



AGROSAINSTEK

Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian

Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>

Research Article

Optimasi Produksi dan Mutu Benih Padi Varietas PBM UBB 1 dengan Bakteri Pelarut Fosfat dan Pupuk Fosfat

Optimization of Production and Quality of Brown Rice Seeds PBM UBB1 Varieties with Phosphate Solubilizing Bacteria and Phosphate Fertilizer

Kartika¹, M. Rahmad Suhartanto^{2*}, Abdul Munif³, Endah Retno Palupi², Satriyas Ilyas²

¹Mahasiswa Pascasarjana Program Studi Ilmu dan Teknologi Benih, Institut Pertanian Bogor dan Dosen Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Perikanan, dan Biologi, Universitas Bangka Belitung. Jl. Raya Balunijuk, Bangka 33215

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

³Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga Bogor, 16680.

Received: October 17, 2022 /Received in revised : November 14, 2022/ Accepted: November 22, 2022

ABSTRACT

*One of the problems for phosphate fertilizing in ultisol soil is Al and Fe bounding and could be overcome by phosphate solubilizing bacteria activity. This study aimed to obtain the best dose of phosphate fertilizer with phosphate solubilizing bacteria for the production of upland rice seeds of the PBM UBB1 variety and its effect on seed quality. The research was carried out at the Research and Experimental Station, Faculty of Agriculture, Fisheries and Biology, Universitas Bangka Belitung, from August to December 2020. The design used was a split plot design, the main plot was phosphate solubilizing bacteria (treatment and control), and the subplots were fertilizers, phosphate (P1- quarter dose, P2- half dose, P2-three-quarter dose, P4- full dose). Seeds produced in the field were tested in the laboratory for viability and vigor. In the field, phosphate solubilizing bacteria (*Burkholderia* sp) can replace half the dose of phosphate fertilizer. This was indicated by the seed weight of plant which did not differ between full dose + control and half dose + treatment. This fact was also identified in the viability and vigor of the seeds in laboratory testing. There was no significant difference in germination rate and vigor index between the two treatments. This finding shows that phosphate solubilizing bacteria can be applied for efficiency of phosphate fertilization and guaranteeing seed production and seed quality.*

Keywords: *Burkholderia* sp; Phosphate; Seed production; Seed quality; Upland rice.

ABSTRAK

Salah satu kendala pemupukan fosfat pada tanah ultisol adalah terikatnya unsur P oleh Al dan Fe, dan masalah ini dapat diatasi dengan aktivitas bakteri pelarut fosfat. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dosis pupuk fosfat dengan bakteri pelarut fosfat terbaik untuk produksi benih padi gogo Varietas PBM UBB1 dan pengaruhnya terhadap kualitas benih. Penelitian dilaksanakan di Kebun Penelitian dan Percobaan – Fakultas Pertanian Perikanan dan Biologi, Universitas Bangka Belitung, pada bulan Agustus hingga Desember 2020.

*Korespondensi Penulis.

E-mail : tantosuhartanto63@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v6i2.402>

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan petak terbagi, petak utama adalah bakteri pelarut fosfat (perlakuan dan kontrol) dan anak petak adalah pupuk fosfat (P1 – seperempat dosis, P2 – setengah dosis, P3 – tiga perempat dosis, P4 – dosis penuh). Benih hasil dilapangan diuji di laboratorium untuk uji viabilitas dan vigor. Di lapangan, bakteri pelarut fosfat (*Burkholderia sp*) dapat menggantikan setengah dosis pupuk fosfat. Hal ini ditunjukkan dengan bobot biji tanaman per tanaman yang tidak berbeda antara perlakuan dosis penuh + kontrol dan setengah dosis + perlakuan. Fakta ini juga diidentifikasi dalam viabilitas dan vigor benih dalam pengujian laboratorium. Tidak ada perbedaan yang nyata pada kecepatan berkecambah dan indeks vigor antara kedua perlakuan. Temuan ini menunjukkan bahwa bakteri pelarut fosfat dapat diaplikasikan untuk efisiensi pemupukan fosfat dan menjamin hasil produksi benih serta kualitas benih.

Kata kunci: *Burkholderia sp*; Fosfat; Mutu benih; Padi ladang; Produksi benih.

1. Pendahuluan

Salah satu karakteristik tanah di Kabupaten Bangka adalah memiliki pH rendah (di bawah 5) (Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangka 2020). Tanah dengan pH rendah dikategorikan sebagai tanah ultisol (Prasetyo dan Suriadikarta 2006). Pemupukan fosfor di lahan ultisol hanya mampu diserap tanaman berkisar 10-30%, sedangkan sisanya terikat di tanah sehingga tidak tersedia untuk diserap tanaman (Fitriatin *et al.* 2009). Pemupukan fosfor pada tanah dengan pH rendah menyebabkan fosfor tersebut mengalami fiksasi P menjadi Al-P, Fe-P dan Mn-P yang sukar larut dan menjadi tidak tersedia untuk diserap tanaman.

Fosfor sangat penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Dobermann & Fairhurst (2002) menyatakan bahwa P bagi tanaman merupakan unsur penting penyusun adenesin triphosphate (ATP) yang berperan secara langsung dalam proses penyimpanan energy yang terkait dengan proses metabolisme tanaman. Zulputra *et al.* (2014) menjelaskan bahwa fosfor berperan penting dalam proses pengisian biji dan meningkatkan kebernasan. Menurut Malhotra *et al.* (2018) kandungan fosfor dibenih sangat penting terkait dengan tingkat viabilitas dan vigor benih karena fosfat pada benih adalah satu-satunya sumber fosfor yang tersedia bagi tanaman pada saat perkecambahan dan membantu dalam mendukung pertumbuhan awal kecambah

Sebagian besar petani di Bangka membudidayakan padi gogo yang benihnya diproduksi sendiri. Produksi dan luas panen padi gogo di Bangka selama 3 (tiga) tahun mengalami peningkatan yaitu berturut-turut 6.263 ton dan 3.480 ha (2018), 6.845 ton dan 4.027 ha (2019), 7.022 ton dan 4032 ha (2020), 7.080 ton dan 3.058 ha (2021) (Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangka 2019; Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangka 2020; Prayoga 2020, Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangka 2021, Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangka 2022). Sebagian besar masyarakat di Provinsi Bangka Belitung lebih menyukai membudidayakan padi beras merah (Feriadi 2015). Produksi benih di daerah sentra

penanaman menjadi penting untuk mencapai 6 (enam) tepat dalam pengadaan benih bermutu bagi petani. Permasalahan terkait kendala pemupukan dan kondisi tanah perlu dicarikan solusi agar produksi benih di sentra penanaman tetap dapat menghasilkan benih bermutu.

