



Efektivitas Bakteri Tahan Salin dan Pemberian Batuan Fosfat terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai di Tanah Salin

The Effectiveness of Saline Resistant Bacteria and Application of Rock Phosphate on Soybean Growth and Production in Saline Soil

Khoirotul Mutmainah, Eny Fuskhah*, Endang Dwi Purbajanti

Department of Agroecotechnology, Faculty of Animal and Agricultural Science, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

*Corresponding author. eny_fuskhah@yahoo.com

ABSTRACT

The purpose of this study was to examine the effect of *Rhizobium* sp. and phosphate solubilizing bacteria and the application rock phosphate to the growth and production of soybean plants in saline soils. The methods used was Completely Randomized Design 4 x 3 with 3 replications. The first factor is treatment of *Rhizobium* sp. and phosphate solubilizing bacteria saline-resistant (CFU 109 cells/g) at 4 levels, F0 : 0 mg/pot, F1 : 10 mg/pot, F2 : 20 mg/pot, and F3 : 30 mg/pot. The second factor is doses of rock phosphate with 3 levels, B0: 0 kg/ha, B1: 50 kg/ha, and B2: 100 kg/ha. The results showed that the inoculation of *Rhizobium* sp. and phosphate solubilizing bacteria saline-resistant were not significantly different on the N uptake parameters of seeds. Treatment with different doses of rock phosphate had no significant effect on all parameters. Inoculation of *Rhizobium* sp. and phosphate solubilizing bacteria and rock phosphate have not been able to significantly increase the growth and production of soybean varieties Anjasmoro in highly saline growing media with EC 6,26 dS/m, although there is a trend to increase soybean production.

Keywords: phosphate solubilizing bacteria; *Rhizobium* sp.; salinity.

Cite this as: Mutmainah, K., Fuskhah, E., Purbajanti, E. D. (2022). Efektivitas Bakteri Tahan Salin dan Pemberian Batuan Fosfat terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai di Tanah Salin. *Agrosains : Jurnal Penelitian Agronomi*, 24(1), 12-19. DOI: <http://dx.doi.org/10.20961/agsjpa.v23i2.58776>

PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* L.) merupakan jenis tanaman pangan yang termasuk dalam famili Leguminosa. Kedelai memiliki keunggulan berupa harga jual yang cukup tinggi di ranah pasar. Kedelai varietas Anjasmoro merupakan kedelai varietas unggul Balitkabi dengan polong tidak mudah pecah, tahan rebah, adaptif terhadap berbagai ekosistem, serta potensi hasil sebesar 3,7 ton/ha (Balitkabi, 2016). Kedelai tergolong dalam tanaman yang peka terhadap salinitas dengan ambang batas toleransi 2 – 4 dS/m. Kedelai varietas Anjasmoro toleran pada kondisi salinitas dengan daya hantar listrik (DHL) hingga 3,85 – 4,78 dS/m (Taufiq et al., 2016). Kedelai mengandung 330 kalori, 10% air, 35% karbohidrat, 18% lemak, serta mineral seperti Fe, Ca, dan vitamin A pada setiap 100 gram biji (Firsta dan Saputro, 2019). Data Kementerian Pertanian (2020) melaporkan luas panen tanaman kedelai tahun 2019 hanya 285,27 ribu ha dan menurun hingga 42,20% dari tahun sebelumnya. Produksi kedelai pada tahun 2016 – 2019 mengalami fluktuasi yaitu dari 859,65 ribu ton menjadi 424,19 ribu ton. Permintaan kedelai diperkirakan akan terus meningkat dengan rata-rata 3,92% per tahun. Konsumsi nasional pada tahun 2024 diperkirakan akan mencapai 3,03 juta ton (Kementerian Pertanian, 2020). Oleh karena itu, strategi untuk meningkatkan pencapaian produksi kedelai salah satunya dapat dilakukan dengan perluasan areal tanam melalui pemanfaatan lahan salin.

Kendala pemanfaatan tanah salin untuk lahan pertanian yaitu kadar garam atau cekaman salinitas yang tinggi. Tingkat salinitas tanah dikelompokkan berdasarkan nilai daya hantar listrik (DHL) yaitu tanah non salin (< 1.0 dS/m), sangat rendah (<1.1 – 2 dS/m), sedang (<2.1 – 4 dS/m), agak tinggi (4 – 8 dS/m), dan tinggi (8.8 – 16 dS/m) (Putri et al., 2017). Unsur hara pada tanah salin cenderung mengalami cekaman akibat akumulasi garam. Tingginya ion Na⁺ dalam tanah mengakibatkan menurunnya ion Mg, Ca, dan K yang dapat ditukar sehingga terjadi penurunan ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Unsur P dan N merupakan unsur hara makro esensial yang sangat dibutuhkan dalam pertumbuhan tanaman. Pengikatan P oleh Ca²⁺ menyebabkan ketersediaan fosfor dalam tanah berkurang. Berlebihnya ion Cl⁻ akan berpengaruh pada penyerapan NO₃⁻ yang menyebabkan defisiensi unsur nitrogen dan terhambatnya mineralisasi di dalam tanah sehingga berdampak pada penurunan pertumbuhan dan produksi tanaman (Krismiratih et al., 2020).

Upaya yang dapat dilakukan dilakukan untuk mengatasi pengaruh salinitas terhadap defisiensi unsur hara pada lahan salin yaitu dengan pemanfaatan pupuk hayati (*Rhizobium* sp. dan bakteri pelarut fosfat toleran salin) serta pemupukan batuan fosfat. Penggunaan *Rhizobium* sp. dan bakteri pelarut fosfat toleran salin berperan dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara terutama nitrogen dan fosfor untuk mendukung pertumbuhan tanaman pada lingkungan salinitas.

Rhizobium sp. dan bakteri pelarut fosfat toleran salin memiliki tingkat adaptasi lebih tinggi sehingga mampu hidup dan berkembang pada kondisi cekaman salinitas (Prasetyani *et al.*, 2021). Sedangkan, pemupukan P-alam berupa batuan fosfat berfungsi dalam mensuplai unsur P. Batuan fosfat mengandung unsur fosfor untuk pembentukan asam amino pada tanaman (Indriani *et al.*, 2017). Ketersediaan unsur hara N dan P yang cukup akan memberikan pertumbuhan dan produksi yang maksimal.

