

Peran *Rhizobium* dan Pupuk Kotoran Sapi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai di Media Tailing

Desy Natalia¹, Tri Lestari¹, Eries Dyah Mustikarini¹
¹Jurusan Pertanian, Fakultas Pertanian, Perikanan, dan Kelautan,
Universitas Bangka Belitung

ARTICLE INFO

Article history:

DOI:

[10.30595/pspfs.v8i.1468](https://doi.org/10.30595/pspfs.v8i.1468)

Submitted:

12 February, 2025

Accepted:

28 February, 2025

Published:

13 March, 2025

Keywords:

Kedelai; Kotoran Sapi;
Rhizobium; Media Tailing

ABSTRACT

Lahan pasca tambang timah merupakan lahan yang miskin unsur hara dan pH rendah. Kandungan hara yang miskin dapat dioptimalkan dengan penambahan bahan organik seperti pupuk kotoran sapi dan aplikasi *Rhizobium*. Tanaman kedelai menjadi salah satu alternatif yang dapat dikembangkan di lahan pasca tambang. Penelitian bertujuan untuk mengetahui peran *Rhizobium* dan pupuk kotoran sapi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai di media tailing. Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2023 sampai Desember 2023, di Kebun Percobaan, Fakultas Pertanian Perikanan dan Kelautan, Universitas Bangka Belitung. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF) dengan dua faktor yaitu dosis pupuk kotoran sapi dan aplikasi *Rhizobium*. Faktor dosis pupuk kotoran sapi terdiri dari 4 perlakuan yaitu P0 = Tanpa pupuk, P1 = 10 ton ha⁻¹ setara dengan 96 g/polibag, P2 = 20 ton ha⁻¹ setara dengan 192 g/polibag, P3 = 30 ton ha⁻¹ setara dengan 288 g/polibag. dan faktor aplikasi *Rhizobium* terdiri dari 2 perlakuan yaitu R0 = Tanpa *Rhizobium*, R1 = Aplikasi *Rhizobium*. Hasil penelitian menunjukkan dosis pupuk kotoran sapi memberikan pengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, volume akar, jumlah bintil akar, umur berbunga, jumlah polong pertanaman dan hasil polibag. Aplikasi *Rhizobium* memberikan pengaruh sangat nyata pada umur berbunga dan berpengaruh nyata terhadap jumlah bintil akar dan persentase bintil akar efektif. Kombinasi dosis pupuk kotoran sapi dan *Rhizobium* memberikan pengaruh nyata terhadap persentase bintil akar efektif. Kombinasi perlakuan dosis pupuk kotoran sapi dosis 20 ton/ha dan *Rhizobium* menunjukkan pertumbuhan dan hasil terbaik tanaman kedelai di media tailing.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Corresponding Author:

Tri Lestari

Universitas Bangka Belitung

Gang IV No.1, Balun Ijuk, Kec. Merawang, Kabupaten Bangka, Kepulauan Bangka Belitung 33172, Indonesia

Email: trilestariubb3@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr. merupakan komoditas pangan utama ketiga setelah padi dan jagung karena kedelai adalah salah satu tanaman multiguna yang bisa digunakan sebagai pangan, pakan maupun bahan baku industri pengolahan. Kedelai berperan sebagai sumber protein nabati yang sangat penting dalam rangka peningkatan gizi masyarakat karena aman bagi kesehatan dan murah harganya (Wahyudin *et al.*, 2017). Menurut Badan Pusat Statistik (2021), luas panen kedelai di Indonesia pada tahun 2021 sebesar 362.612 Ha dengan hasil

produksi sebesar 613.318 ton. Produktivitas tanaman kedelai sebesar 16,91 Ku/Ha.

