi & Santi, 2009; Stella & Syahren, 2016).

Tabel 3. Hasil biji kering (kg/ha) tiga kedelai VUB pada masing-masing ulangan yang dipengaruhi oleh perlakuan teknis budidaya (B) dan pemupukan (P) di lahan rawa pasang surut Lampung Selatan.

Table 3. Yield of three soybean superior varieties (kg/ha) on each replications affected by cultivation and fertilization treatments in the tidal swampland in South Lampung.

Budidaya (Cultivation) (B)	Varietas (Varieties) (V)	Pemupukan (Fertilizing) (P)	Hasil (kg/ha) [Yield (kg/ha)]			Rata-rata (Average)
			I	II	III	
Cara petani (Farmers method) (B1)	Anjasmoro	P1	876	1.086	1.045	1.080,3
		P2	416	1.523	717	1.001,3
		P3	581	1.628	739	745,7
		P4	324	1.014	1034	772,0
	Argomulyo	P1	876	1.086	1.045	1.002,3
		P2	416	1.523	717	885,3
		P3	581	1.628	739	982,7
		P4	324	1.014	1.034	790,7
	Grobogan	P1	468	954	562	661,3
		P2	672	1.530	601	934,3
		P3	510	825	805	713,3
		P4	359	993	560	637,3
Budidaya jenuh air (saturated soil) (B2)	Anjasmoro	P1	995	2.325	1.686	1.668,7
		P2	735	2.626	928	1.429,7
		P3	560	2.989	1.004	1.517,7
		P4	924	2.798	1.273	1.665,0
	Argomulyo	P1	532	1.612	1.127	1.090,3
		P2	544	2.610	551	1.235,0
		P3	489	2.387	681	1.185,7
		P4	665	2.397	1.340	1.467,3
	Grobogan	P1	468	596	660	574,7
		P2	469	604	699	590,7
		P3	458	667	715	613,3
		P4	558	479	918	651,7



Gambar 1. Rata-rata bobot 100 biji (g) kedelai Anjasmoro, Argomulyo dan Grobogan pada perlakuan teknis budidaya cara petani (B1) dan budidaya jenuh air (B2) dengan perlakuan pemupukan yang berbeda (P1, P2, P3 dan P4).

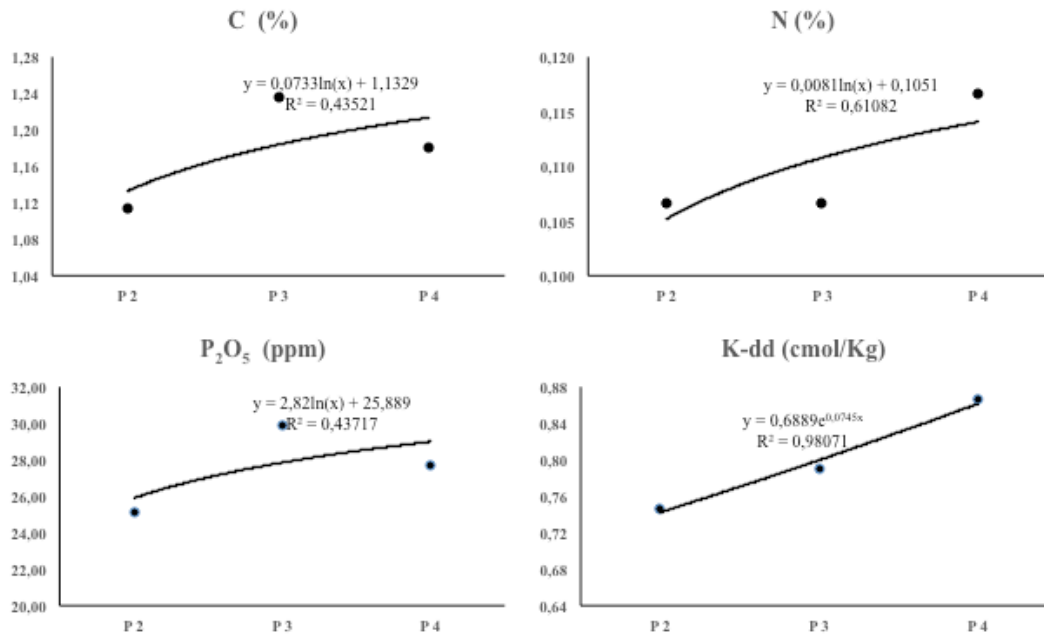
Figure 1. Average 100-seed weight (g) of soybean superior varieties of Anjasmoro, Argomulyo dan Grobogan at the treatments by farmers method (B1) and saturated soil (B2) with different fertilizing treatments (P1, P2, P3 and P4).