Rhizobium sp. mampu berasosiasi dengan tanaman legum untuk pembentukan bintil akar. *Rhizobium sp.* akan menambat nitrogen bebas dan mengubahnya menjadi NH_4^+ yang mampu diserap oleh tanaman (Astari *et al.*, 2016). Proses fiksasi nitrogen dipengaruhi oleh jenis tanaman legum, kultivar, serta kondisi lingkungan tumbuh. Tanah yang diinokulasi bakteri *Rhizobium sp.* akan memberikan peningkatan ketersediaan unsur nitrogen yang lebih tinggi dibandingkan tanpa inokulasi. Bakteri *Rhizobium sp.* dapat meningkatkan produktivitas tanaman legum sebesar 10 – 25% dan membantu suplai nitrogen hingga 80% (Susilo dan Sumarji, 2018).

Batuan fosfat merupakan sumber P alami yang dapat mensuplai unsur P untuk pembentukan biji yang sempurna, pembungaan lebih banyak sehingga polong total menjadi lebih tinggi. Penggunaan fosfat alam sangat baik untuk pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*). Batuan fosfat bersifat *slow release*, tidak mudah larut dalam air, dan memiliki residu tinggi. Fosfat alam juga memiliki berbagai kandungan unsur seperti Ca, Mg, Na, Al, dan Fe. Kelarutan fosfat akan menurun seiring dengan meningkatnya tingkat keasaman tanah (pH) (Hartatik dan Idris, 2008). Kelarutan batuan fosfat dapat dipercepat dengan inokulasi bakteri pelarut fosfat.

Bakteri pelarut fosfat berperan dalam meningkatkan aktivitas penyerapan P. Bakteri pelarut fosfat meningkatkan ketersediaan P melalui pelepasan asam organik seperti fumarate, laktat, dan sitrat (Alfiah *et al.*, 2017). Mekanisme pelarutan P berkaitan dengan sifat bakteri yang dapat menghasilkan asam organik untuk pembentukan khelat yang berikatan dengan fosfat sehingga ion H_2PO_4^- lepas dan tersedia bagi tanaman. Bakteri pelarut fosfat (BPF) memecah ion P yang terikat dalam kation tanah seperti Al, Ca, Fe, serta Mg dan kemudian mengubahnya menjadi bentuk yang tersedia untuk diserap tanaman (Firdausi *et al.*, 2016).

Aplikasi batuan fosfat 0,744 g/pot dan inokulasi bakteri pelarut fosfat dapat memberikan hasil terbaik pada parameter berat kering akar dan tajuk, berat biji, serta persentase polong tanaman kacang hijau (Aditya *et al.*, 2015). Pembaharuan dalam penelitian ini berupa perlakuan dosis kombinasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat yang telah diseleksi pada tingkat salinitas tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat tahan salin serta batuan fosfat terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai di tanah salin.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret – Juli 2021 di *Greenhouse* Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro. Analisis hasil penelitian dilakukan di Laboratorium Ekologi dan Produksi Tanaman, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang. Analisis fisika tanah dilakukan di KP Ungaran dan Lab Pengujian, BPTP

Jawa Tengah. Analisis kimia tanah dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah dan Kesuburan, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret.

Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi benih kedelai varietas Anjasmoro, tanah salin, isolat bakteri *Rhizobium sp.* KK8 toleran salin 20.000 ppm NaCl koleksi Laboratorium Ekologi dan Produksi Tanaman, isolat bakteri pelarut fosfat asal Batang toleran salin 20.000 ppm NaCl, 75 kg/ha pupuk urea, dan 50 kg/ha pupuk KCl. Bahan pembuatan 1 L media YEMA+ CR (0.5 g K_2HPO_4 ; 0.2 g MgSO_4 ; 20 g NaCl; 10 g Mannitol; 1 g ekstrak khamir; 20 g *bacto agar*; dan 0.025 g *Congo Red*) dan 1 L media Pikovskaya (10 g glukosa; 5 g $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$; 0.5 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; 0.2 g KCl, 0.1 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 0.1 g MnSO_4 ; 0.1 g FeSO_4 ; 0.5 g yeast ekstrak; dan 15 g agar). Alat yang digunakan adalah *polybag* ukuran 35 cm x 35 cm, autoklaf, shaker, autoklaf, erlenmeyer, *laminar air flow*, pH meter, cawan petri, dan mikropipet.

Rancangan percobaan yang digunakan yaitu rancangan faktorial 4 x 3 dengan dasar Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah perlakuan inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat tahan salin (CFU 10^9 sel/g) pada 4 taraf yaitu F0 : 0 mg/pot, F1 : 10 mg/pot, F2 : 20 mg/pot, dan F3 : 30 mg/pot. Faktor kedua adalah pemberian batuan fosfat dengan 3 taraf yaitu B0 : 0 kg/ha, B1 : 50 kg/ha, dan B2 : 100 kg/ha. Kombinasi berupa 12 perlakuan dengan 3 kali ulangan sehingga terdapat 36 unit percobaan. Persiapan media tanam pengujian tanah awal dan aplikasi batuan fosfat sesuai dosis perlakuan. Sterilisasi tanah dengan menggunakan metode panas uap selama 6 jam. Persiapan inokulum *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat meliputi peremajaan, perbanyakan, dan inokulasi pada media pembawa (gambut). Penanaman dengan menanam 4 benih kedelai pada setiap *polybag* dan dilakukan penjarangan 7 hari setelah tanam (hst). Inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat dilakukan pada saat tanam sesuai dosis perlakuan. Pemupukan sesuai dosis rekomendasi lahan salin 75 kg/ha urea dan 50 kg/ha KCl. Aplikasi pupuk urea dan KCl sebanyak 2/3 pada saat tanam dan 1/3 dosis pupuk KCl pada umur 35 hst. Pemanenan kedelai dilakukan pada umur 70 hst.

Penelitian dilaksanakan dengan pengambilan tanah salin di Kecamatan Tugu, Kota Semarang. Lokasi terletak di 6°58'37.335" LS dan 110°21'8.433" BT. Lokasi berada pada ketinggian tempat \pm 32 meter di atas permukaan laut (mdpl) dan jarak \pm 4 km dari bibir pantai utara Jawa Tengah. Tanah kemudian dianalisis untuk mengetahui sifat fisika dan kimia tanah. Data hasil analisis disajikan pada Tabel 1.