Ketidakterediaan P yang dipicu daya fiksasi tanah yang tinggi akan menyebabkan pemberian pupuk menjadi tidak efektif. Hal ini menyebabkan tanaman tetap menyerap P yang tidak ideal. Beberapa mikroorganisme dilaporkan mampu membantu untuk meningkatkan ketersediaan P di lahan masam. Saraswati dan Sumarno (2008) menyatakan pemanfaatan kelompok organisme pelarut P dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi pemupukan P dan mengatasi rendahnya P tersedia atau kejenuhan P didalam tanah. Fitriatin *et al.* (2011) menginformasikan bahwa pemberian mikroba pelarut fosfat penghasil fosfatase mampu meningkatkan aktivitas fosfatase tanah dan hasil tanaman padi gogo di lahan ultisol

Informasi terkait pemupukan P dan penggunaan bakteri pelarut fosfat terkait dengan mutu benih padi ladang yang masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis pemupukan P dan bakteri pelarut fosfat di lahan ultisol, untuk meningkatkan produksi dan mutu fisiologis benih padi gogo varietas PBM UBB 1.

2. Bahan dan Metode

2.1 Penelitian di Lapangan

Penelitian lapangan dilaksanakan di Kebun Percobaan dan Penelitian Fakultas Pertanian, Perikanan dan Biologi Universitas Bangka Belitung pada bulan Agustus sampai dengan Desember 2020. Benih padi gogo yang digunakan adalah padi beras merah Universitas Bangka Belitung 1 (PBM UBB 1). Isolat bakteri yang digunakan adalah isolat bakteri genus *Burkholderia* yang diisolasi dari akar tanaman padi ladang dari daerah Payak Benua Kabupaten Bangka.

Rancangan percobaan yang digunakan di lapangan adalah Rancangan *Split Plot*. Petak Utama

utama adalah perlakuan bakteri pelarut fosfat dengan 2 (dua) taraf perlakuan yaitu: B0 = kontrol (tanpa perlakuan bakteri), B1 = formulasi bakteri pelarut fosfat. Anak petak adalah perlakuan dosis pupuk fosfat yang terdiri dari 4 (taraf) taraf perlakuan yaitu P1 = $\frac{1}{4}$ P4 (25 kg ha⁻¹ = 40 g per petak⁻¹), P2 = $\frac{1}{2}$ P4 (50 kg ha⁻¹ = 80 g per petak⁻¹), P3 = $\frac{3}{4}$ P4 (80 kg ha⁻¹ = 120 g petak⁻¹), P4 = dosis rekomendasi SP-36 (100 kg ha⁻¹ = 160 g petak⁻¹).

Perlakuan untuk penelitian di lapangan diulang sebanyak tiga kali sehingga diperoleh 24 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri dari 250 populasi tanaman. Jumlah sampel untuk pengamatan diambil sebanyak 20 tanaman pada setiap satuan percobaan. Bedengan dibuat sejumlah perlakuan dengan ukuran 4 m x 4 m, serta jarak antar bedeng 50 cm. Jarak tanam yang digunakan adalah 20 cm x 30 cm. Tanah pada bedengan dipupuk dengan pupuk anorganik yaitu urea 200 kg ha⁻¹ dan KCl 100 kg ha⁻¹. Pupuk urea diaplikasikan 2 kali yaitu pada saat tanam dan saat tanaman berumur 35 hari sedangkan KCl diaplikasikan pada saat tanam. Pupuk diberikan dengan cara ditugal disamping tanaman. Pupuk SP-36 diberikan sesuai dengan dosis perlakuan.

Formulasi isolat bakteri berupa formulasi padat yang terdiri dari *talk* (tepung) 250 g, pepton 5,0 g, CMC 2,5 g, yeast 5,0 g, kalsium karbonat 4,0 g, dan dextrosa 5,0 g. Setelah semua bahan digabung kemudian dimasukkan kedalam kantong plastik tahan panas dan disterilkan dengan suhu 121 °C menggunakan *autoclave* selama 30 menit. Setelah dingin, kedalam masing-masing kantong diberikan isolat bakteri dengan kepadatan bakteri 10⁸ CFU ml⁻¹ sebanyak 25 mL. Sebelum diinokulasi kedalam bahan pembawa, isolat bakteri dibiakkan dalam TSB cair (3 g TSB dalam 100 mL aquades) dan kemudian dihomogenkan selama 24 jam. Isolat bakteri diinokulasi kedalam bahan pembawa didalam *laminar airflow* kemudian formulasi disimpan didalam wadah yang kedap selama 2 (dua) minggu. Sebelum ditugal di bedengan, benih dengan perlakuan isolat bakteri direndam selama 12 jam dalam formulasi padat bakteri yang sudah dicairkan dengan aquades. Benih pada perlakuan kontrol (tanpa isolat bakteri) direndam selama 12 jam dalam air biasa. Benih yang telah direndam selama 12 jam kemudian ditiriskan dan diletakkan ditempat lembab selama 24 jam setelah itu ditanam di lapangan. Benih ditanam sebanyak 3 benih per lubang tanam dan setelah 1 minggu diseleksi untuk memilih 1 bibit yang paling baik pertumbuhannya. Pemberian isolat dilakukan kembali pada petak perlakuan sebanyak 2 kali, saat bibit berumur 1 minggu dan 1 bulan setelah tanam. Cara pemberian isolat saat 1 minggu dan 1 bulan setelah tanam

adalah dengan mencampurkan formulasi padat yang berisi isolat dengan air aquades sebanyak 2,5 liter petak per perlakuan.

