

**Artikel Penelitian****Uji Efektivitas Ragam Pupuk Hayati untuk Meningkatkan Produktivitas Kedelai di Lahan Lebak*****Test Effectiveness of Various Biofertilizer to Increase Soybean Productivity in Lowland Area*****Neni Marlina^{1*}, Gusmiyatun²**¹Program Studi Agroteknologi, Universitas Palembang. Jl. Darmapala No 1A Bukit Lama Palembang²Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Palembang. Jend. A. Yani 13 Ulu Palembang

Diterima: 11 April 2020/Disetujui: 29 September 2020

ABSTRACT

Soybeans are rich in protein and very appreciated by the public of Indonesia. However, soybeans decreased productivity and improved through the expansion of planting areas such as shallow swampy wetlands and the use of biofertilizers such as phosphate solubilizing bacteria (PSB), Azospirillum, mycorrhiza, and bio-organic fertilizer. The results of previous studies have shown that biofertilizer can increase rice productivity in lowland and tidal land. Furthermore, the biofertilizer can assist in providing the uptake of N and P and improve soybean productivity in the lowland area. Field research in shallow swampy areas in Ogan Ilir, South Sumatra Province. Random Group prepared five treatments with five replications. The treatments include biofertilizers, PSB, mycorrhiza, Azospirillum, and BOF. The results showed that the PSB, mycorrhiza, Azospirillum, and BOF can increase N nutrient absorption in a row 201.33%, 182.67%, 170.67%, 161.33%, P nutrients 357.89%, 273.68%, 173.68%, 142.40%, soybean production respectively 228.00%, 208.00%, 201.33%, and 194.67% compared without biofertilizer.

Keywords: *Biofertilizers; Lowland; Soybean.*

ABSTRAK

Kedelai kaya akan protein dan sangat disukai masyarakat Indonesia. Namun produktivitas kedelai menurun, peningkatannya melalui perluasan areal tanam seperti lahan rawa lebak dangkal dan penggunaan pupuk hayati yang mengandung mikroorganisme seperti bakteri pelarut fosfat (BPF), Azospirillum, mikoriza dan pupuk organik hayati (POH). Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pupuk hayati ini mampu meningkatkan produktivitas padi di lahan lebak maupun pasang surut. Selanjutnya diharapkan pupuk hayati tersebut dapat membantu penyediaan serapan N dan P serta meningkatkan produktivitas kedelai di lahan lebak. Penelitian lapangan di lahan lebak dangkal di Kabupaten Ogan Ilir Propinsi Sumatera Selatan. Rancangan Acak Kelompok disusun 5 perlakuan dengan 5 kali pengulangan. Perlakuan meliputi tanpa pupuk hayati, BPF, mikoriza, Azospirillum dan POH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa BPF, mikoriza, Azospirillum dan POH mampu meningkatkan penyerapan hara N berturut-turut 201,33%, 182,67%, 170,67%, 161,33%, hara P 357,89%, 273,68%, 173,68%, 142,11% produksi kedelai berturut-turut 228,00%, 208,00%, 201,33% dan 194,67% dibandingkan tanpa pupuk hayati.

Kata kunci: *Lahan lebak; Kedelai; Pupuk hayati.*

1. Pendahuluan

Penduduk Indonesia mengkonsumsi 20% protein yang berasal dari tanaman kedelai, hal ini

menyebabkan permintaan kedelai meningkat. Sedangkan produksinya di tahun 2015 hanya 16.818.000 biji kering dengan luas panen 11.145.000 ha, yang menunjukkan produktivitas

*Korespondensi Penulis.

E-mail : marlina002@yahoo.com (N. Marlina)

DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v4i2.133>

menurun 2,15 ku ha⁻¹ ([BPS, 2020](#)). Oleh karena itu peningkatan produktivitas kedelai dapat dilakukan dengan perluasan areal seperti penggunaan lahan lebak dangkal.

Kendala di lahan lebak dangkal antara lain rendahnya ketersediaan kation-kation basa dan pH. Penggunaan bakteri di lahan lebak dapat memperbaiki kondisi lahan. Uji bakteri-bakteri tersebut dalam meningkatkan produktivitas tanaman sudah terbukti di fenugreek ([Biswas & Anusuya, 2014](#)), padi sawah ([Marlina et al. 2018](#)) dan jagung manis ([Marlina et al. 2019](#)).