Parameter pengamatan meliputi pertumbuhan dan produksi tanaman. Parameter pertumbuhan yaitu tinggi tanaman dan jumlah daun. Parameter produksi meliputi jumlah bintil akar, jumlah dan berat polong, jumlah dan berat biji, serapan N, serta serapan P. Data yang diperoleh dianalisis ragam (ANOVA) dan apabila terdapat pengaruh nyata dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

Tabel 1. Karakteristik Sifat Fisika dan Kimia Tanah Penelitian

Karakteristik	Nilai	Kategori
EC (dS/m)	6,26	Sangat Tinggi
TDS (g/L)	2,60	
NaCl (%)	10,2	
pH H ₂ O	7,58	Agak Alkali
C-Organik (%)	1,02	Rendah
Bahan Organik (%)	1,75	Rendah
N (%)	0,09	Sangat Rendah
P ₂ O ₅ Bray (ppm P)	5,12	Rendah
K ₂ O (me %)	0,21	Rendah
Fraksi Pasir (%)	26,30	
Fraksi Debu (%)	38,72	Lempung Berliat
Fraksi Liat (%)	34,98	

Sumber : Hasil Analisis Tanah menurut Balittanah (2009)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Bintil Akar Efektif

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat tidak berpengaruh nyata terhadap parameter jumlah bintil akar efektif. Perlakuan dosis batuan fosfat tidak memberikan pengaruh nyata terhadap parameter jumlah bintil akar efektif. Tidak terdapat interaksi antara kedua perlakuan terhadap parameter jumlah bintil akar. Hasil perlakuan inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat serta batuan fosfat disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah Bintil Akar Efektif Tanaman Kedelai pada Inokulasi *Rhizobium sp.* dan Bakteri Pelarut Fosfat serta Pemberian Dosis Batuan Fosfat yang Berbeda

Batuan Fosfat	Inokulasi <i>Rhizobium sp.</i> dan Bakteri Pelarut Fosfat Tahan Salin				Rata-Rata
	0 mg/pot	10 mg/pot	20 mg/pot	30 mg/pot	
	----- (buah) -----				
0 kg/ha	0,00	1,00	1,00	1,00	0,75
50 kg/ha	0,00	8,00	2,00	2,00	3,00
100 kg/ha	0,00	1,00	0,00	2,00	0,75
Rata-Rata	0,00	3,33	1,00	1,67	

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa perlakuan inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat serta pemberian dosis batuan fosfat tidak berpengaruh terhadap parameter jumlah bintil akar. Jumlah bintil akar terbanyak terdapat pada perlakuan inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat 10 mg/pot. inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat dapat meningkatkan jumlah bintil akar efektif meskipun secara statistik tidak signifikan. Purwaningsih (2015) menyatakan inokulasi *Rhizobium sp.* mengakibatkan adanya kolonisasi dan infeksi pada perakaran tanaman legum yang membentuk bintil akar untuk fiksasi N. Jumlah bintil akar yang terbentuk sangat dipengaruhi oleh jumlah koloni bakteri rhizobium. Hendryanto et al. (2017) menyatakan bahwa tingginya koloni *Rhizobium sp.* dalam tanah akan meningkatkan jumlah bintil akar yang terbentuk.

Rendahnya jumlah bintil akar pada penelitian ini menunjukkan asosiasi bakteri rhizobium dan tanaman kedelai belum terjadi secara optimal. Hal ini dikarenakan adanya cekaman salinitas yang sangat tinggi. Menurut Fuskah et al. (2009) cekaman salin pada perakaran tanaman menyebabkan terhambatnya pra infeksi pembentukan bintil akar. Kondisi salinitas mengakibatkan penurunan jumlah sel bakteri yang akan berpengaruh terhadap proses pembentukan bintil. Hal ini sesuai dengan pendapat Kirova dan Kocheva (2021)

salinitas akan menurunkan jumlah sel rhizobia sehingga membatasi proses infeksi yang menghambat pembentukan bintil akar dan pengikatan N. Predeepa & Ravindran (2010) menyatakan efek negatif salinitas pada nodul berupa pembentukan nodul non-fungsional dengan struktur yang abnormal.

Inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat 10 mg/pot dan aplikasi batuan fosfat 50 kg/ha menunjukkan jumlah bintil akar terbanyak yaitu 8,00 buah. Peningkatan dosis batuan fosfat (BP) diduga berpengaruh terhadap peningkatan pH tanah sehingga perlakuan batuan fosfat 50 kg/ha memiliki pH yang sesuai untuk syarat tumbuh bakteri. Wijanarko (2016) menyatakan bahwa aplikasi fosfat alam di lapangan dapat meningkatkan ketersediaan P, Ca, dan pH tanah yang disebabkan oleh hidrolisis karbonat. Media tanam yang digunakan dalam penelitian ini memiliki pH 7,58 yang tergolong dalam kategori agak alkali. Kelangsungan hidup *Rhizobium sp.* ditandai dengan terbentuknya bintil akar efektif yang dipengaruhi oleh kondisi dalam tanah seperti tanah dan tingkat ketahanan bakteri. Liem et al. (2019) menyatakan *Rhizobium* dapat tumbuh optimum pada pH 6 – 7.

Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat tahan salin tidak berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi tanaman. Perlakuan dosis batuan fosfat tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Tidak terdapat interaksi antar kedua faktor terhadap parameter tinggi tanaman. Hasil perlakuan inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat tahan salin serta batuan fosfat disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata Tinggi Tanaman Kedelai 5 MST pada Inokulasi *Rhizobium sp.* dan Bakteri Pelarut Fosfat serta Pemberian Dosis Batuan Fosfat yang Berbeda

Batuan Fosfat	Inokulasi <i>Rhizobium sp.</i> dan Bakteri Pelarut Fosfat Tahan Salin				Rata-Rata
	0 mg/pot	10 mg/pot	20 mg/pot	30 mg/pot	
	----- (buah) -----				
0 kg/ha	66,16	69,83	81,83	86,33	76,04
50 kg/ha	57,66	61,00	72,33	73,66	66,16
100 kg/ha	71,33	70,16	63,50	55,50	65,12
Rata-Rata	65,05	67,00	72,55	71,83	

Berdasarkan data pada Tabel 3. menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat serta pemberian dosis batuan fosfat tidak berpengaruh terhadap parameter tinggi tanaman. Inokulasi bakteri *Rhizobium sp.* cenderung mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman kedelai meskipun secara statistik tidak signifikan. Hal ini dikarenakan kemampuan bakteri *Rhizobium sp.* dalam memfiksasi nitrogen sehingga dapat diserap oleh tanaman. Alfikri et al. (2018) menyatakan *Rhizobium sp.* dapat menambat N bebas hingga 70% yang digunakan untuk pembentukan klorofil dan enzim sehingga mendukung pertumbuhan fase vegetatif. Fiksasi nitrogen akan mengubah nitrogen bebas menjadi asam amino dan senyawa nitrogen yang digunakan untuk pertumbuhan. Hal ini sesuai dengan pendapat Ni'am dan Bintari (2017) *Rhizobium sp.* akan menambat nitrogen bebas yang selanjutnya berfungsi dalam pembelahan, pemanjangan dan pembelahan sel.