Peubah hasil gabah yang diamati adalah, 1) jumlah biji bernas dan hampa per malai, 2) berat biji bernas dan hampa per malai biji dan 3) berat biji bernas dan hampa per rumpun. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan analisis varian (ANOVA) pada $\alpha = 5 \%$. Data yang menunjukkan perbedaan nyata diuji lanjut dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada $\alpha = 5 \%$ dengan menggunakan *software* SPSS versi 24.

2.2 Penelitian di Laboratorium

Penelitian laboratorium untuk menguji mutu fisiologi benih dilakukan di laboratorium jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian, Perikanan dan Biologi Universitas Bangka Belitung pada bulan Februari 2021. Mutu benih hasil panen tiap perlakuan diuji di laboratorium. Penelitian dilaboratorium menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial.

Pengamatan mutu benih hasil panen dilakukan di laboratorium diulang sebanyak empat kali sehingga diperoleh 32 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri dari 100 benih yang dibuat didalam dua gulungan menggunakan metode uji kertas digulung dalam plastik (UKDdp) kemudian dikedambahkan di dalam eco-germinator dengan rerata suhu 27°C

Peubah mutu fisiologi benih yang diamati adalah: 1) daya berkecambah (DB), 2) potensi tumbuh maksimum, 3) kecepatan tumbuh, 4) indeks vigor (IV), dan 5) berat kering kecambah normal (BKKN). Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan analisis varian (ANOVA) pada $\alpha = 5 \%$. Data yang menunjukkan perbedaan nyata diuji lanjut dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DNMRT) pada $\alpha = 5 \%$ dengan menggunakan *software* SPSS versi 24.

3. Hasil

Hasil rekapitulasi analisis ragam menunjukkan interaksi antara perlakuan bakteri dan dosis pupuk fosfat berpengaruh terhadap peubah bobot biji bernas per rumpun, bobot biji hampa per rumpun, kecepatan tumbuh benih (KCT) dan Indeks vigor (IV). Faktor tunggal perlakuan bakteri pelarut fosfat berpengaruh terhadap jumlah biji hampa per malai, bobot biji hampa per rumpun, dan kecepatan tumbuh benih (KCT) Faktor tunggal dosis pupuk fosfat berpengaruh terhadap peubah bobot biji hampa per malai, jumlah biji hampa per malai, biji bernas per rumpun, bobot biji hampa per rumpun, daya berkecambah, dan indeks vigor (IV) (Tabel 1).

Tabel 1. Rekapitulasi hasil analisis ragam pengaruh bakteri pelarut fosfat (B) dan dosis pupuk fosfat (P) serta interaksinya (BxP) terhadap produksi dan mutu benih padi PBM UBB 1

Peubah	B	P	BxP	KK (%)
Produksi:				
Bobot biji bernas per malai (g)	tn	tn	tn	11,92
Bobot biji hampa per malai (g)	tn	*	tn	11,08
Jumlah bij bernas per malai	tn	tn	tn	9,92
Jumlah biji hampa per malai	*	*	tn	13,58
Bobot biji bernas per rumpun (g)	tn	*	**	14,31
Bobot biji hampa per rumpun (g)	**	**	**	19,29
Mutu fisiologis benih:				
Daya berkecambah	tn	**	tn	2,62
Potensi tumbuh maksimum	tn	tn	tn	1,27
Kecepatan tumbuh benih	**	tn	**	5,26
Indeks vigor	tn	**	**	7,41
Bobot 1000 butir	tn	tn	tn	5,32
Berat Kering Kecambah Normal	tn	tn	tn	18,93

Keterangan: tn= berbeda tidak nyata, , *= berbeda nyata**= sangat berbeda nyata

3.1 Sifat Kimia Tanah Lokasi Penelitian

Merujuk pada kriteria sifat kimia tanah Eviati dan Sulaeman (2009) diketahui bahwa nilai kriteria pH tanah di lokasi penelitian sebelum penelitian (sebelum diberikan pemupukan dan penambahan isolat bakteri pelarut fosfat) adalah masam tetapi setelah penelitian, pH tanah pada perlakuan pemupukan dan tanpa bakteri pelarut fosfat adalah masam sedangkan pada perlakuan

pupuk dan bakteri pelarut fosfat adalah agak masam. Kriteria P tersedia adalah sangat tinggi. Kriteria P potensial tanah di lokasi penelitian sebelum aplikasi adalah sangat tinggi, P potensial di tanah setelah penelitian dengan perlakuan pupuk dan tanpa bakteri pelarut fosfat adalah sedang dan P potensial di tanah setelah penelitian dengan perlakuan pupuk dan bakteri adalah tinggi (Tabel 2).

Tabel 2 Sifat kimia tanah lokasi penelitian

Parameter kimia	Sebelum Penelitian	Setelah Penelitian	
		Pupuk +Tanpa bakteri pelarut fosfat	Pupuk + bakteri pelarut fosfat
pH H ₂ O	4,92	5,33	5,88
P tersedia (mg/kg)	208,43	161,94	52,23
P potensial (mg/kg)	689,3	394,8	431,1

Laboratorium Bioteknologi Lingkungan PT Biodiversitas Bioteknologi Indonesia-ICBB Bogor

Sampel tajuk dan biji diambil dari setiap ulangan per perlakuan sebanyak 1 (satu) sampel dan kemudian digabung untuk diuji P total setiap perlakuan. Pengambilan sampel dilakukan pada saat panen. Jumlah P total pada tajuk tanaman tertinggi (0,15 %) terdapat pada perlakuan P4 (dosis rekomendasi SP-36 =100 kg ha⁻¹) sedangkan jumlah P total pada tajuk terendah (0,08 %) terdapat pada perlakuan P1 (25 kg ha⁻¹ = 40 g per petak). Jumlah P total pada biji tertinggi (0,34 %) terdapat pada perlakuan BP2 (perlakuan isolat bakteri dan dosis 50 kg ha⁻¹) sedangkan jumlah P total pada benih terendah (0,21 %) terdapat pada perlakuan P1 (25 kg ha⁻¹ = 40 g per petak) (Tabel 3).

terdapat pada perlakuan P1 (25 kg ha⁻¹ = 40 g per petak). Jumlah P total pada biji tertinggi (0,34 %) terdapat pada perlakuan BP2 (perlakuan isolat bakteri dan dosis 50 kg ha⁻¹) sedangkan jumlah P total pada benih terendah (0,21 %) terdapat pada perlakuan P1 (25 kg ha⁻¹ = 40 g per petak) (Tabel 3).