Tanaman kedelai dapat dibudidayakan di lahan sub optimal seperti lahan pasca tambang timah. Kepulauan Bangka Belitung memiliki luas lahan sub optimal berupa lahan tailing bekas tambang timah seluas 473.388 hektar (PT Timah Tbk, 2021). Lahan pasca tambang timah memiliki beberapa faktor pembatas yaitu lahan didominasi oleh *tailing* dengan lanskap yang tidak beraturan; kelas tekstur didominasi pasir; tingkat kesuburan tanah tergolong sangat rendah dengan pH tanah sangat masam, kadar C-organik, hara N, P, K, kapasitas tukar kation (KTK) dan kejenuhan basa sangat rendah (Asmarhansyah, 2016). Tailing pasir pada lahan pasca tambang timah dapat memberikan dampak negatif yaitu menurunnya N total 0,67% dan C-organik 0,64% (Hamid *et al.*, 2017). Lahan tailing pasir dapat meningkatkan porositas tanah dan kapasitas tukar kation rendah, sehingga daya pegang air rendah dan penyerapan unsur hara oleh tanaman akan terhambat (Fitri *et al.*, 2022). Hamparan tailing pasir berbentuk butiran kecil yang mengandung fraksi pasir 90%, debu 8%, liat 0,5%, C-organik 0,10% dan temperatur permukaan tanah sangat tinggi (Harahap, 2016). Pembinaan tailing pasir di lahan bekas tambang timah dapat dilakukan dengan memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah.

Lahan pasca tambang timah dapat diperbaiki struktur tanahnya dengan pemberian pupuk organik agar dapat dikembangkan menjadi lahan budidaya pertanian. Agus *et al.*, (2019) menyatakan, pupuk organik merupakan kunci memperbaiki sifat tanah yang ditanami tanaman pionir atau tanaman pertanian. Nursiah *et al.*, (2020) menyatakan, pupuk kotoran hewan mempunyai fungsi sebagai penambahan unsur hara, bahan organik tanah, memperbaiki struktur tanah dan jasad renik tanah pada media tailing pasir pasca tambang timah. Sondakh *et al.*, (2017) menjelaskan, pupuk hewan ayam dan sapi dapat digunakan sebagai pembenah tanah yang menyediakan pori-pori makro dan mikro yang membantu sirkulasi udara yang cukup baik dan daya serap air tinggi di lahan pasca tambang timah. Gole *et al.*, (2019) menjelaskan, pupuk kotoran sapi banyak mengandung lendir dan air. Kotoran sapi memiliki kandungan N 1,2-1,9%, P 0,2-0,5%, K 0,5-1,1%, Mg 0,5-0,6%, Ca 1,3-1,8% serta kandungan unsur hara mikro lainnya (Bernhard, 2018). Pupuk kotoran sapi biasanya digunakan dalam budidaya kedelai, namun ketersediaannya masih rendah sehingga perlu substitusi pupuk yang melimpah (Septiaswin *et al.*, 2021). Pemberian pupuk kotoran sapi pada tanaman kedelai dapat ditingkatkan dengan inokulasi *Rhizobium*, karena pupuk organik dapat memperbaiki sifat fisik tanah, meningkatkan aerasi tanah sehingga pasokan oksigen bagi akar tanaman menjadi lebih baik (Purba *et al.*, 2018). Kegiatan inokulasi pada tanaman kedelai dilakukan dengan menggunakan *Rhizobium* dalam bentuk legin.

Legin merupakan inokulum yang mengandung bakteri *Rhizobium*. Bakteri *Rhizobium* dapat bersimbiosis dengan tanaman legum dan termasuk bakteri penambat nitrogen (Ni'am & Bintari, 2017). Bakteri *Rhizobium* memfiksasi nitrogen atmosfer bila berada di dalam bintil akar dari mitra legumnya (Sari & Prayudyaningsih, 2015). Tanaman kedelai menyerap 70-80 g nitrogen untuk menghasilkan 1 kg biji. Tersedianya nitrogen dalam tanah bisa berasal dari pupuk maupun hasil fiksasi nitrogen bebas oleh bakteri (Purwaningsih *et al.*, 2012). Pemberian pupuk kotoran hewan dapat meningkatkan kinerja bakteri *Rhizobium*. Pemberian *Rhizobium* pada tanaman kedelai edamame memberikan pengaruh pada jumlah akar, volume akar, dan presentase bintil akar sehingga mampu membantu tanaman di lahan pascatambang (Lestari *et al.*, 2021). Inokulasi *Rhizobium* diharapkan dapat memenuhi kebutuhan nitrogen pada tanaman kedelai, sehingga dapat mengurangi kebutuhan pupuk nitrogen anorganik. Inokulasi *Rhizobium* yang efektif 50-75 % total kebutuhan nitrogen dapat dipenuhi dari fiksasi oleh *Rhizobium* (Purwaningsih *et al.*, 2012)