Pengaruh perlakuan terhadap kadar C, N, P dan K di dalam tanah.

Ketersediaan hara di dalam tanah masam seperti tanah sulfaquepts di lahan pasang surut ialah kategori rendah (Imanudin & Armanto, 2012). Ketersediaan hara tanah Sulfaquepts yang

cenderung terus menurun diantaranya dapat diatasi dengan menghindari drainase berlebihan dan mengaplikasikan teknis budidaya jenuh air (Imanudin *et al.*, 2009).

Hasil analisis kandungan C, N, P dan K untuk contoh tanah yang diperlakukan dengan pupuk



Gambar 2. Rata-rata kandungan C, N, P dan K di dalam tanah sebagai pengaruh dari perlakuan penggunaan pupuk hayati yang dikombinasikan dengan NPK 100% (P2), 75% (P3) dan 50% (P4) dari dosis standar.

Figure 2. Average content of C, N, P and K in soil as the effect of the biofertilizer treatments combined with NPK of 100% (P2), 75% (P3), and 50% (P4) of standard dosages.

hayati yang dikombinasikan dengan dosis pupuk NPK berbeda (P2, P3 dan P4) memperlihatkan ketersediaan jenis hara tersebut cenderung meningkat dengan penurunan aplikasi dosis pupuk NPK (Gambar 2). Indikasi ini dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme tanah (Lalfakzuala *et al.*, 2008; Mohammadi & Sohrabi 2012). Sementara salah satu faktor yang mempengaruhi aktivitas mikroorganisme di dalam tanah adalah penggunaan pupuk kimia (Deng & Tabatabai 1997; Klose *et al.*, 1999) dan yang paling berpengaruh adalah N karena aplikasi N dosis tinggi seperti pada perlakuan P2 dapat menurunkan populasi mikroorganisme menguntungkan di dalam tanah (Barabasz *et al.*, 2002).

Aplikasi N dosis tinggi pada perlakuan P2, membuat perkembangan *B. japonicum* R6 dan *A. punctata* RJM 3020 serta mikroorganisme tanah lainnya terganggu sehingga mempengaruhi ketersediaan hara C, N, P dan K pada perlakuan tersebut. Pada perlakuan N dosis lebih rendah (P3 dan P4), diperkirakan *B. japonicum* R6 akan lebih aktif melakukan nodulasi dan penambatan N₂ udara (Cassan *et al.*, 2009). Fosfor tersedia meningkat karena aktivitas bakteri *Aeromonas punctata* RJM 3020 dapat meningkatkan pelarutan P terfiksasi didalam tanah. Peningkatan K dapat dipertukarkan di dalam tanah mungkin dapat pula disebabkan karena perkembangan aktivitas mikroorganisme di dalam tanah (Araujo *et al.*, 2009; Yamashita *et al.*, 2013; Singh *et al.*, 2010; Parmar & Sindhu, 2013).

Kesimpulan

Jenis varietas unggul baru kedelai yang sesuai untuk budidaya kedelai di lahan sawah pasang surut di daerah Lampung Selatan berdasarkan hasil penelitian ini adalah varietas Anjasmoro dan Argomulyo. Penggunaan pupuk hayati dengan bahan aktif bakteri *B. japonicum* R6 dan *A. punctata* RJM 3020 yang dikombinasikan dengan penerapan teknis budidaya jenuh air dapat mengurangi dosis pupuk NPK sampai dengan 50%. Teknik ini dapat meningkatkan produksi kedelai masing-masing sebesar 35,1% (Anjasmoro) dan 31,7% (Argomulyo) jika dibandingkan dengan teknik budidaya petani saat ini dan penggunaan pupuk NPK 100% dari dosis standar. Penggunaan pupuk hayati untuk tanaman kedelai varietas Anjasmoro dan Argomulyo di dalam suatu sistem budidaya jenuh air dalam penelitian ini yang dikombinasi dengan pupuk NPK 50% dapat menghasilkan produksi biji tertinggi masing-masing 2,798 kg biji/ha (Anjasmoro) dan 2,397 kg biji/ha (Argomulyo).

Ucapan Terima Kasih

Penelitian dilaksanakan dengan dana APBN di dalam DIPA Tahun Anggaran 2015, Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Lampung, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian RI.