Pupuk hayati ini mengandung mikroorganisme seperti BPF, mikoriza, Azospirillum dan POH. Jenis pupuk hayati yang digunakan pada penelitian ini berupa pupuk hayati cair dan padat dan belum diuji pada tanaman kedelai. Bakteri pelarut fosfat merupakan mikroba yang mampu melarutkan fosfat yang dapat merubah P-organik menjadi P-tersedia yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman dalam meningkatkan produktivitasnya ([Bargaz et al. 2018](#)). Semuanya dibuktikan [Khamdanah et al. \(2014\)](#) bahwa isolat BPF dari rhizosfer tanaman Harendong yang dimasukkan dalam 250 ml media pikovskaya cair yang diberikan disekitar perakaran tanaman dapat membantu menyediakan hara P bagi tanaman dan meningkatkan bobot segar tanaman sebesar 50% dibandingkan tanpa BPF.

Mikoriza mampu meningkatkan penyerapan air, memperbaiki struktur tanah menjadi stabilitas dan meningkatkan kualitas tanah, hypanya dapat melintasi zona bebas fosfat, meningkatkan serapan P dan N, Fe, Ca serta N melalui hifanya ([Roy-Bolduc & Hijri, 2010](#)). Bakteri Azospirillum dapat mengikat fiksasi N₂ dari atmosfer, meningkatkan aktivitas enzym nitrogenase, melindungi klorofil a ([Fukami et al. 2016; 2017; 2018; Puente et al. 2017; Bulegon et al. 2016](#)), dapat meningkatkan produksi kedelai ([Hungria et al. 2013; Perez et al. 2014; Chibeba et al. 2015; Cerezini et al. 2016; Puente et al. 2017](#)).

Pupuk organik hayati merupakan kompos jerami padi yang diperkaya bakteri Azospirillum dan bakteri pelarut fosfat sebanyak 300 kg ha⁻¹ telah diuji coba pada berbagai tanaman padi ([Marlina et al. 2014](#)) dan bawang merah ([Marlina et al. 2018](#)), semuanya meningkatkan produksi. Penelitian ini bertujuan mengetahui kemampuan ragam BPF, mikoriza, Azospirillum dan POH dalam penyediaan N dan P serta produksi tanaman kedelai di lahan rawa lebak dangkal.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini menggunakan pupuk hayati yaitu BPF, mikoriza, Azospirillum dan POH dan disusun di lahan lebak berdasarkan Rancangan Acak

Kelompok disusun 5 perlakuan dengan 5 kali pengulangan. Perlakuan terdiri dari tanpa bakteri, BPF, mikoriza, Azospirillum dan POH. Petakan berukuran 5 m x 1 m dengan jumlah populasi 64 tanaman dengan 10 tanaman contoh. Varietas kedelai yang digunakan adalah varietas Wilis.

Bakteri pelarut fosfat dan Azospirillum dengan cara disiramkan disekitar perakaran tanaman 4 kali setiap 2 minggu dengan 400 L ha⁻¹ (2,5 cc/liter air) dan 10 cc/liter air. Mikoriza sebanyak 5 g lubang tanam⁻¹ dan ditabur saat tanam. Pupuk organik hayati diberikan sehari sebelum tanam dengan dosis 300 kg ha⁻¹. Pupuk organik hayati ini adalah kompos jerami padi: pupuk kandang kotoran sapi (10:1) yang diinkubasi selama 30 hari kemudian disterilisasi baru diperkaya bakteri Azospirillum (5 ml) dan BPF (5 ml). Pupuk dasar diberikan 50% dari dosis anjuran (25 kg urea ha⁻¹, 50 kg SP-36 ha⁻¹ dan 50 kg KCl ha⁻¹) ([Puspitasari & Elfarisna, 2017](#)). Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman (cm) pada umur 8 MST, jumlah cabang primer (cabang), jumlah polong isi per tanaman (polong), persentase polong hampa (%), berat 100 biji (g), berat biji per petak (kg) semunya diamati pada akhir penelitian, kadar N dan P pada batang kedelai (%) pada umur 8 MST. Sebelumnya data dianalisis menggunakan analisis sidik ragam dan pengaruh dari perlakuan yang nyata dapat dianalisis dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5 %.