Menurut Nuraini *et al.*, (2021) menyatakan bahwa pemberian kotoran sapi dengan dosis 20 ton ha⁻¹ memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman, jumlah total polong, dan jumlah polong isi. Menurut penelitian Oktaviani *et al.*, (2020), perlakuan kompos TKKS dengan penambahan *Rhizobium* 7,5 g/kg meningkatkan berat 100 biji tanaman kacang hijau sebesar 37% di lahan pasca tambang timah. Diharapkan melalui penelitian ini dapat memperoleh rekomendasi dosis pupuk dan aplikasi *Rhizobium* yang tepat untuk menjadi paket teknologi budidaya tanaman kedelai di lahan pasca tambang timah.

2. METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian dilaksanakan di Kebun Penelitian dan Percobaan, Fakultas Pertanian Perikanan dan Kelautan, Universitas Bangka Belitung. Alat yang di gunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, garu, meteran, gembor, timbangan, dan alat tulis yang dibutuhkan. Bahan-bahan yang di gunakan dalam penelitian ini terdiri dari benih kedelai varietas Dering 1, polybag 10 kg, tali rafia, kertas label, tailing pasir, pupuk kotoran sapi, legin *Rhizobium* (*Bradyrhizobium japonicum*) dan air. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF) dengan dua faktor yaitu faktor pertama adalah pupuk kandang, faktor kedua adalah aplikasi *Rhizobium*. Faktor pupuk kotoran sapi terdiri dari 4 (empat) perlakuan yaitu : PO = Tanpa pupuk kotoran (Kontrol), P1 = 10 ton ha⁻¹ setara dengan 96 g/polibag, P2 = 20 ton ha⁻¹ setara dengan 192 g/polibag, P3 = 30 ton ha⁻¹ setara dengan 288 g/polibag. Faktor aplikasi *Rhizobium* terdiri 2 macam perlakuan, yaitu R0 = Kontrol (Tanpa *Rhizobium*), R1 = Aplikasi *Rhizobium*. Terdapat 8 kombinasi perlakuan diulang sebanyak 4 kali, sehingga terdapat 32 unit percobaan. Satu unit percobaan terdiri atas 10 tanaman sehingga diperoleh 320 populasi tanaman. Satu unit percobaan diambil 5 tanaman sampel sehingga terdapat 160 tanaman

untuk sampel penelitian. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis varian (uji Fisher) pada taraf kepercayaan 95%. Apabila ada pengaruh nyata terhadap perlakuan maka di lanjutkan dengan uji lanjut dengan menggunakan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf kepercayaan 95%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil sidik ragam (Tabel 1) menunjukkan bahwa, dosis pupuk kotoran sapi dan aplikasi *Rhizobium* memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai di media tailing. Pemberian dosis pupuk kotoran sapi memberikan pengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, volume akar, jumlah bintil akar, umur berbunga, jumlah polong pertanaman dan hasil polibag tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap parameter persentase bintil akar efektif dan jumlah biji perpolong. Aplikasi *Rhizobium* memberikan pengaruh sangat nyata pada umur berbunga dan berpengaruh nyata terhadap jumlah bintil akar dan persentase bintil akar efektif tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, volume akar, jumlah polong pertanaman, jumlah biji perpolong dan hasil tanaman. Interaksi antara dosis pupuk kotoran sapi dan aplikasi *Rhizobium* memberikan pengaruh nyata terhadap parameter persentase bintil akar efektif tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, volume akar, jumlah bintil akar, umur berbunga, jumlah polong pertanaman, jumlah biji perpolong, dan hasil tanaman.