Daftar Pustaka

- Achmadi & I Las (2006). Inovasi teknologi pengembangan pertanian lahan rawa lebak. Seminar Nasional *Inovasi Teknologi dan Pengembangan Terpadu Lahan Rawa Lebak*, p. 21-36. <http://balittra.litbang.pertanian.go.id/prosiding06/Utama-3.pdf>. [5 Apr 2016]
- Amel B, T Sihem, OS Mohamed & B Abdelkader (2014). Effects of inoculation by *Bradyrhizobium japonicum* strains on nodulation, nitrogen fixation, and yield of lablab purpureus in Algeria. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences Special Issue 2*, 1870-1876.
- Andriese, JP (1988). Nature and management of tropical peat soils. *Fao soils bulletin 59*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy.
- Araújo ASF, LFC Leite, VB Santos & RFV Carneiro (2009). Soil microbial activity in conventional and organic agricultural systems. *Sustainability 1*, 268-276.
- Bahri S, G Purwanto, B Hafif, Slameto, Widiyantoro, D Suherlan, Yusmeinardi, & Sunaryo (2004). Pewilayahan komoditas pertanian berdasarkan agroekologi Kabupaten Lampung Selatan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung.
- Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa (2012). Lahan rawa, solusi krisis kedelai. http://balittra.litbang.pertanian.go.id/index.php?option=com_content&view=article&id=189&Itemid=10. [10 Mar 2015].
- Barabasz W, D Albińska, M Jaśkowska & J Lipiec (2002). Biological effects of mineral nitrogen fertilization on soil microorganisms. *Polish Journal of Environmental Studies*, 11 (3), 193-198.
- Cassan F, D Perrig, V Sgroy, O Masciarelli, C Penna & V Luna (2009). *Azospirillum brasilense* Az39 and *Bradyrhizobium japonicum* E109, inoculated singly or in combination, promote seed germination and early seedling growth in corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L). *European journal of soil biology* 45, 28-35.
- Delaux CB, D Marburger, PM Delaux, S Conley & JM Ané (2014). Effect of drought on *Bradyrhizobium japonicum* populations in Midwest soils. *Plant Soil*. DOI 10.1007/s11104-014-2155-0. <https://www.researchgate.net/publication/262875574> [10 Mar 2016].
- Deng SP & MA Tabtabai (1997). Effect of tillage and residue management on enzyme activities in soils. III Phosphatases and Arylsulphatases. *Biol. Fert. Soils* 22,208-213.
- Forum for Nuclear Cooperation in Asia (2005). Brief information on biofertilizer studies conducted at Batan. *FNCA Biofertilizer Newsletter*. 6, 9-15.
- Ghulamahdi M (2011) Best practice dalam budidaya kedelai di lahan pasang surut. Prosiding Kongres Ilmu Pengetahuan Nasional (Kipnas) X Tahun 2011. Jakarta 8 – 10 November 2011.
- Ghulamahdi M, F Rumawas, J Wirotmojo & J Koswara (1991). Pengaruh pemupukan fosfor dan varietas terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai pada budidaya jenuh air. *Forum Pascasarjana* 14(1), 25-34.
- Ghulamahdi M, SA Aziz, & AK Makarim (2012). Penerapan teknologi budidaya jenuh air pada tanaman padi dan kedelai untuk meningkatkan indeks penanaman di lahan pasang surut dalam M Melati *et al.* (eds). Prosiding Simposium dan Seminar Bersama PERAGI-PERHORTI-PERIPI-HIGI Mendukung Kedaulatan Pangan dan Energi yang Berkelanjutan. IPB ICC Bogor, 1-2 Mei 2012.
- Ghulamahdi M, SA Aziz, M Melati, N Dewi & SA Rais (2006). Pengaruh genotipe dan pupuk daun terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai panen muda pada budidaya jenuh air. *Bul. Agron.* 34 (1), 32-38.
- Ghulamahdi M, M Melati & D Sagala (2009). Production of soybean varieties under saturated soil culture on tidal swamps. *J. Agron. Indonesia* 37 (3), 226-232.
- Goenadi DH & LP Santi (2009). Introduction of microbial inoculants to improve fungsional relationship between above- and below-ground bio-diversity.
- Goenadi DH, YT Adiwiganda & LP Santi (2005). Development technology and commercialization of *emas* (Enhancing Microbial Activity in the Soils) biofertilizer. *FNCA Biofertilizer Newsletter*. 6, 2-4.
- Haryono (2013). Lahan rawa lumbung pangan masa depan Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. IAARD PRESS, 142p.