Tinggi tanaman kedelai pada aplikasi batuan fosfat

dengan dosis 50 kg/ha dan 100 kg/ha menunjukkan hasil yang lebih rendah yaitu 66,167 cm dan 65,125 cm dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemberian batuan fosfat yaitu 76,042. Hal diduga inokulasi *Rhizobium sp.* pada tanaman kedelai telah memenuhi kebutuhan unsur hara N yang dibutuhkan oleh tanaman pada fase vegetatif sehingga penambahan unsur hara P akan memberikan efek negatif. Hal ini sesuai dengan pendapat Nuryani et al. (2019) yang menyatakan bahwa kadar P yang berlebihan akan menghambat pertumbuhan tanaman akibat pekatnya larutan tanah dan tidak dapat diserap oleh tanaman. Penyediaan unsur hara yang tidak sesuai mampu menyebabkan terjadinya defisiensi atau gejala keracunan pada tanaman. Musrif dan Sriasih (2019) menyatakan pemberian unsur hara yang melebihi kebutuhan tanaman akan meningkatkan risiko kehilangan unsur hara dan dikonversi menjadi bentuk yang tidak tersedia.

Jumlah Daun

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat tidak memberikan pengaruh nyata terhadap parameter jumlah daun trifoliat tanaman kedelai. Perlakuan dosis batuan fosfat tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun trifoliat. Tidak terdapat interaksi antara kedua perlakuan terhadap parameter jumlah daun trifoliat. Hasil perlakuan inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat serta pemberian dosis batuan fosfat disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Jumlah Daun Trifoliat Tanaman Kedelai 5 MST pada Inokulasi *Rhizobium sp.* dan Bakteri Pelarut Fosfat serta Pemberian Dosis Batuan Fosfat yang Berbeda

Batuan Fosfat	Inokulasi <i>Rhizobium sp.</i> dan Bakteri Pelarut Fosfat Tahan Salin				Rata-Rata
	Fosfat Tahan Salin				
	0 mg/pot	10 mg/pot	20 mg/pot	30 mg/pot	
------(buah)-----					
0 kg/ha	11,00	11,33	12,66	12,00	11,75
50 kg/ha	11,00	11,00	11,33	12,00	11,33
100 kg/ha	11,66	11,66	12,00	10,66	11,50
Rata-Rata	11,22	11,33	12,00	11,55	

Berdasarkan Tabel 4. Perlakuan inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat serta pemberian dosis batuan fosfat tidak berpengaruh nyata terhadap parameter jumlah daun trifoliat. Inokulasi *Rhizobium sp.* cenderung mampu meningkatkan jumlah daun trifoliat meskipun tidak signifikan. Peningkatan jumlah daun yang tidak signifikan disebabkan oleh kondisi keracunan garam pada media tanam. Salinitas berpengaruh terhadap perkembangbiakan bakteri, aktivitas penambatan nitrogen, dan diferensiasi sel. Hal ini dikarenakan kandungan garam yang tinggi mengakibatkan terjadinya toksisitas ion dan defisiensi ion seperti K dan Ca. Terganggunya penyerapan ion K dan C mampu menghambat pertumbuhan daun. Hu dan Schmidhalter (2007) stress garam disebabkan oleh tingginya konsentrasi Na dan Cl dalam tanah yang berakibat pada defisiensi ion K dan Ca serta menghambat pembelahan maupun pemanjangan sel selama masa pertumbuhan daun. Selain itu, stress garam mampu meningkatkan terjadinya klorosis pada daun. Hal ini sesuai dengan pendapat Putri et al. (2017) yang menyatakan gejala keracunan garam pada tanaman kedelai ditandai dengan munculnya daun menguning yang akhirnya akan layu, mengering, dan gugur.

Jumlah daun pada perlakuan tanpa batuan fosfat menunjukkan hasil terbanyak yaitu 11,750 helai dibandingkan dengan perlakuan pemberian batuan fosfat 50 kg/ha dan 100 kg/ha yaitu 11,333 helai dan 11,500 helai. Hal ini diduga kebutuhan unsur hara tanaman selama masa pertumbuhan daun telah terpenuhi terutama oleh unsur N yang berasal dari bakteri *Rhizobium sp.* Sonbai et al. (2013) menyatakan pertumbuhan tinggi tanaman sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur nitrogen. Meitasari dan Wicaksono (2017) menyatakan bahwa tanaman membutuhkan unsur nitrogen dalam jumlah cukup besar yang diperoleh melalui fiksasi nitrogen dan penyerapan pada perakaran.

Jumlah dan Berat Polong

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat tidak memberikan pengaruh nyata terhadap parameter jumlah dan berat polong. Pemberian dosis batuan fosfat tidak berpengaruh nyata terhadap parameter jumlah dan berat polong. Tidak terdapat interaksi antara kedua perlakuan terhadap parameter jumlah dan berat polong. Hasil perlakuan inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat serta pemberian dosis batuan fosfat disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Jumlah dan Berat Polong Tanaman Kedelai pada Inokulasi *Rhizobium sp.* dan Bakteri Pelarut Fosfat serta Pemberian Dosis Batuan Fosfat yang Berbeda

Batuan Fosfat kg/ha	Inokulasi <i>Rhizobium sp.</i> dan Bakteri Pelarut Fosfat Tahan Salin mg/pot				Rata-Rata
	0	10	20	30	
------(buah)-----					
0 kg/ha	6,66	7,33	7,66	5,66	6,83
50 kg/ha	6,66	6,00	6,66	7,33	6,66
100 kg/ha	5,00	6,00	5,33	6,66	5,75
Rata-Rata	6,11	6,44	6,55	6,55	
------(g)-----					
0 kg/ha	2,71	4,25	4,250	2,86	3,52
50 kg/ha	3,05	4,35	3,308	3,80	3,62
100 kg/ha	2,68	3,43	2,786	3,74	3,16
Rata-Rata	2,81	4,01	3,448	3,46	