3. Hasil

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan bakteri berpengaruh nyata pada semua peubah yang diamati dengan koefisien keragaman kurang dari 15% (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil analisis sidik ragam pengaruh perlakuan ragam pupuk hayati terhadap peubah yang diamati

Peubah yang diamati	Ragam pupuk hayati	Koefisien Keragaman (%)
Tinggi tanaman (cm)	*	6,95
Jumlah cabang primer (cabang)	*	4,87
Jumlah polong isi per tanaman (polong)	*	5,35
Persentase polong hampa (%)	*	11,79
Berat 100 biji (g)	*	2,83
Berat biji per petak (kg)	*	5,02
Kadar N (%)	*	10,77
Kadar P (%)	*	14,88

Keterangan: * = berpengaruh nyata

Bakteri pelarut fosfat menghasilkan tanaman lebih tinggi (121,19%), jumlah cabang primer (130,05%), jumlah polong isi per tanaman (170,95%) lebih banyak, berat 100 biji (150,38%) dan berat biji per petak (228,00%) lebih berat, persentase polong hampa paling ringan (136,52%), kadar hara N (201,33%) dan P (357,89%) lebih banyak serta berbeda nyata

dengan perlakuan tanpa bakteri, mikoriza, azospirillum dan POH. Pupuk hayati mikoriza, Azospirillum dan POH mengalami peningkatan 110,55% dan 121,08%, 107,96% dan 116,39% serta 104,50% dan 111,48% bila dibandingkan tanpa bakteri (Tabel 2, 3 dan 4 serta Gambar 1 dan 2).

Tabel 2. Pengaruh ragam pupuk hayati terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang primer, jumlah polong isi per tanaman

Ragam pupuk hayati	Tinggi tanaman (cm)	Peningkatan terhadap kontrol (%)	Jumlah cabang primer (cabang)	Peningkatan terhadap kontrol (%)	Jumlah polong isi per tanaman (polong)	Peningkatan terhadap kontrol (%)
Tanpa bakteri	49,27 a	100,00	4,27 a	100,00	49,09 a	100,00
BPF	59,71 c	121,19	5,57 d	130,05	83,92 c	170,95
Mikoriza	54,27 b	110,15	5,17 c	121,08	80,66 bc	164,31
Azospirillum	53,19 ab	107,96	4,97 bc	116,39	79,13 bc	161,19
POH	51,51 ab	104,55	4,76 b	111,48	75,90 b	154,61
BNT 0,05=	4,99	-	0,32	-	5,29	-

Keterangan: Notasi pada setiap kolom yang sama menunjukkan perbedaan tidak nyata

Tabel 3. Pengaruh ragam pupuk hayati terhadap persentase polong hampa, berat 100 biji dan berat biji per petak

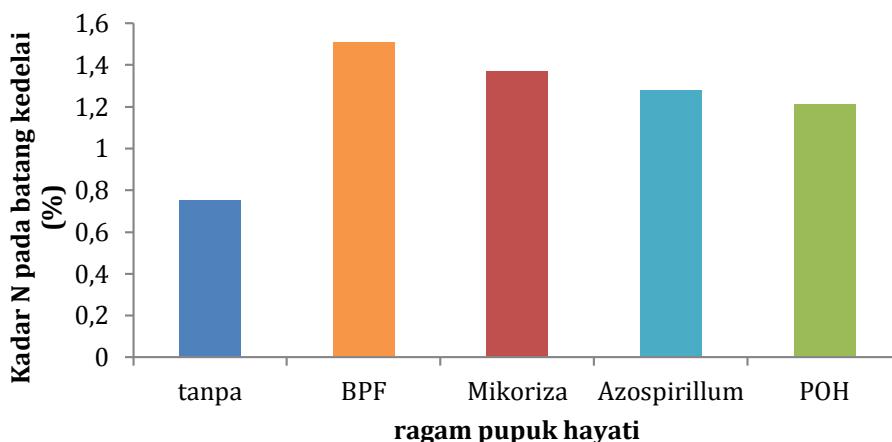
Ragam pupuk hayati	Persentase polong hampa (%)	Penurunan terhadap kontrol (%)	Berat 100 biji (g)	Peningkatan terhadap kontrol (%)	Berat biji per petak (kg)	Peningkatan terhadap kontrol (%)
Tanpa bakteri	1,15 c	100,00	7,94 a	100,00	0,75 a	100,00
BPF	0,73 a	136,52	11,94 d	150,38	1,71 d	228,00
Mikoriza	0,84 ab	126,96	11,26 c	141,81	1,56 c	208,00
Azospirillum	0,86 ab	125,22	10,74 b	135,26	1,51 bc	201,33
POH	0,88 b	123,48	10,36 b	130,48	1,46 b	194,67
BNT 0,05=	0,14	--	0,39		0,09	-