- Hungria M, JC Francini, CC Crispino, JZ Moraes, RNR Sibaldelli, & J Arihara (2006). Nitrogen nutrition of soybean in Brazil: Contributions of biological N₂ fixation and N fertilizer to grain yield. *Canadian J. Plant Sci.* 86 (4), 927-939.
- Imanudin MS & E Armanto (2012). Effect of water management improvement on soil nutrient content, iron and aluminum solubility at tidal low land area. *APCBEE Procedia* 4, 253-258.
- Imanudin MS, RH Susanto, E Armanto & SM Bernas (2009). The use of drainmod model for developinf strategic operation of water management in the tidal lowland agriculture areas of South Sumatera Indonesia. Proceeding of International Seminar on Wetland and Sustainability, Kota Kinabalu Sabah Malaysia. 26-28 Juni 2009. ISBN 478-983-3142-11-8.
- Inradewa, D, S Sastrowinoto, S Notohadisuwarno & H Prabowo (2004). Metabolisme nitrogen pada tanaman kedelai yang mendapat genangan dalam parit. *Bul. Agron* 11 (2), 68-75.
- Ismawi S, MS Gandaseca & OH Ahmed (2012). Effects of deforestation on soil major macronutrient and other selected chemical properties of secondary tropical peat swamp forest. *Int. J. Phy. Scie.* 7 (14), 2225 – 2228.
- Klubeck BP, LL Hendrickson, RM Zablutowicz, JE Skwara, EC Varsa, S Smith, TG Isleib, J Maya, M Aldes, FB Dazzo, RL Todd & DD Walgenback (1988). Competitiveness of selected *Bradyrhizobium japonicum* strains in midwestern USA soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52, 662–666.
- Klose S, JM Moore & MA Tabatabai (1998). Arylsulphatase activity of microbial biomass in soils as affected by cropping systems. *Boil. Fert. Soils* 29, 46-54.
- Könönen, M, J Jauhiainen, R Laiho, K Kusin & H Vasander (2015). Physical and chemical properties of tropical peat under stabilised land uses. *Mires and Peat* 16, 1–13.
- Lakitan B & N Govar (2013). Kebijakan inovasi teknologi untuk pengelolaan lahan sub-optimal berkelanjutan. Dipresentasikan pada Seminar Nasional Lahan Sub-optimal, Palembang, 20-21 September 2013.
- Lalfakzuala, R, K Kayang & MS Dkhar (2008). The effect of fertilizer on soil microbial component and chemical properties under leguminous cultivation. *American-Eurasian J. Agric. Environt. Sci.* 3 (3), 314-324.
- Mohammadi K & Y Sohrabi. (2012). Bacterial biofertilizers for sustainable crop production: A review. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science* 7 (5), 307-316.
- Nazemi D, A Hairani & Nurita (2012). Optimalisasi pemanfaatan lahan rawa pasang surut melalui pengelolaan lahan dan komoditas. *Agrivigor* 5 (1), 52-57.
- Nurhayati, Nuryadi, Basuki & Indawansani (2010). Analisis karakteristik iklim untuk optimalisasi produksi kedelai di Provinsi Lampung. Laporan Akhir Pelaksanaan Program Insentif Pkpp Ristek 2010. Pusat Penelitian dan Pengembangan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, 80p.
- Noh JG, HE Jeon, JS So & WS Chang (2015). Effects of the *Bradyrhizobium japonicum waaL (rfaL)* gene on hydrophobicity, motility, stress tolerance, and symbiotic relationship with soybeans. *Int. J. Mol. Sci.* 16, 16778-16791.
- Parmar P & SS Sindhu (2013). Potassium solubilization by rhizosphere bacteria: influence of nutritional and environmental conditions. *J. Microbiol. Res.* 3(1), 25-31.
- Simanungkalit RDM (2001). Aplikasi pupuk hayati dan pupuk kimia: suatu pendekatan terpadu. *Buletin AgroBio* 4(2), 56-61.
- Singh G, DR Biswas & TSM Arwah (2010). Mobilization of potassium from waste mica by plant growth promoting rhizobacteria and its assimilation by maize (*Zea mays*) and wheat (*Triticum aestivum* L.). *J. Plant Nut.* 33, 1236-1251.
- Stella M & AM Syahren (2016). Application of phosphate solubilising microorganisms to increase the solubilisation of rock phosphates in soil. *J. Trop. Agric. and Fd. Sc.* 44(1), 9 – 18.
- Sudaryanto B, G Purwanto, D Suherlan & Yusmeinardi (2002). *Zonasi agroekologi Provinsi Lampung*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung, 22p.
- Suhartina (2005). *Deskripsi varietas unggul kacang-kacangan dan umbi-umbian*. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 154 p.

Sukarman, Risfaheri, B Hafif & Hapid (2013).
Peta zona agroekologi Provinsi Lampung
skala 1:250.000. Kementerian Pertanian.

Sulaeman, Suparto & Eviati (2005). *Petunjuk*
teknis analisis kimia tanah, tanaman, air, dan
pupuk. Balai Penelitian Tanah, 136p.

Yamashita K, H Honjo, M Nishida, M Kimura &
S Asakawa (2013). Estimation of microbial
biomass potassium in paddy field soil. *Soil*
Sci.Plant Nut. 60, 512–519.