Berdasarkan data pada Tabel 5. menunjukkan perlakuan inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat tahan salin serta batuan fosfat tidak berpengaruh nyata terhadap parameter jumlah dan berat polong tanaman kedelai. Hal ini diduga pembentukan dan pengisian polong berkaitan dengan pertumbuhan jumlah daun. Sari dan Prayudyansih (2015) menyatakan bahwa peningkatan kandungan klorofil dan enzim pada daun dapat meningkatkan fotosintesis yang berfungsi untuk mendukung pertumbuhan generatif tanaman. Klorofil sangat berperan dalam proses fotosintesis dengan mengubah energi cahaya menjadi menjadi glukosa yang selanjutnya disimpan sebagai cadangan makanan yang menunjang pertumbuhan. Semakin sedikit jumlah daun maka semakin sedikit proses fotosintesis dan fotosintat yang dihasilkan sehingga pembentukan polong tidak optimal. Fase pembentukan dan pengisian polong dipengaruhi oleh ketersediaan asimilat. Permadi dan Haryati (2015) menyatakan hasil fotosintesis akan digunakan dalam proses pembentukan dan pengisian biji.

Inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat tahan salin belum dapat meningkatkan jumlah dan berat

polong per pot. Hal ini dikarenakan media tanam yang digunakan memiliki bahan organik yang rendah sehingga mempengaruhi keberlangsungan hidup bakteri pelarut fosfat. Lovitna et al. (2021) menyatakan bahwa karbon berfungsi sebagai sumber makanan mikroba untuk mendukung aktivitas metabolisme seperti fiksasi N dan pelarutan P. Rendahnya bahan organik dapat mempengaruhi populasi mikroba. Ketiadaan bahan organik menyebabkan terjadinya penghambatan aktivitas metabolisme yang berakibat pada penurunan populasi bakteri didalam tanah.

Penurunan jumlah dan berat polong dikarenakan adanya pengaruh negatif dari cekaman salinitas yang tinggi. Tanaman kedelai merupakan salah satu tanaman legum yang sangat peka terhadap salinitas. Hal ini sesuai dengan pendapat Kristiono et al. (2013) yang menyatakan bahwa batas kritis tanaman kedelai untuk pertumbuhan yaitu 5 dS/m. Media tanam yang digunakan dalam penelitian ini termasuk dalam tanah salin dengan kategori sangat tinggi yaitu 6,26 dS/m. Sundari dan Taufiq (2016) menyatakan kedelai mengalami penurunan pertumbuhan dan produksi pada EC 4 dS/m dan tanaman yang sangat peka dapat terpengaruh pada EC 3 dS/m. Cekaman salinitas mengakibatkan tanaman mengalami klorosis sehingga pemasakan polong menjadi tidak maksimal. Nisak dan Supriyadi (2019) melaporkan tingginya salinitas tanah mampu menurunkan persentase pembentukan polong hingga 38,64% akibat kerontokan bunga.

Jumlah dan Berat Biji

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat tidak memberikan pengaruh nyata terhadap parameter jumlah dan berat biji. Pemberian dosis batuan fosfat tidak berpengaruh nyata terhadap parameter jumlah dan berat biji. Tidak terdapat interaksi antara kedua perlakuan terhadap parameter jumlah dan berat biji. Hasil perlakuan inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat serta pemberian dosis batuan fosfat disajikan pada Tabel 6.

Berdasarkan data pada Tabel 6. dapat diketahui bahwa bahwa perlakuan inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat serta pemberian batuan fosfat tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap jumlah maupun berat biji kedelai. Pemberian *Rhizobium sp.* cenderung mampu meningkatkan jumlah dan berat biji meskipun secara statistik tidak signifikan. Hal ini dikarenakan bakteri *Rhizobium sp.* dapat mensuplai unsur N untuk pertumbuhan tanaman. Zulaikhah dan Yuliani (2018) menyatakan bakteri *Rhizobium sp.* menyediakan unsur N yang berperan dalam penyusun protein dan klorofil untuk mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman legum. Asosiasi *Rhizobium sp.* dan tanaman legum akan membentuk bintil akar untuk aktivitas fiksasi nitrogen. Meitasari dan Wicaksono (2017) menyatakan bakteri *Rhizobium sp.* yang diinokulasi pada tanaman kedelai akan membantu ketersediaan unsur N lebih tinggi untuk mencapai pertumbuhan dan produksi yang maksimal.

Pemberian dosis batuan fosfat yang berbeda cenderung dapat meningkatkan jumlah dan biji meskipun secara statistik tidak signifikan. Hal ini dikarenakan batuan fosfat adalah sumber P alami yang termasuk dalam tipe anorganik yang mampu mensuplai unsur P untuk fase generatif. Zulaikhah dan Yuliani (2018) menyatakan unsur P berfungsi untuk

perkembangan akar, pembentukan bunga, pembelahan sel, dan pematangan buah. Balitkabi (2016) menyatakan bobot biji kedelai Anjasmoro mencapai 14,8 – 14,3 g. Bobot biji pada penelitian ini belum mengalami perkembangan yang optimal dikarenakan berada dibawah deskripsi. Hal ini diduga rendahnya ketersediaan unsur P akibat kandungan bahan organik rendah sehingga mempengaruhi kelarutan fosfat. Menurut Pranata et al. (2017) pemberian batuan fosfat (BP) tunggal memberikan hasil okra terendah yang disebabkan sifat *slow release* pada batuan fosfat.