Tabel 3 Analisis P total tajuk tanaman dan biji padi

Perlakuan	P total (%)	
	Tajuk	Biji
$\frac{1}{4}$ dosis rekomendasi (25 kg ha ⁻¹) = P1	0,08	0,21
$\frac{1}{2}$ dosis rekomendasi (50 kg ha ⁻¹) = P2	0,10	0,32
$\frac{3}{4}$ dosis rekomendasi (80 kg ha ⁻¹) = P3	0,11	0,30
Dosis rekomendasi (100 kg ha ⁻¹) = P4	0,15	0,29
$\frac{1}{4}$ dosis rekomendasi (25 kg ha ⁻¹) + bakteri pelarut fosfat = BP1	0,10	0,32
$\frac{1}{2}$ dosis rekomendasi (50 kg ha ⁻¹) + bakteri pelarut fosfat = BP2	0,11	0,34
$\frac{3}{4}$ dosis rekomendasi (80 kg ha ⁻¹) + bakteri pelarut fosfat = BP3	0,10	0,31
Dosis rekomendasi (100 kg ha ⁻¹) + bakteri pelarut fosfat = BP4	0,11	0,33

Keterangan : Hasil analisis didapat dari analisis di Laboratorium Bioteknologi Lingkungan PT Biodiversitas Bioteknologi Indonesia-ICBB Bogor

3.2 Produksi Benih Varietas PBM UBB 1

Pemberian isolat bakteri tidak berpengaruh nyata pada peubah jumlah biji bernas per malai tetapi memberikan pengaruh nyata pada peubah biji hampa per malai. Jumlah biji hampa per malai tanaman yang diberi bakteri *Burkholderia sp* lebih tinggi daripada tanaman dengan tanpa isolat bakteri (Tabel 5). Penambahan dosis fosfat dengan atau tanpa pemberian isolat bakteri *Burkholderia* tidak mempengaruhi bobot dan jumlah biji bernas maupun bobot biji hampa malai⁻¹ (Tabel 4 dan 5). Penambahan dosis P 100 kg ha⁻¹ menghasilkan tanaman dengan jumlah biji hampa per malai paling tinggi, demikian pula dengan tanaman yang diberi penambahan bakteri *Burkholderia* (Tabel 5).

Tabel 4. Pengaruh perlakuan isolat bakteri dan dosis fosfat pada peubah bobot biji bernas dan hampa malai⁻¹ (g)

Isolat Bakteri	Dosis Fosfat			
	P1	P2	P3	P4
	Bobot biji bernas per malai (g)			
Tanpa Isolat	2,81	2,95	2,85	3,17
<i>Burkholderia sp</i>	3,10	3,63	2,94	3,04
	Bobot biji hampa per malai (g)			
Tanpa Isolat	0,44	0,33	0,35	0,35
<i>Burkholderia sp</i>	0,47	0,39	0,43	0,55

Perlakuan isolat bakteri dan dosis fosfat memberikan pengaruh interaksi pada peubah bobot biji bernas dan bobot biji hampa per rumpun.

Tanaman tanpa pemberian isolat bakteri menghasilkan bobot biji bernas per rumpun yang semakin meningkat dengan penambahan dosis fosfat sampai dengan 100 kg ha⁻¹ (P4), sedangkan bila diberi penambahan bakteri *Burkholderia* terjadi peningkatan bobot biji bernas pada dosis 50 kg ha⁻¹ dan makin menurun jika dosis ditingkatkan. Tanaman tanpa penambahan isolat meningkatkan bobot biji hampa per rumpun dengan semakin bertambahnya dosis pemupukan fosfat mulai dosis P2 dan tidak berubah setelah itu. Bobot biji hampa per rumpun lebih tinggi bila diberi tambahan bakteri *Burkholderia* mulai dosis P2 dan tidak berubah meskipun dosis ditingkatkan (Tabel 6)

Interaksi antara perlakuan tanpa isolat bakteri dan dosis fosfat P4 (dosis rekomendasi= 100 kg ha⁻¹) mempunyai nilai bobot biji bernas per rumpun tertinggi (25,39 g) tetapi tidak berbeda nyata dengan interaksi perlakuan tanpa isolat bakteri dan dosis fosfat P3 ($\frac{3}{4}$ dosis rekomendasi= 80 kg ha⁻¹). Interaksi antara isolat *Burkholderia sp* dan dosis fosfat P2 ($\frac{1}{2}$ dosis rekomendasi = 50 kg ha⁻¹) mempunyai nilai yang tertinggi (31,03 g) pada peubah bobot biji bernas per rumpun, berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Bobot biji bernas per rumpun pada interaksi perlakuan tanpa isolat dan dosis fosfat semakin meningkat dengan bertambahnya dosis fosfat tetapi bobot biji bernas per rumpun pada interaksi perlakuan isolat bakteri *Burkholderia sp* dan dosis fosfat menunjukkan pada dosis P3 ($\frac{3}{4}$ dosis rekomendasi= 80 kg ha⁻¹) dan P4 (dosis sesuai rekomendasi=100 kg ha⁻¹).

Tabel 5. Pengaruh perlakuan isolat bakteri dan dosis fosfat pada peubah jumlah biji bernas dan hampa malai⁻¹

Isolat Bakteri	Dosis Fosfat				Rerata
	P1	P2	P3	P4	
Jumlah biji bernas per malai (%)					
Tanpa Isolat	102,33	110,35	105,55	112,30	107,63
<i>Burkholderia sp</i>	119,20	125,32	107,88	103,66	114,01
Jumlah biji hampa per malai (butir)					
Tanpa Isolat	31,89	31,93	33,43	38,13	33,84b
<i>Burkholderia sp</i>	41,50	39,00	45,88	63,86	47,56a
	36,70B	35,47B	39,65B	50,99A	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf besar yang sama pada kolom atau huruf kecil yang sama pada baris di perlakuan menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan (α :5%).