Keterangan: Notasi pada setiap kolom yang sama menunjukkan perbedaan tidak nyata

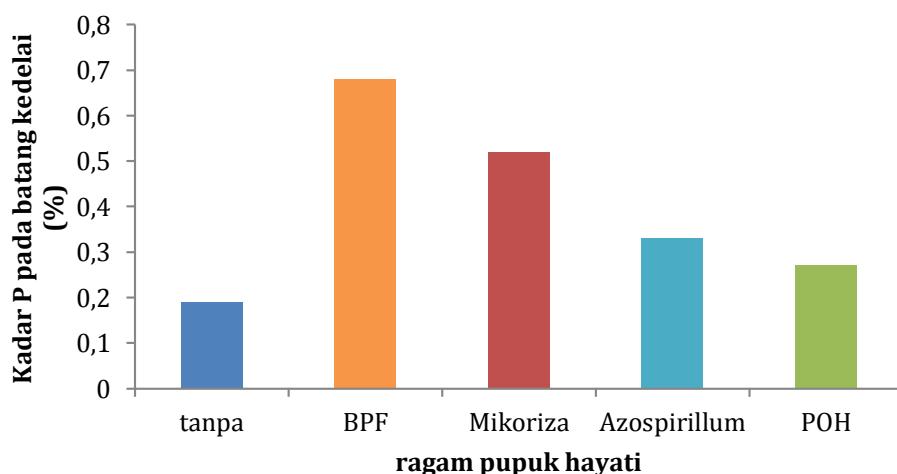
Tabel 4. Pengaruh ragam pupuk hayati terhadap ketersediaan hara N dan P

Ragam pupuk hayati	Kadar N (%)	Peningkatan terhadap kontrol (%)	Kadar P (%)	Peningkatan terhadap kontrol (%)
Tanpa Bakteri	0,75 a	100,00	0,19 a	100,00
BPF	1,71 d	201,33	0,68 d	357,89
Mikoriza	1,56 c	182,67	0,52 c	273,68
Azospirillum	1,52 bc	170,67	0,33 c	173,68
POH	1,46 b	161,33	0,27 ab	142,11
BNT 0,05=	0,17	-	0,08	-

Keterangan: Notasi pada setiap kolom yang sama menunjukkan perbedaan tidak nyata



Gambar 1. Kadar N pada batang kedelai (%) pada perbedaan ragam pupuk hayati



Gambar 2. Kadar P pada batang kedelai(%) pada perbedaan ragam pupuk hayati

4. Pembahasan

Lahan rawa lebak dangkal ini memiliki pH H₂O sangat masam (4,56), N-total 0,37% (rendah), P Bray I 55,55 ppm (tinggi), kation basa rendah seperti Ca-dd 4,58 cmol(+)/kg (rendah), Mg-dd 0,28 cmol(+)/kg (sangat rendah), K-dd 0,22 cmol(+)/kg (rendah), Na-dd 0,69 cmol(+)/kg (rendah), C-organik 8,25% (tinggi), KTK 22,78 cmol(+)/kg (sangat tinggi) dan Al-dd (0,80 cmol(+)/kg). Tanah rawa lebak dangkal ini mengandung Kejenuhan Basa (KB) 25,32% (rendah) yang berpotensi kesuburan tanah rendah, karena kandungan ion Al dan H sebesar 74,68%. Alternatif penyediaan unsur hara N dan P tersebut yaitu dengan penggunaan bakteri-bakteri yang terdapat dalam pupuk hayati. Diharapkan bakteri-bakteri tersebut dapat menyediakan unsur hara N dan P pada tanaman kedelai.

Pertumbuhan tanaman kedelai seperti tinggi tanaman dan jumlah cabang primer yang diberi pupuk hayati bakteri pelarut fosfat di lahan rawa lebak ini menghasilkan peningkatan 121,19% dan 130,05%. Hal ini dikarenakan tanah rawa lebak ini memiliki kadar C-organik yang tinggi (8,25%). Ketersediaan C-organik yang tinggi akan meningkatkan aktivitas BPF dalam meningkatkan reaksi pelarutan P. Peningkatan aktivitas BPF dapat meningkatkan enzim dehidrogenase, produksi CO₂ tanah, kadar P tersedia dan penurunan Al-dd. Dengan meningkatnya P tersedia maka dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah cabang primer kedelai. [Subowo & Purwani \(2013\)](#), bahwa kandungan C organik yang tinggi menyebabkan bahan organik terus berfungsi dalam menjaga kualitas tanah. Selanjutnya [Bargaz et al. \(2018\)](#), bahwa BPF

mampu menghasilkan zat pengatur tumbuh (auksin, giberelin) disekitar perakaran yang menyebabkan meningkatnya tinggi tanaman dan jumlah cabang primer.