Tabel 6. Jumlah dan Berat Biji Tanaman Kedelai pada Inokulasi *Rhizobium sp.* dan Bakteri Pelarut Fosfat serta Pemberian Dosis Batuan Fosfat yang Berbeda

Batuan Fosfat	Inokulasi <i>Rhizobium sp.</i> dan Bakteri Pelarut Fosfat Tahan Salin				Rata-Rata
	0 mg/pot	10 mg/pot	20 mg/pot	30 mg/pot	
------(biji) -----					
0 kg/ha	9,333	11,333	9,333	7,667	9,417
50 kg/ha	8,333	10,333	10,667	10,000	9,833
100 kg/ha	8,000	11,000	9,333	9,667	9,500
Rata-Rata	8,556	10,889	9,778	9,111	
------(g) -----					
0 kg/ha	0,804	0,906	0,720	0,646	0,769
50 kg/ha	0,707	0,912	0,802	0,989	0,852
100 kg/ha	0,680	1,054	0,667	0,707	0,777
Rata-Rata	0,730	0,957	0,730	0,781	

Pemilihan varietas kedelai juga mempengaruhi produksi biji. Kedelai varietas Anjasmoro merupakan varietas unggul Balitkabi yang toleran terhadap cekaman salinitas tertentu. Penurunan hasil pada penelitian ini dapat disebabkan tanah salin yang digunakan memiliki tingkat salinitas tinggi yaitu 6,26 dS/m. Menurut Kristiono et al. (2013) batas kritis salinitas terhadap pertumbuhan tanaman kedelai sebesar 5 dS/m. Taufiq et al. (2016) melaporkan kedelai varietas Anjasmoro mengalami penghambatan pertumbuhan dan penurunan hasil pada EC 3,85 – 4,78 dS/m.

Serapan N

Hasil analisis ragam menunjukkan inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat tidak berbeda nyata terhadap parameter serapan N biji, namun tidak berpengaruh nyata terhadap pada serapan N tajuk. Pemberian dosis batuan fosfat tidak berpengaruh nyata terhadap terhadap serapan N biji dan N tajuk. Tidak terdapat interaksi antara inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat serta batuan terhadap parameter serapan N biji dan serapan N tajuk. Hasil inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat serta pemberian dosis batuan fosfat disajikan pada Tabel 7.

Berdasarkan data pada Tabel 7. Inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat tidak berbeda nyata terhadap parameter serapan N biji, namun. Inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat cenderung dapat meningkatkan serapan N biji dibandingkan tanpa inokulasi, meskipun secara statistik

tidak signifikan. Hal ini dikarenakan kemampuan bakteri *Rhizobium sp.* dalam menambat nitrogen yang dapat diserap oleh tanaman. Fatmayanti et al. (2017) menyatakan bahwa bakteri *Rhizobium sp.* berasosiasi dengan tanaman legum mampu memfiksasi nitrogen bebas dan mengubahnya menjadi ammonia. Fiksasi nitrogen berperan dalam membantu suplai ketersediaan unsur N untuk mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman yang berpengaruh terhadap tingkat serapan N. Menurut Zulaikhah dan Yuliani (2018) peningkatan serapan N akan menyebabkan pertumbuhan tanaman semakin baik.

Tabel 7. Serapan N Tanaman Kedelai pada Inokulasi *Rhizobium sp.* dan Bakteri Pelarut Fosfat serta Pemberian Dosis Batuan Fosfat yang Berbeda

Batuan Fosfat	Inokulasi <i>Rhizobium sp.</i> dan Bakteri Pelarut Fosfat Tahan Salin				Rata-Rata
	0 mg/pot	10 mg/pot	20 mg/pot	30 mg/pot	
-----N Biji (g/pot) -----					
0 kg/ha	2,432	2,665	2,183	2,524	2,451
50 kg/ha	2,149	3,482	2,560	2,529	2,680
100 kg/ha	1,711	2,772	1,911	2,130	2,131
Rata-Rata	2,097	2,973	2,218	2,394	
-----N Tajuk (g/pot) -----					
0 kg/ha	3,517	3,763	3,494	5,346	4,030
50 kg/ha	3,732	2,952	3,241	4,113	3,510
100 kg/ha	3,096	3,859	2,976	3,307	3,310
Rata-Rata	3,449	3,525	3,237	4,256	

Serapan N tanaman berkaitan dengan jumlah bintil akar. Triadiati et al. (2013) menyatakan bahwa peningkatan jumlah bintil akar menunjukkan semakin banyak jumlah bakteri *Rhizobium sp.* untuk fiksasi nitrogen sehingga serapan N meningkat. Jumlah bintil akar pada penelitian ini tidak disertai dengan peningkatan serapan N yang signifikan. Hal ini dikarenakan kondisi lingkungan dengan salinitas tinggi berpengaruh terhadap daya tahan hidup rhizobia yang dapat menurunkan pembentukan nodul akar. Penurunan jumlah bintil akar akan mempengaruhi aktivitas fiksasi nitrogen. Penambatan nitrogen yang tidak maksimal menyebabkan ketersediaan unsur hara N tidak terpenuhi sehingga penyerapan rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat Patti et al. (2018) yang menyatakan bahwa kandungan nitrogen pada jaringan tanaman ditentukan oleh ketersediaan air dan nitrogen dalam tanah.

Inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat serta pemberian batuan fosfat tidak berpengaruh nyata terhadap serapan N tajuk. Hal ini diduga karena terhambatnya pertumbuhan akar tanaman pada kondisi cekaman salin yang berdampak pada aktivitas penyerapan hara. Menurut Wahyuningsih et al. (2017) pertumbuhan akar yang terhambat mengakibatkan penyerapan air dan unsur hara tidak optimal sehingga mempengaruhi pertumbuhan. Cekaman salin mampu menurunkan kandungan N pada jaringan tanaman melalui interaksi ion Na^+ dengan NH_4^+ dan Cl^- dengan NO_3^- . Ashraf et al. (2018) menyatakan bahwa ion Na^+ memberikan efek negatif terhadap NH_4^+ yang

menyebabkan penurunan dalam penyerapan NH_4^+ pada lingkungan salin. Akumulasi Cl^- berlebih berdampak pada penyerapan NO_3^- yang mengakibatkan terhambatnya mineralisasi dan diferensiasi nitrogen dalam tanah.