Tabel 1. Sidik ragam faktor dosis pupuk kotoran sapi dan aplikasi *Rhizobium* terhadap parameter yang diamati

Parameter	Dosis Pupuk kotoran sapi		Aplikasi <i>Rhizobium</i>		Interaksi		KK (%)
	F hit	Pr>F	F hit	Pr>F	F hit	Pr>F	
Tinggi tanaman (cm)	18,12	0,0001**	0,84	0,3680 ^{tn}	0,71	0,55 ^{tn}	20,38
Jumlah daun (helai)	27,34	0,0001**	0,12	0,7235 ^{tn}	2,47	0,0894 ^{tn}	17,4
Panjang akar (cm)	182,91	0,0001**	0,26	0,6094 ^{tn}	1,24	0,3202 ^{tn}	15,55
Volume akar (cm ³)	45,97	0,0001**	0,22	0,6387 ^{tn}	2,03	0,1396 ^{tn}	11,47
Jumlah bintil akar (butir)	7,85	0,0010**	4,43	0,0475*	1,57	0,2242 ^{tn}	15,22
Persentase bintil akar efektif (%)	0,85	0,4772 ^{tn}	5,63	0,0271*	3,79	0,0255*	20,01
Umur Berbunga (hari)	72,25	0,0001**	19,64	0,0002**	1,07	0,3794 ^{tn}	5,61
Jumlah polong pertanaman (buah)	39,91	0,0001**	0,22	0,6381 ^{tn}	0,49	0,6878 ^{tn}	27,69
Jumlah biji perpolong (polong)	2,5	0,0870 ^{tn}	0,25	0,6201 ^{tn}	1,89	0,1612 ^{tn}	16,19
Hasil tanaman (gram/pertanaman)	12,18	0,0001**	0,02	0,8903 ^{tn}	0,15	0,9225 ^{tn}	20,38

Keterangan: Fhit= F hitung, Pr>F= nilai probabilitas, **= berpengaruh sangat nyata, *= berpengaruh nyata, tn= tidak berpengaruh nyata, KK= koefisien keragaman.

Perlakuan dosis pupuk kotoran sapi menunjukkan ada beda nyata pada parameter tinggi tanaman. Parameter tinggi tanaman pada perlakuan 30 ton/ha memiliki nilai tertinggi berbeda nyata dengan perlakuan kontrol dan 10 ton/ha, namun berbeda tidak nyata pada perlakuan 20 ton/ha. Jumlah daun pada perlakuan 30 ton/ha memiliki nilai tertinggi berbeda nyata dengan perlakuan kontrol dan 10 ton/ha dan berbeda tidak nyata pada perlakuan 20 ton/ha. Panjang akar pada perlakuan 30 ton/ha memiliki akar terpanjang berbeda nyata dengan perlakuan kontrol dan 10 ton/ha, sedangkan dosis 20 ton/ha berbeda tidak nyata. Volume akar pada perlakuan 20 ton/ha memiliki nilai tertinggi berbeda nyata dengan perlakuan kontrol dan 10 ton/ha dan berbeda tidak nyata pada perlakuan 30 ton/ha. Jumlah bintil akar menunjukkan hasil tertinggi pada perlakuan 20 ton ha¹ berbeda nyata pada perlakuan kontrol dan 10 ton ha¹, namun berbeda tidak nyata pada perlakuan 30 ton ha¹. Umur berbunga pada perlakuan 30 ton ha¹ menunjukkan umur berbunga tercepat berbeda nyata dengan perlakuan kontrol, 10 ton ha¹ dan 20 ton ha¹. Jumlah polong pertanaman pada perlakuan 20 ton/ha menunjukkan hasil polong terbanyak berbeda nyata dengan perlakuan kontrol dan 10 ton ha¹, namun tidak berbeda nyata pada perlakuan 30 ton ha¹. Hasil tanaman pada perlakuan 30 ton/ha menunjukkan hasil tertinggi berbeda nyata pada perlakuan kontrol, 10 ton ha¹ dan 20 ton ha¹.

Tabel 2. Rata-rata parameter tanaman kedelai varietas Dering 1 dengan perlakuan dosis pupuk kotoran sapi.