Sudarsono et al. (2013), bahwa pemanfaatan BPF pada lahan kering masam akan mengurangi buruk Al pada tanaman kedelai sehingga akar berkembang lebih baik dan penyerapan unsur hara P juga lebih baik dan hal ini didukung oleh hasil analisa kadar N di batang yang tinggi. *Dulur et al. (2010)*, aktivitas BPF akan menghasilkan asam organik dalam aktivitas hidupnya, kemudian asam organik akan membentuk chelate dengan Al menjadi asam organik-Al dan dapat melepas P kemudian mengubah P terjerap menjadi P tersedia bagi tanaman dan secara nyata meningkatkan P tersedia tanah didalam larutan tanah. Kemudian ditambahkann *Behera et al. (2014)*, bahwa mekanisme utama bakteri pelarut fosfat adalah memproduksi asam organik dan enzim fosfatase dan sangat membantu dalam mineralisasi fosfor organik dalam tanah menjadi P anorganik. Didukung oleh *Bargaz et al. (2018)*, bahwa BPF memproduksi asam organik seperti asam gluconic, asam 2-ketogluconic, asam propionic, asam oxalic, asam succinic dan mengkhelat Fe, Al dan Ca di dalam tanah sehingga P tersedia. Selanjutnya kadar fosfat ini diserap oleh akar tanaman kedelai dan meningkatkan kadar P dalam batang kedelai dan ikut dalam proses fotosintesis untuk menghasilkan senyawa organik yang berperan dalam pertumbuhan tanaman kedelai.

Pupuk hayati BPF ini juga mampu meningkatkan jumlah polong isi per tanaman, berat 100 biji berat biji per petak, kadar N dan P pada batang kedelai sebanyak 170,95%, 150,38%, 228,00%, 201,33% dan 357,89% dan juga menurunkan persentase polong hampa sebesar 136,52%. Hasil kedelai varietas Wilis yang ditanam di lahan lebak sebesar 2,74 ton ha⁻¹ telah mampu melebihi hasil dari deskripsi varietas Wilis sebesar 1,60 ton ha⁻¹. Produksi ini tidak terlepas dari adanya peranan BPF yang mampu menyediakan unsur hara P yang terlepas dari ikatan ion logam (*Minardi, 2006*). Selain itu BPF menyediakan P di dalam tanah melalui mekanisme pelepasan asam-asam organik hasil metabolisme sel dan dapat mensekresikan hormon pertumbuhan yang memacu pertumbuhan akar sehingga meningkatkan efisiensi penyerapan hara P (*Oteino et al. 2015*). Penyerapan hara P ini ikut dalam proses fotosintesis yang akan menghasilkan pembentukan polong dan pengisian biji (*Wahyuningsih et al. 2016; Sabuli et al. 2015*). Menurut *Kurniawan et al. (2014)*, biji yang dihasilkan merupakan hasil transfortasi bahan

kering yang mengandung P yang diserap selama fase vegetatif. Dengan adanya kadar N dan P batang kedelai yang cukup yang artinya asimilat tersebut akan meningkatkan jumlah polong isi per tanaman, berat 100 biji dan bobot biji per tanaman dan per petak dan dapat menurunkan persentase polong hampa.

Nazariah (2010) menambahkan bahwa P yang cukup menyebabkan terbentuknya bunga dan biji lebih sempurna. Fosfor sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan awal, meningkatkan jumlah polong isi per tanaman dan mempercepat matangnya polong dan menurunkan persentase polong hampa. Hal ini juga didukung *Singh et al. (2010); Biswas & Anusuya, (2014); Shoghi-Kalkhoran et al. (2013)*, bahwa penggunaan BPF, Rhizobium sp. Azotobacter pada fenugreek, kedelai dapat meningkatkan kandungan hara NP, biomassa, produksi, protein, kandungan minyak bunga matahari.

Terjadinya penurunan pertumbuhan dan produksi kedelai pada perlakuan tanpa bakteri diakibatkan karena tanaman kedelai tanpa diberi bakteri dan hasil analisa tanah sebelum tanam menunjukkan pH yang rendah (4,56) yang dapat mengakibatkan terhambatnya serapan hara N dan P, walaupun diberi pupuk dasar, sehingga tanaman kedelai kekurangan unsur hara P. Tanpa adanya bakteri proses dekomposisi tidak berjalan sempurna. Adanya pH yang rendah menyebabkan ion Al dan Fe menjerap P sehingga hara P menjadi tidak tersedia dan menurunkan produksi tanaman kedelai. Menurut *Hanafiah (2005)*, bahwa fosfat mudah tersedia pada tanah antara pH 5,5 – 7,0, jika pH berada dibawah atau diatas kisaran tersebut maka serapan P tanaman akan terhambat. Kandungan kadar C-organik tinggi yaitu 8,25% dapat berpotensi dalam menghambat pertumbuhan tanaman.