Serapan P

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat tidak memberikan pengaruh nyata terhadap parameter serapan P. Pemberian dosis batuan fosfat tidak berpengaruh nyata terhadap parameter serapan P. Tidak terdapat interaksi antara kedua perlakuan terhadap parameter serapan P. Hasil perlakuan inokulasi *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat serta pemberian dosis batuan fosfat disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Serapan P Tanaman Kedelai pada Inokulasi *Rhizobium sp.* dan Bakteri Pelarut Fosfat serta Pemberian Dosis Batuan Fosfat yang Berbeda

Batuan Fosfat	Inokulasi <i>Rhizobium sp.</i> dan Bakteri Pelarut Fosfat Tahan Salin				Rata-Rata
	0 mg/pot	10 mg/pot	20 mg/pot	30 mg/pot	
-----P Biji (g/pot) -----					
0 kg/ha	0,29	0,34	0,19	0,29	0,28
50 kg/ha	0,38	0,24	0,41	0,58	0,40
100 kg/ha	0,33	0,42	0,36	0,45	0,39
Rata-Rata	0,33	0,33	0,32	0,43	

Berdasarkan data pada Tabel 8. pemberian dosis batuan fosfat yang berbeda cenderung dapat meningkatkan nilai serapan P dibandingkan perlakuan tanpa pemberian batuan fosfat, meskipun secara statistik tidak signifikan. Hal ini dikarenakan batuan fosfat merupakan sumber P alam yang memiliki kandungan P cukup tinggi. Balittanah (2009) menyatakan bahwa pupuk P alam mempunyai kandungan P dan Ca tinggi, residu panjang, *slow release*, serta tidak mudah larut dalam air. Kandungan P pada jaringan tanaman dipengaruhi oleh ketersediaan unsur P dan banyaknya hara P yang diserap. Kelarutan batuan fosfat dapat dipercepat dengan inokulasi bakteri pelarut fosfat melalui mekanisme pelepasan asam organik. Menurut Hartati et al. (2021) menyatakan bakteri pelarut fosfat dapat menghasilkan asam organik yang membentuk khelat dan berikatan dengan fosfat sehingga $H_2PO_4^-$ tersedia bagi tanaman.

Inokulasi bakteri *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat menunjukkan tidak berpengaruh nyata terhadap serapan P. Hal ini diduga karena tanah yang digunakan memiliki kandungan C-Organik rendah yaitu 1,02%, sehingga mempengaruhi kelangsungan hidup bakteri pelarut fosfat. Hal ini sesuai dengan pendapat Lovitna et al. (2021) yang menyatakan bahwa keberadaan unsur karbon berfungsi sebagai sumber makanan untuk mendukung aktivitas mikroorganisme tanah dan meningkatkan proses dekomposisi serta reaksi-reaksi yang melibatkan mikroorganisme seperti fiksasi N dan pelarutan P. Bakteri pelarut fosfat akan berkembang kurang baik pada tanah dengan kandungan bahan organik rendah Rendahnya bahan organik dapat menyebabkan penurunan aktivitas dan populasi mikroba. Menurut Noviani et al. (2018) ketiadaan bahan organik menunjukkan adanya penghambatan aktivitas metabolisme yang berakibat pada penurunan populasi bakteri didalam tanah.

KESIMPULAN

Inokulasi bakteri *Rhizobium sp.* dan bakteri pelarut fosfat serta pemberian batuan fosfat belum mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi kedelai Anjasmoro secara signifikan pada media tanam sangat salin dengan EC 6,26 dS/m walaupun ada kecenderungan peningkatan produksi kedelai. Aplikasi dosis batuan fosfat dengan dosis tinggi cenderung menurunkan pertumbuhan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, M., Idwar, I., & Nurbaiti, N. (2015). Aplikasi bakteri pelarut fosfat isolat no. 68 dengan berbagai takaran batuan fosfat pada medium gambut dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi kacang hijau (*Vigna radiata* L.) varietas 129. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian*, 2(68).
- Alfiah, L. N., Zul, D., & Nelvia, N. (2017). Pengaruh inokulasi campuran isolat bakteri pelarut fosfat indigenus riau terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merr). *Jurnal Agroteknologi*, 7(1), 7–14.
- Alfikri, M. R., Guchi, H., & Sahar, A. (2018). Uji infektifitas dan efektifitas rhizobia sp. terhadap tanaman kedelai di rumah kaca pada tanah ultisol dengan pH yang berbeda. *Jurnal Pertanian Tropik*, 5(1), 75–87.
- Ashraf, M., Shahzad, S. M., Imtiaz, M., & Rizwan, M. S. (2018). Salinity effects on nitrogen metabolism in plants—focusing on the activities of nitrogen metabolizing enzymes: A review. *Journal of Plant Nutrition*, 41(8), 1–17.
- Balitkabi. (2016). Deskripsi Tanaman Kedelai Hitam (*Glycine max* L. Merr) Varietas Mallika. *Deskripsi Varietas Unggul Aneka Kacang Dan Umbi*, 86. <https://balitkabi.litbang.pertanian.go.id/>
- Balittanah. (2009). Fosfat alam: pemanfaatan fosfat alam yang digunakan langsung sebagai pupuk sumber P.
- Fatmayanti, N., Guritno, B., & Islami, T. (2017). Respon tiga varietas kedelai (*Glycine max* L. Merrill) pada inokulasi *Rhizobium*. *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(6), 886–894.
- Firdausi, N., Muslihatin, W., & Nurhidayati, T. (2016). Pengaruh kombinasi media pembawa pupuk hayati bakteri penambat nitrogen terhadap pH dan unsur hara nitrogen dalam tanah. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 4(1), 44–46.
- Firsta, E. R., & Saputro, T. B. (2019). Respon morfologi kedelai (*Glycine max* L.) Varietas anjasmoro hasil iradiasi sinar gamma pada cekaman genangan. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 7(2), 80–87.
- Fuskah, E., Soetrisno, R. D., Budhi, S. P. S., & Maas, A. (2009). Pertumbuhan dan produksi leguminosa pakan hasil asosiasi dengan *rhizobium* pada media tanam salin. *Nasional, Seminar Peternakan, Kebangkitan*, 289–294.
- Hartati, R. D., Suryaman, M., & Saepudin, A. (2021). Pengaruh pemberian bakteri pelarut fosfat pada berbagai ph tanah terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merr). *Journal of Agrotechnology and Crop Science*, 1(1), 25–34.
- Hartatik, W., & Idris, D. K. (2008). Kelarutan fosfat alam dan SP-36 dalam gambut yang diberi bahan amelioran tanah mineral. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 10(27), 45–56.
- Hendryanto, M. F., Suharjo, F., & Rahayu, S. (2017). Aplikasi inokulasi *rhizobium* dan pupuk SP-36 terhadap produksi dan mutu benih kedelai (*Glycine max* (L.) merrill) var. dering. *Agriprima : Journal of Applied Agricultural Sciences*, 1(1), 86–94.
- Hu, Y., & Schmidhalter, U. (2007). Effect of salinity on the composition, number and size of epidermal cells along the mature blade of wheat leaves. *Journal of Integrative Plant Biology*, 49(7), 1016–1023.
- Kementerian Pertanian. (2020). Outlook Komoditas Pertanian Tanaman Pangan Kedelai. *Pusat Data Dan Sistem Informasi Pertanian*, 1–62.
- Kirova, E., & Kocheva, K. (2021). Physiological effects of salinity on nitrogen fixation in legumes—a review. *Journal of Plant Nutrition*, 44(17), 1–10.
- Kristiono, A., Purwaningrahayu, R. D., & Taufiq, A. (2013). Respon tanaman kedelai, kacang tanah, dan kacang hijau terhadap cekaman salinitas. *Buletin Palawija*, 0(26), 45–60.
- Liem, J. L., Arianita, B. A., Sugiarti, S., & Handoko, Y. A. (2019). Optimalisasi bakteri *Rhizobium japonicum* sebagai penambat nitrogen dalam upaya peningkatan produksi jagung. *Jurnal Galung Tropika*, 8(1), 64.
- Lovitna, G., Nuraini, Y., & Istiqomah, N. (2021). Pengaruh aplikasi bakteri pelarut fosfat dan pupuk anorganik fosfat terhadap populasi bakteri pelarut fosfat, P-tersedia, dan hasil tanaman jagung pada alfisol. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 8(2), 437–449.
- Meitasari, A. D., & Wicaksono, K. P. (2017). Inokulasi *rhizobium* dan perimbangan nitrogen pada tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) varietas Wilis. *Plantropica Journal of Agricultural Science*, 2(1), 55–63.
- Musrif, & Sriasih, N. L. (2019). Pengaruh limbah air tahu dan pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan dan produksi bawang daun (*Allium fistulosum* L.). *Jurnal Agriyan*, 5(2), 73–81.
- Ni'am, A. M., & Bintari, S. H. (2017). Pengaruh pemberian inokulan legin dan mulsa terhadap jumlah bakteri bintil akar dan pertumbuhan tanaman kedelai varietas grobogan. *Jurnal Mipa*, 40(2), 80–86.
- Nisak, S. K., & Supriyadi, S. (2019). Biochar sekam padi meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai di tanah salin. *Jurnal Pertanian Presisi (Journal of Precision Agriculture)*, 3(2), 165–176.
- Noviani, P. I., Slamet, S., & Ania, C. (2018). Kontribusi kompos jerami-biochar dalam peningkatan p-tersedia, jumlah populasi BPF dan hasil padi sawah. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop Dan Radiasi*, 14(1), 47–58.
- Nuryani, E., Haryono, G., & Historiawati. (2019). Pengaruh Dosis dan saat pemberian pupuk P terhadap hasil tanaman buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) Tipe Tegak. *Jurnal Ilmu Pertanian Tropika dan*