Tabel 6. Pengaruh interaksi perlakuan isolat bakteri dan dosis fosfat pada peubah bobot biji bernas dan hampa rumpun⁻¹ (g).

Isolat Bakteri	Dosis Fosfat			
	P1	P2	P3	P4
Bobot biji bernas per rumpun (g)				
Tanpa Isolat	15,70d	20,74 bcd	23,98abc	25,39ab
<i>Burkholderia sp</i>	20,73bcd	31,03a	17,55bcd	16,23cd
Bobot biji hampa per rumpun (g)				
Tanpa Isolat	1,10c	2,68b	2,68b	3,22ab
<i>Burkholderia sp</i>	3,53ab	3,23ab	4,43a	3,88ab

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada baris dan kolom tidak berbeda nyata pada uji Duncan (α :5%).

3.3 Mutu Benih

Perlakuan isolat bakteri tidak berpengaruh nyata pada peubah daya berkecambah (DB) dan potensi tumbuh maksimum (PTM) sedangkan perlakuan dosis fosfat berpengaruh nyata pada peubah daya berkecambah (DB) tetapi tidak berpengaruh nyata pada peubah potensi tumbuh maksimum (PTM). Perlakuan dosis fosfat P4 (dosis sesuai rekomendasi=100 kg ha⁻¹) berbeda nyata dengan perlakuan P1 ($\frac{1}{4}$ dosis rekomendasi=25 kg ha⁻¹) untuk peubah daya berkecambah (Tabel 7). Secara umum, mutu benih jika ditinjau dari peubah daya berkecambah (DB) dan potensi daya tumbuh (PTM) terkategori benih bermutu tinggi dikarenakan memiliki persentase perkecambahan diatas 80%.

Dosis pupuk P menunjukkan pengaruh nyata terhadap daya berkecambah benih padi. Dosis lebih dari 50% mampu meningkatkan daya berkecambah dibandingkan dosis lebih rendah meskipun peningkatan dosis P lebih tinggi tidak mampu meningkatkan DB secara signifikan. Daya berkecambah yang dihasilkan dengan aplikasi dosis pupuk SP36 $\frac{1}{2}$ atau $\frac{3}{4}$ dari dosis rekomendasi tidak berbeda nyata dengan mutu benih yang

diaplikasikan dosis pupuk SP36 sesuai dosis rekomendasi. Hal ini menunjukkan bahwa pengurangan dosis pupuk P sampai dengan $\frac{1}{2}$ dari dosis rekomendasi tidak memberikan dampak negatif terhadap daya berkecambah.

Perlakuan isolat bakteri dan dosis fosfat memberikan pengaruh interaksi pada tolok ukur kecepatan tumbuh (KCT) dan indeks vigor (IV) (Tabel 7). Benih tanpa pemberian isolat bakteri menghasilkan nilai KCT yang semakin meningkat dengan penambahan dosis fosfat sampai dengan 100 kg ha⁻¹ sedangkan bila diberi penambahan bakteri *Burkholderia* terjadi peningkatan nilai KCT sampai dosis 50 kg ha⁻¹ tetapi terjadi penurunan jika dosis ditingkatkan (Tabel 8). Benih tanpa pemberian isolat bakteri maupun dengan pemberian isolat bakteri *Burkholderia* menghasilkan nilai IV yang semakin meningkat dengan penambahan dosis fosfat sampai dengan 50 kg ha⁻¹ dan tidak mengalami peningkatan jika dosis ditingkatkan (Tabel 8).

Tabel 7 Pengaruh perlakuan isolat bakteri dan dosis fosfat pada peubah daya berkecambah (DB) dan potensi tumbuh maksimum (PTM)

Isolat Bakteri	Dosis Fosfat			
	P1	P2	P3	P4
Daya Berkecambah (%)				
Tanpa Isolat	94,50	97,00	97,25	98,50
<i>Burkholderia sp</i>	93,00	98,00	95,25	98,00
Rerata	93,75B	97,50A	96,25A	98,25A
Potensi Tumbuh Maksimum (%)				
Tanpa Isolat	97,50	98,00	98,25	99,00
<i>Burkholderia sp</i>	97,75	98,75	97,50	98,00

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf besar yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan ($\alpha:5\%$).

Interaksi antara perlakuan tanpa isolat bakteri dan dosis P4 (dosis sesuai rekomendasi = 100 kg ha⁻¹) pada peubah kecepatan tumbuh (Kct) mempunyai nilai tertinggi (21,4 % KN etmal⁻¹) berbeda nyata dengan interaksi perlakuan lainnya. Interaksi perlakuan isolat bakteri *Burkholderia sp* dengan dosis fosfat P2 (½ dosis rekomendasi = 50 kg ha⁻¹) memiliki nilai kecepatan tumbuh (Kct) tertinggi (20,59 % KN etmal⁻¹) tetapi tidak berbeda nyata dengan interaksi perlakuan isolat bakteri *Burkholderia sp* dengan dosis fosfat P1 (¼ dosis rekomendasi = 25 kg ha⁻¹) (Tabel 8). Nilai kecepatan tumbuh (Kct) pada interaksi perlakuan tanpa isolat bakteri dan dosis fosfat semakin meningkat dengan meningkat dosis fosfat tetapi pada interaksi perlakuan isolat bakteri *Burkholderia sp* dan dosis fosfat terjadi penurunan nilai kecepatan tumbuh (Kct) pada dosis P3 (¾ dosis rekomendasi = 80 kg ha⁻¹) dan P4 (dosis sesuai rekomendasi = 100 kg ha⁻¹).