Fosfor sangat diperlukan dalam pembentukan energi (ATP) dalam proses fisiologi tanaman. Defisiensi hara P menyebabkan 30% per unit luas dan 90% total seluruh luas daun mengalami penurunan akitivitas fotosintesis (*Qio & Israel, 1992 dalam Suryantini, 2016*). Akibat kekurangan fosfor tersebut akan menurunkan pertumbuhan (tinggi tanaman dan jumlah cabang primer) dan produksi tanaman kedelai (jumlah polong isi per tanaman, berat 100 biji, berat biji per tanaman dan per petak).

Mikoriza mampu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah cabang primer, jumlah polong isi, berat 100 biji, dan berat biji per petak kedelai sebesar 110,15%, 121,08%, 164,31%, 141,81% dan 208,00% serta menurunkan persentase polong hampa sebesar 126,96% walaupun tidak sebaik

pupuk hayati BPF, namun lebih baik dari perlakuan tanpa bakteri. Mikoriza dapat menyediakan unsur hara P di dalam tanah melalui hifanya. Tersedianya P di dalam tanah karena ada simbiosis mutualisme antara mikoriza dengan akar tanaman, yaitu mikoriza membentuk hifa eksternal yang membantu penyerapan P yang tidak tersedia di dalam tanah. [Simanungkalit et al. \(2006\)](#), hifa yang terbentuk oleh mikoriza dapat mengabsorbsi P dan diserahkan ke tanaman untuk digunakan dalam proses fotosintesis. Hifa tersebut terus membantu menyerap fosfat ditempat-tempat yang tidak dapat lagi dijangkau oleh rambut-rambut akar. Mikoriza membutuhkan waktu untuk membentuk hifa eksternal sehingga sumbangan unsur hara P tetap ada walaupun kurang dari pupuk hayati bakteri pelarut fosfat.

Azospirillum mampu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah cabang primer, jumlah polong isi per tanaman, berat 100 biji dan berat biji per petak kedelai sebesar 107,96%, 116,39%, 161,19%, 135,26% dan 201,33% serta menurunkan persentase polong hampa sebesar 125,22% walaupun tidak sebaik pupuk hayati BPF, namun lebih baik dari perlakuan tanpa bakteri. *Azospirillum* membantu penyediaan nitrogen atau stimulasi fitohormon ([Fukami et al. 2017](#)). Menurut [Widawati & Muharam \(2012\)](#), semua *Azospirillum* menghasilkan IAA walaupun konsentrasiannya tidak tinggi (0,1371-1,1475 ppm). Selanjutnya menurut [Hanafiah \(2001\)](#), bahwa *Azospirillum* dapat meningkatkan kadar N akar menjadi 117,02%, serapan N akar menjadi 124,00%, kadar N daun 131,90% serta tinggi tanaman 101,80% jika dibandingkan tanpa bakteri.

Pupuk organik hayati juga mampu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah cabang primer, jumlah polong isi, berat 100 biji, dan berat biji per petak kedelai sebesar 104,55%, 111,48%, 154,61%, 130,48% dan 194,67% serta menurunkan persentase polong hampa sebesar 123,48% walaupun tidak sebaik pupuk hayati BPF, namun lebih baik dari perlakuan tanpa bakteri. Pupuk organik hayati ini menyumbangkan unsur hara N dan P sebesar 1,21% dan 0,27% bila dibandingkan dengan pupuk hayati BPF (1,51% dan 0,68% P) dan tanpa bakteri hanya 0,75% N dan 0,19% P. Kehadiran hara P yang bersamaan dengan N dapat menyebabkan penurunan hara P, dan ini dibuktikan dari hasil kadar P pada perlakuan pupuk organik hayati ini yang lebih rendah apabila pupuk hayati yang diberikan hanya satu bakteri seperti bakteri pelarut fosfat.

Bakteri yang diberikan pada penelitian ini memiliki kelebihan masing-masing, namun umumnya dapat menyumbangkan unsur hara seperti N dan P melalui proses yang berbeda.

Produksi yang dicapai dari masing-masing pupuk hayati ini dapat dicapai lebih baik bila dibandingkan tanpa pemberian bakteri. Terbaik pertama dicapai oleh BPF, kemudian berturut-turut mikoriza, bakteri *Azospirillum* dan POH. Hal sejalan dengan pendapat [Bargaz et al. \(2018\)](#), bahwa kehadiran bakteri dalam managemen pengelolaan tanah dan tanaman sangat tinggi kontribusinya pada produksi pangan, efisiensi serapan hara, produktivitas tanaman dan kesuburan tanah.