- Subtropika*, 4(1), 14–17.
- Patti, P. S., Kaya, E., & Silahooy, C. (2018). Analisis status nitrogen tanah dalam kaitannya dengan serapan N oleh tanaman padi sawah Di Desa Waimital, Kecamatan Kairatu, Kabupaten Seram Bagian Barat. *Agrologia*, 2(1), 51–58.
- Permadi, K., & Haryati, Y. (2015). Pemberian pupuk N, P, dan K berdasarkan pengelolaan hara spesifik lokasi untuk meningkatkan produktivitas kedelai (Review). *Agrotrop: Journal on Agriculture Science*, 5(1), 1–8.
- Pranata, I., Lukiwati, D. R., & Slamet, W. (2017). Pertumbuhan dan produksi Okra (*Abelmoschus esculentus*) dengan berbagai pemupukan organik diperkaya batuan fosfat. *Journal of Agro Complex*, 1(2), 65.
- Predeepa, R. J., & Ravindran, D. A. (2010). Nodule formation, distribution and symbiotic efficacy of *Vigna unguiculata* L. under different soil salinity regimes. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 22(4), 275–284.
- Purwaningsih, S. (2015). Pengaruh inokulasi *rhizobium* terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* L.) varietas wilis di rumah kaca. *Berita Biologi*, 14(1), 69–76.
- Putri, P. H., Wahyu, G., Susanto, A., & Taufiq, A. (2017). Toleransi genotipe kedelai terhadap salinitas soybean genotype tolerance to salinity stress. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 1(3), 233–242.
- Sari, R., & Prayudyaningsih, R. (2015). *Rhizobium*: Pemanfaatannya sebagai bakteri penambat nitrogen. *Buletin Eboni*, 12(1), 51–64.
- Sonbai, J. H. H., Prajitno, D., & Syukur, A. (2013). Pertumbuhan dan hasil jagung pada berbagai pemberian pupuk nitrogen di lahan kering regosol. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 16(1), 77–89.
- Sundari, T., & Taufiq, A. (2016). Penampilan genotipe kedelai pada cekaman salinitas. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang Dan Umbi*, 120–126.
- Susilo, M., & Sumarji. (2018). Pengaruh macam pupuk kandang dan dosis pupuk mutiara terhadap pertumbuhan dan hasil kacang panjang (*Vigna sinensis* L.) varietas aura hijau. *Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia*, 3(1), 41–45.
- Taufiq, A., Wijanarko, A., & Kristiono, A. (2016). Pengaruh genotipe dan ameliorasi terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai pada tanah salin. *Buletin Palawija*, 14(1), 1–8.
- Triadiati, Mubarik, N. R., & Ramasita, Y. (2013). Respon pertumbuhan tanaman kedelai terhadap Bradyrhizobium japonicum toleran masam dan pemberian pupuk di tanah masam. *J. Agron. Indonesia*, 41(1), 24–31.
- Wahyuningsih, S., Kristiono, A., & Taufiq, A. (2017). Pengaruh ameliorasi tanah salin terhadap pertumbuhan dan hasil kacang hijau. *Buletin Palawija*, 15(2), 69.
- Wijanarko, A. (2016). Keunggulan penggunaan fosfat alam pada pertanaman kedelai di lahan kering masam. *Jurnal Iptek Tanaman Pangan*, 10(2), 47–56.
- Zulaikhah, D., & Yuliani. (2018). Penggunaan agen hayati *Rhizobium* sp. dan *Pseudomonas fluorescens* terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max*) pada tanah salin. 7(3), 226–230.