Interaksi perlakuan tanpa isolat bakteri dan dosis P1 (¼ dosis rekomendasi = 25 kg ha⁻¹) pada peubah indeks vigor mempunyai nilai terendah (73,50 %) berbeda nyata dengan interaksi perlakuan lainnya. Interaksi perlakuan isolat bakteri *Burkholderia sp* dan dosis P1 (¼ dosis rekomendasi = 25 kg ha⁻¹) pada peubah indeks vigor mempunyai nilai terendah (82,75 %) berbeda nyata dengan interaksi perlakuan isolat bakteri *Burkholderia sp* dan dosis P2 dan interaksi perlakuan isolat bakteri *Burkholderia sp* dan dosis P3 (Tabel 8).

Perlakuan isolat bakteri maupun perlakuan dosis fosfat tidak berpengaruh nyata pada peubah bobot 1000 butir dan berat kering kecambah normal (BKKN) (Tabel 9). Isolat bakteri dan dosis fosfat tidak memberikan pengaruh pada peubah bobot 1000 butir dan berat kering kecambah normal (BKKN) dalam penelitian ini diduga karena faktor genetik dan benih yang dipanen sudah mencapai matang fisiologis.

Tabel 8. Pengaruh interaksi perlakuan isolat bakteri dan dosis fosfat pada peubah Kecepatan tumbuh dan indeks Vigor.

Isolat Bakteri	Dosis Fosfat			
	P1	P2	P3	P4
Kecepatan Tumbuh (% KN etmal ⁻¹)				
Tanpa Isolat	19,65bc	19,66bc	20,10b	21,40a
<i>Burkholderia sp</i>	19,91b	20,59ab	18,59d	18,88cd
Indeks Vigor (%)				
Tanpa Isolat	73,50c	88,75a	89,75a	89,50a
<i>Burkholderia sp</i>	82,75b	90,00a	86,25ab	89,75a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada baris dan kolom tidak berbeda nyata pada uji Duncan ($\alpha : 5 \%$).

Tabel 9. Pengaruh perlakuan isolat bakteri dan dosis fosfat pada peubah bobot 1000 butir dan berat kering kecambah normal (BKKN)

Isolat Bakteri	Dosis Fosfat			
	P1	P2	P3	P4
	Bobot 1000 butir (g)			
Tanpa Isolat	26,77	26,93	27,17	27,41
<i>Burkholderia sp</i>	26,57	28,92	27,29	27,46
	Berat Kering Kecambah Normal (g)			
Tanpa Isolat	0,0030	0,0037	0,0042	0,0051
<i>Burkholderia sp</i>	0,0043	0,0037	0,0042	0,0041

4. Pembahasan

Kondisi pH dan P tersedia serta P potensial di lokasi penelitian menunjukkan nilai yang berbeda sebelum dan setelah penelitian. Nilai ketiganya sebelum penelitian relatif lebih tinggi dibandingkan setelah penelitian. Perbedaan signifikan ditemukan pada P tersedia dan P potensial setelah penelitian antara perlakuan dengan BPF dan non BPF. Lokasi dengan diberikan BPF menunjukkan nilai P tersedia lebih rendah sedangkan P potensialnya lebih tinggi. Perlakuan BPF meningkatkan serapan P oleh tanaman yang ditunjukkan oleh nilai P tersedia yang lebih rendah dan P potensial yang lebih tinggi setelah penelitian.

Perubahan pH tanah sebelum aplikasi dan setelah aplikasi dari agak masam menjadi masam membuktikan bahwa dengan adanya penambahan pupuk P dan bakteri pelarut P maka P yang terfiksasi didalam tanah dapat dibebaskan. Menurut Fitriatin *et al.* (2011) di tanah ultisol logam Al yang terlarut pada pH < 5 dan akan memfiksasi P sehingga ketersediaan P bagi tanaman menjadi rendah.

Perubahan pH berpengaruh terhadap ketersediaan P didalam tanah (Wahyudin *et al.* 2017). Hal ini juga terlihat dari hasil analisis tanah dilahan pada akhir penelitian. Perubahan pH tanah yang terjadi dilahan penelitian, menyebabkan P tersedia yang ada di dalam tanah menjadi menurun terutama di tanah dengan perlakuan bakteri pelarut fosfat. Diduga P tersedia yang berada di dalam tanah tersebut sudah dimanfaatkan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Hasil analisis P pada biji menunjukkan bahwa P total yang berada di biji lebih tinggi dari P total yang berada di jaringan tanaman (daun dan batang padi). Hal ini sejalan dengan pendapat Julia *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa memang hampir 70 % P pada saat panen berada di biji.

Jumlah biji bernas per malai pada perlakuan dosis fosfat dipenelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Agustiansyah *et al.* (2012) yang menunjukkan bahwa perlakuan dosis

50 kg P ha⁻¹ atau setengah dari dosis anjuran (100 kg ha⁻¹) menunjukkan rerata tertinggi untuk jumlah biji bernas per malai. Jumlah biji hampa per malai dipenelitian ini menunjukkan hasil yang berbeda dengan Agustiansyah *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa jumlah biji hampa per malai tidak berbeda nyata antar perlakuan dosis fosfat dengan dosis sesuai rekomendasi sedangkan pada penelitian ini perlakuan P4 (dosis fosfat sesuai rekomendasi) berbeda nyata dengan perlakuan dosis lainnya dan memiliki jumlah biji hampa per malai terbanyak.