5. Kesimpulan

Perlakuan BPF, mikoriza, *Azospirillum* dan POH mampu meningkatkan penyerapan hara N berturut-turut 201,33%, 182,67%, 170,67%, 161,33%, hara P 357,89%, 273,68%, 173,68%, 142,11% serta produksi kedelai 228,00%, 208,00%, 201,33% dan 194,67%. bila dibandingkan dengan tanpa pupuk hayati di lahan rawa lebak dangkal.

6. Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik. 2020. Produksi Kedelai tahun 2015. www.bps.go.id [Diakses tanggal 1 April 2020]
- Bargaz A, Lyamlouli K, Chtouki M, Zeroual Y, Dhiba D. 2018. Soil microbial resources for improving fertilizers efficiency in an integrated plant nutrient management system. *Frontiers in Microbiology* 9:1-25
- Behera BC, Singdevsachan SK, Mishra RR, Dutta Sk, Thatoi HN. 2014. Diversity, mechanisms and biotechnology of phosphate solubilizing microorganism in mangrove: A review. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* 3(2):97-110
- Biswas S, Anusuya D. 2014. Effect of Bioinoculants and organic manure (phosphocompos) on growth, yield and nutrient uptake of *Trigonella foenumgraecum* L. (Fenugreek). *Int. J.Sci. Res* 3:38-41
- Bulegon LG, Guimaraes VF, Laureth JCU. 2016. *Azopirillum brasiliense* affects the antioxidant activity and leaf pigment content of *Urachloa ruziziensis* under water stress. *Pesqui Agropecu Trop* 4:343-349. <https://doi.org/10.1590/1983-4063206v4641489>
- Cerezini P, Kuwano BH, dos-Santos MB, Terassi F, Hungaria M, Nogueira MA. 2016. Strategis to promote early nodulation in soybean under drought. *Field Crop Res* 196:16—167. <https://doi.org/10.1016/fcr.2016-017>

- Chibeba AM, Guimaraes MDF, Brilo OR, Nagueira MA, Araujo RS, Hungria M. 2015. Co-inoculation of soybean with Bradyrhizobium and Azospirillum promotes early nodulation. *J. Plant Soil* 61:1641-1649. <https://doi.org/10.4236/ajps.2015-610164>
- Dulur NWD. 2010. Kajian Bahan Organik dan bakteri pelarut fosfat terhadap tahana P di tanah vertisol. *J. Agroteksos* 20(2-3):119-124
- Fukami J, Noguira MA, Araujo RS, Hungria. 2016. Aceessing inoculation method of maize and wheat with *Azospirillum brasiliense*. AMB Express 6:1. <https://doi.org/10.1186/s13568-015-017-y>
- Fukami J, Ollero FJ, Megias M, Hungria M. 2017. Phytohormones and induction of Plant stress tolerance and defense genes by-seed and foliar inoculation with *Azospirillum brasiliense* cell and metabolites promote maize growth. AMB Express 7:153. <https://doi.org/10.1186/s13568-017-0453-7>
- Fukami J, Cerezini P, Hungria M. 2018. Azospirillum: benefits that go for beyond biological nitrogen fixation. AMB Express 8:73
- Hanafiah KA. 2001. Pengaruh Inokulasi Ganda Fungi Mikoriza Arbuskuler dan Azospirillum brasiliense dalam Peningkatan Efisiensi pemupukan P dan N pada Padi Sawah Tadah Hujan. *Dalam* Disertasi. Program Pascasarjana IPB, Bogor
- Hanafiah KA. 2005. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Rajawali Pers, Jakarta
- Hungria M, Nogueira MA, Araujo RS. 2013. Co-inoculation of soybeans and common beans with Rhizobia and Azospirilia, strategies to improve suistainability. *Bio Fertil Soil* 49:791-801. <https://doi.org/10.1007/s00374-012-0771-5>
- Khamdanah, Amanda TR, Purwani J. 2014. Efektivitas Bakteri Pelarut Fosfat asal Tanah Ultisol Lebak Banten terhadap Pertumbuhan Kedelai (*Glycine max* L.). *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Organik* di Bogor 18-19 Juni 2014
- Kurniawan S, Aslim A, Wardati. 2014. Pengaruh Pemberian Pupuk Fosfor terhadap Pertumbuhan Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril). *Agroteknologi* Fakultas Pertanian Riau, *J. Fapeta* 1(2):1-11
- Marlina N, Gofar N, Subakti AHPK, Rahim AM. 2014. Improvement of Rice Growth and Productovity Through Balance Application of Inorganic Fertilizer and Biofertilizer in Inceptisol Soil of Lowland Swamp Area. *Journal Agrivita* 36(1):48-56
- Marlina N, Amir N, Palmasari B. 2018. Pemanfaatan Berbagai Jenis Pupuk Organik Hayati terhadap Produksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) di Tanah Pasang Surut Tipe Luapan C asal Banyuurip. *Jurnal Lahan Suboptimal* 7(1):74-79
- Marlina N, Meidelima D, Asmawati A, Aminah IS. 2018. Utilization of Different Fertilizer onthe Yield of Two Varieties of *Oryza sativa* in Tidal Lowland Area. *Biosaintifika Journal of Biology & Biology Education* 10(3):581-587
- Marlina N, Hawayanti E, Wuriesylviane W, Zairani FY, Septian H. 2019. Pemanfaatan Jenis Pupuk Hayati pada Beberapa Varietas Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt). *Prosiding Seminar Nasional Agroteknologi* 1:611-622
- Minardi S. 2006. Peran Asam Humat dan Fulfat dari Bahan Organik dalam Pelepasan P terjerap pada Andisol. Ringkasan Disertasi Program Pascasarjana Universitas Brawijaya, Malang
- Nazariah. 2010. Pemupukan Tanaman Kedelai pada Lahan Tegal. [http://www.google.com/pdf](http://www.google.com(pdf)).
- Oteino N, Lally RD, Kiwanka S, Liyoy A, Ryan D, Germaine KI, Dowling DN. 2015. Plant Growth Promotion Induced by Phosphate Solubilizing Endopyhtic Pseudomonas Isolates. *Frontiers in Microbiology* 6:1-9
- Perez-Montano F, Alias-Villegas C, Bellogia RA, de Ceiro P, Expusy MR, Jimenez-Guerrero I, Lofez-Baena FJ, Ollero FJ, Cubo T. 2014. Plant growth promotion in cereal and leguminous agricultural important plants from microorganism capacities to crop production. *Microbiol Res* 169:325-336. <https://doi.org/10.1026/j.micres2013.09.01>
- Puente ML, Gualpa JL, Lopez GA, Molina RM, Carletti Sm, Cassan FD. 2017. The benefits of poliar inoculation with *Azospirillum brasiliense* in soybean are explaried by an auxin signaling model symbiosis (online). <https://doi.org/10.1007/s13199-017-0536-x>
- Puspitasari & Elfarisna. 2017. Respon Pertumbuhan dan Produksi Kedelai varietas Grobogan dengan Penggunaan Pupuk Organik Cair dan Pengurangan Dosis Pupuk Anorganik. Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian UMJ 8 Nopember 2017 hal 204-212
- Roy-Bolduc A, Hijri M. 2010. The use of mycorrhizal to enchance phosphorous uptake awang out the phosphorus crisis. *Journal of Biofertilizers & Biopesticides* 2(1):1-5
- Sabuli Y, Damhuri, Imran. 2015. Kadar N, P dan K Kedelai (*Glycine max* (L.) merril) yang