Dosis pupuk fosfat yang diberikan setengah dari dosis rekomendasi (50 kg ha⁻¹ = 80 g per petak⁻¹) ditambah dengan bakteri pelarut fosfat dari genus *Burkholderia* mampu memberikan hasil berat biji per rumpun yang sama dengan dosis pupuk P4 (dosis sesuai rekomendasi = 100 kg ha⁻¹). Hasil penelitian Khan *et al.* (2017) yang menggunakan bakteri genus *Burkholderia* pada budidaya padi dalam pot juga menghasilkan hasil gabah yang setara atau lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian 100% pupuk rekomendasi tanpa inokulasi bakteri. Penelitian Aryanto *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa pupuk hayati dapat mengurangi penggunaan pupuk sintetik NPK sebanyak 50 % dari dosis anjuran. Penelitian Puspitawati *et al.* (2013) menyimpulkan bahwa penggunaan mikroba pelarut P dapat mengurangi dosis pupuk P anorganik sampai 50 % serta meningkatkan hasil gabah dan serapan P pada jerami dan gabah. Wahyudin *et al.* (2017) menyatakan bahwa penggunaan mikroba pelarut fosfat dapat mensubstitusi sebagian atau seluruh kebutuhan tanaman akan pupuk fosfat dan memberikan hasil yang positif terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman jagung. Menurut Flatian *et al.* (2016) peningkatkan P tersedia bagi tanaman dari hasil kerja mikroorganisme pelarut fosfat maka akan menyebabkan peningkatan efisiensi penggunaan pupuk SP-36.

Pengurangan dosis pupuk P sampai dengan $\frac{1}{2}$ dosis rekomendasi dan penambahan bakteri pelarut fosfat dapat membantu mengoptimalkan penyerapan unsur fosfat oleh tanaman untuk pertumbuhan dan pembentukan benih. Genus *Burkholderia sp* yang digunakan dalam penelitian ini dapat menghasilkan beberapa asam organik (malat, sitrat, oksalat) dan enzim fosfatase yang dapat meningkatkan ketersediaan P pada tanah. P yang ada didalam tanah bisa dimanfaatkan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman dalam proses pembentukan benih. Hal ini didukung oleh data P tersedia pada tanah yang diberi perlakuan bakteri menunjukkan nilai yang rendah saat diuji diakhir penelitian (Tabel 2). Menurut Sopandi (2014), eksudasi asam organik berpengaruh tidak langsung pada peningkatan ketersediaan hara bagi tanaman karena anion dari asam organik membentuk kompleks dengan Al dan Fe sehingga dapat melepaskan ion fosfat atau mencegah ion fosfat bereaksi dengan ion Al atau Fe.

Beberapa penelitian pemupukan P terkait dengan peubah potensi tumbuh maksimum pada padi (Saputra *et al.* 2016; Agustiansyah *et al.* 2012) maupun tanaman lain seperti kedelai (Agustiansyah *et al.* 2020), umumnya memberikan hasil yang tidak berpengaruh nyata. Umumnya para peneliti menduga karena benih yang dipanen sudah memasuki fase masak fisiologis sehingga tidak mempengaruhi potensi tumbuh maksimum benih. Menurut Ilyas (2012) saat masak fisiologi maka mutu benih mencapai maksimum. Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia no. 991/HK.150/C/05/2018 tentang Petunjuk Teknik Sertifikasi Benih Tanaman Pangan menjelaskan bahwa spesifikasi persyaratan mutu benih di laboratorium untuk parameter daya berkecambah minimal benih padi adalah 80 %. Dipenelitian ini, parameter/peubah viabilitas benih (daya berkecambah dan potensi tumbuh maksimum) mempunyai nilai diatas 80 %.

Penelitian Agustiansyah *et al.* (2012) dengan perlakuan pemupukan P dan pemberian perlakuan agen hayati pada benih padi yang terinfeksi patogen Xoo juga tidak memberikan pengaruh nyata pada peubah BKKN.

5. Kesimpulan

Dosis pupuk fosfat $\frac{1}{2}$ dosis rekomendasi memberikan nilai terbaik pada peubah jumlah biji hampa per malai dan berat biji hampa per malai. Perlakuan tanpa isolat bakteri pelarut fosfat memiliki nilai terendah pada peubah jumlah biji hampa per malai dan berat biji hampa per rumpun. Interaksi pupuk fosfat $\frac{1}{2}$ dosis rekomendasi dan

isolat bakteri (genus *Burkholderia sp*) mampu mengoptimalkan berat biji per rumpun

Dosis fosfat $\frac{1}{2}$ dosis rekomendasi mempunyai mutu benih yang tidak berbeda dengan dosis fosfat rekomendasi. Mutu benih menunjukkan perbedaan pada perlakuan isolat bakteri. Interaksi dosis pupuk fosfat ($\frac{1}{2}$ dari dosis rekomendasi) dan isolat bakteri pelarut fosfat (genus *Burkholderia sp*) mampu mengoptimalkan vigor benih (kecepatan tumbuh dan indeks vigor).

6. Ucapan Terimakasih

Penelitian ini dibiayai oleh LPDP melalui Beasiswa Unggulan Dosen Indonesia Dalam Negeri 2017 (BUDI-DN 2017).

7. Pernyataan Konflik Kepentingan (Declaration of Conflicting Interests)

Penulis menyatakan tidak ada potensi konflik kepentingan sehubungan dengan penelitian, kepengarangan, dan/atau publikasi dari artikel ini (*The authors have declared no potential conflicts of interest concerning the study, authorship, and/or publication of this article*).

8. Daftar Pustaka

- Agustiansyah, Ermawati, Pramono E, Wibowo A. 2020. Pengaruh pupuk fosfat terhadap pertumbuhan, produksi dan mutu benih kedelai (*Glycine max* L.Merill) yang ditanam di lahan sawah pada musim kemarau. *Agrotek Trop.* 8(1):55-65.
- Agustiansyah, Ilyas S, Sudarsono, Machmud M. 2012. Pengaruh perlakuan benih dengan agens hayati dan pemupukan terhadap pertumbuhan tanaman, produksi dan mutu benih padi di lapang. *J Agrotropika.* 17(2):66-73. doi:10.1097/BLO.0b013e3181576080.
- Aryanto A, Triyadiyahati, Sugiyanta. 2017. Pertumbuhan dan produksi padi sawah dan gogo dengan pemberian pupuk hayati berbasis bakteri pemacu tumbuh di tanah masam. *J Ilmu Pertan Indones.* 20(3):229-235. doi:10.18343/jipi.20.3.229.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangka. 2019. *Kabupaten Bangka dalam Angka*. Sungailiat: Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangka.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangka. 2020. *Kabupaten Bangka Dalam Angka*. BPS Kab Bangka, editor. Sungailiat.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangka. 2021. *Kabupaten Bangka Dalam Angka*. BPS Kab Bangka, editor. Sungailiat.

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangka. 2022. *Kabupaten Bangka Dalam Angka*. BPS Kab Bangka, editor. Sungailiat.
- Dobermann A, Fairhurst T. 2002. *Nutrient Disorders and Nutrient Management*. First. Potash and Phosphate Institute (PPI), Potash and Phosphate Institute of Canada (PPIC) and International Rice Research Institute (IRRI).
- Eviati, Sulaeman. 2009. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Ed ke-2. Prasetyo B., Djoko S, Ladiyani RW, editor. Bogor: Balai Penelitian Tanah: Balai Penelitian Tanah.
- Feriadi. 2015. Inovasi varietas unggul padi "Beras Merah" di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. <https://bbpadi.litbang.deptan.go.id>
- Fitriatin BN, Yuniarti A, Mulyani O. 2011. Peningkatan P tanah dan produksi padi gogo melalui pemanfaatan mikroba pelarut fosfat penghasil fosfatase pada tanah marginal. Makalah pada Seminar Antarbangsa. Bangi: Makalah pada Seminar Antarbangsa Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Fitriatin BN, Yuniarti A, Mulyani O, Fauziah FS, Tiara MD. 2009. Pengaruh mikroorganisme pelarut fosfat dan pupuk P terhadap P tersedia, aktivitas fosfatase, populasi mikroorganisme pelarut fosfat, konsentrasi P tanaman dan hasil padi gogo (*Oryza sativa* L.) pada Ultisols. *J Agrik*. 20(3):201–215.
- Flatian A, Anas I, Sutandi A, Ishak. 2016. Kontribusi P berasal dari aktivitas mikroba pelarut fosfat, fosfat alam dan SP-36 yang ditentukan menggunakan teknik isotop ^{32}P . *J Ilm Apl Isot dan Radiasi*. 12(1):57–68.
- Hipi A, Surahman M, Ilyas S, Giyanto. 2013. Pengaruh aplikasi rizobakteri dan pupuk fosfat terhadap produktivitas dan mutu fisiologis benih jagung hibrida. *J Penelit Pertan Tanam Pangan*. 32(3):192–198. doi:10.21082/jpoptp.v32n3.2013.p192-198.
- Ilyas S. 2012. *Ilmu dan Teknologi Benih: Teori dan Hasil-hasil Penelitian*. Ed. ke-1. Bogor: IPB Press
- Julia C, Wissuwa M, Kretzschmar T, Jeong K, Rose T. 2016. Phosphorus uptake, partitioning and redistribution during grain filling in rice. *Ann Bot*. 118(6):1151–1162. doi:10.1093/aob/mcw164.
- Khan MMA, Haque E, Paul NC, Khaleque MA, Al-Garni SMS, Rahman M, Islam MT. 2017. Enhancement of growth and grain yield of rice in nutrient deficient soils by rice probiotic bacteria. *Rice Sci*. 24(5):264–273. doi:10.1016/j.rsci.2017.02.002.
- Malhotra H, Vandana, Sharma S, Pandey R. 2018. Phosphorus nutrition: plant growth in response to deficiency and excess. Di dalam: Hasanuzzaman M, Fujita M, Oku H, Nahar K, Hawrylak-Nowak B, editor. *Plant Nutrients and Abiotic Stress Tolerance*. India. hlm 1–590.
- Prakosa FH, Widodo RA, Peniwiratri L. 2020. Pengaruh dosis zeolit dan pupuk SP-36 terhadap ketersediaan P pada latosol dan serapan P padi gogo (*Oryza sativa* L) . *J.Tanah dan Air*. 17 Juni:1–10.
- Prasetyo B, Suriadikarta D. 2006. Karakteristik, potensi, dan teknologi pengelolaan tanah ultisol untuk pengembangan pertanian lahan kering di Indonesia. *J Litbang Pertan*. 25 (2): 39–47
- Prayoga RL. 2020. *Statistik Daerah Kabupaten Bangka Tahun 2021*. Arie Widayanti D, Fajaria S, editor. Sungailiat: Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangka.
- Puspitawati MD, Sugiyanta, Anas I. 2013. Pemanfaatan mikroba pelarut fosfat untuk mengurangi dosis pupuk P anorganik pada padi sawah. *J Agron Indones*. 41(3):188–195.
- Saputra Z, Zuhry E, Nubaiti. 2016. Daya hasil dan mutu benih padi beras merah yang diberi kompos tandan kosong kelapa sawit dan pupuk fosfor. *JOM Faperta UNSRI*. 3(2).
- Saraswati R, Sumarno. 2008. Pemanfaatan mikroba penyubur tanah sebagai komponen teknologi pertanian. *Iptek Tanam Pangan*. 3(1):41–58.
- Sari PM, Surahman M, Budiman C. 2018. Peningkatan produksi dan mutu benih jagung hibrida melalui aplikasi pupuk N, P, K dan bakteri probiotik. *Bul Agrohorti*. 6(3):412–421.
- Sopandie D. 2014. Fisiologi adaptasi tanaman terhadap cekaman abiotik pada agroekosistem tropika. Bogor: IPB Press.
- Wahyudin A, Fitriatin BN, Wicaksono FY, Ruminta R, Aristiyo M. 2017. Respons tanaman jagung (*Zea mays* L.) akibat pemberian pupuk fosfat dan waktu aplikasi pupuk hayati mikroba pelarut fosfat pada Ultisols Jatiningor. *Kultivasi*. 16(1):246–254. doi:10.24198/kultivasi.v16i1.11559.
- Wijaya AK, Surahman M, Qadir A. 2019. Pengaruh pemberian Zn dan mikroba terhadap pertumbuhan, hasil, dan mutu benih padi IPB 3S pada lahan rawa lebak. *Penelit Pertan Tanam Pangan*. 3(3):117–124.
- Zulputra, Wawan, Nelvia. 2014. Respon padi gogo (*Oryza sativa* L.) terhadap pemberian silikat dan pupuk fosfat pada tanah ultisol. *J Agroteknologi*. 4(2):1–10.