- Diaplikasi *Azotobacter* sp., Mikroriza dan Pupuk Organik. *Biowallacea* 2(1):153-161
- Shoghi-Kalkhoran, Ghalavand S, Modarres-Sanavy SAM, Bidgoli AM, Akbar P. 2013. Integrated fertilization system enhance quality and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Agric. Sci. Technol* 15:1343-1352
- Singh D, Nepalia A, Singh AK. 2010. Performance of Fenugreek (*Trigonella foenumgraecum* L.) varieties at various fertilizers levels and biofertilizers inoculation. *Ind. J. Agron* 55:75-78
- Simanungkalit RDM, Saraswati R, Hastuti RD. 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Sumber Daya Lahan Pertanian. Bogor
- Subowo G, Purwani J. 2013. Pemberdayaan sumber daya hayati tanah mendukung pengembangan pertanian ramah lingkungan. *J. Litbang Pertanian* 32(4):173-179
- Sudarsono WA, Melati M, Aziz SA. 2013. Pertumbuhan, Serapan Hara dan Hasil Kedelai Organik melalui Aplikasi Pupuk Kandang Sapi. *J.Agro Indonesia* 41(3):202-208
- Suryantini. 2016. Formulasi Bahan Pembawa Pupuk Hayati Pelarut Fosfat untuk Kedelai di Tanah Masam. *Buletin Palawija* 14(1):28-35
- Wahyuningsih, Proklamasiningsih E, Dwiyati M. 2016. Serapan Fosfor dan Pertumbuhan Kedelai (*Glycine max*) pada Tanah Ultisol dengan Pemberian Asam Humat. *Biosfera* 33(2):66-70
- Widawati S, Muhamram A. 2012. Uji Laboratorium *Azospirillum* sp. yang Diisolasi dari beberapa Ekosistem. *J. Hort* 22(3):258-267.