Parameter	Dosis Pupuk Kotoran Sapi			
	kontrol	10 ton ha ¹	20 ton ha ¹	30 ton ha ¹
Tinggi tanaman (cm)	8,008b	11,34b	15,61a	16,51a
Jumlah daun (helai)	11,62b	16,04b	21,92a	25,08a
Panjang akar	6,82b	8,90b	35,44a	36,96a
Volume akar (cm ³)	1,31b	1,31b	2,15a	2,12a
Jumlah bintil akar	1,42b	1,44b	1,90a	1,80a
Persentase bintil akar efektif (%)	7,08	8,18	8,076	8,079
Umur berbunga (hari)	43,89d	39,11c	33,74b	29,74a
Jumlah polong Pertanaman (buah)	1,766b	2,01b	6,36a	6,11a
Jumlah biji perpolong (biji)	1,09	1,2	1,35	1,3
Hasil tanaman	0,76b	0,79b	0,97b	1,29a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata dengan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95% dan 99%.

Hasil uji rerata pada perlakuan aplikasi *Rhizobium* menunjukkan adanya beda nyata pada parameter jumlah bintil akar dan persentase bintil akar efektif. Jumlah bintil akar tanaman kedelai tertinggi pada perlakuan aplikasi *Rhizobium* berbeda nyata dengan perlakuan tanpa *Rhizobium*. Persentase bintil akar efektif memiliki nilai tertinggi pada perlakuan aplikasi *Rhizobium* dan berbeda nyata pada perlakuan tanpa *Rhizobium*. Umur berbunga memiliki nilai tertinggi pada perlakuan tanpa *Rhizobium* berbeda tidak nyata dengan perlakuan aplikasi *Rhizobium*.

Tabel 3. Hasil rerata perlakuan aplikasi *Rhizobium* terhadap parameter pertumbuhan dan hasil kedelai varietas Dering 1

Parameter	Aplikasi <i>Rhizobium</i>	
	Tanpa <i>Rhizobium</i>	Aplikasi <i>Rhizobium</i>
Jumlah Bintil Akar (butir)	1,55b	1,73a
Persentase Bintil Akar Efektif (%)	7,19b	8,51a
Umur Berbunga (hari)	38,23a	35,01a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata dengan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95% dan 99%.

Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan Pupuk 20 ton ha¹ + Aplikasi *Rhizobium* (P2R1) menunjukkan hasil persentase bintil akar efektif tertinggi, berbeda nyata dengan perlakuan Kontrol + Tanpa *Rhizobium* (POR0) dan berbeda tidak nyata pada perlakuan lainnya.

Tabel 4. Rerata interaksi perlakuan dosis pupuk kotoran sapi dan aplikasi *Rhizobium* dan hasil uji DMRT pada taraf 95%

Interaksi	Persentase Bintil Akar Efektif (%)
Kontrol + Tanpa <i>Rhizobium</i> (POR0)	4,86b
Kontrol + Aplikasi <i>Rhizobium</i> (POR1)	9,31a
Pupuk 10 ton ha ¹ + Tanpa <i>Rhizobium</i> (P1R0)	8,05a
Pupuk 10 ton ha ¹ + Aplikasi <i>Rhizobium</i> (P1R1)	8,31a
Pupuk 20 ton ha ¹ + Tanpa <i>Rhizobium</i> (P2R0)	7,58a
Pupuk 20 ton ha ¹ + Aplikasi <i>Rhizobium</i> (P2R1)	8,57a
Pupuk 30 ton ha ¹ + Tanpa <i>Rhizobium</i> (P3R0)	8,29a
Pupuk 30 ton ha ¹ + Aplikasi <i>Rhizobium</i> (P3R1)	7,86a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf kepercayaan 95%.

PEMBAHASAN

Dosis pupuk kotoran sapi pada tanaman kedelai menunjukkan adanya pengaruh nyata pada beberapa karakter yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, volume akar, jumlah bintil akar, umur berbunga, jumlah polong pertanaman dan hasil tanaman. Dosis pupuk kotoran sapi berpengaruh sangat nyata pada karakter tinggi tanaman. Menurut Khan *et al.*, (2021), pupuk kotoran sapi termasuk salah satu pupuk organik yang

mampu menyuburkan kualitas tanah sehingga ketersediaan unsur hara tersedia. Kotoran sapi memiliki kadar Nitrogen (N), Fosfat (P) dan Kalium (K) yang cukup besar dan kandungan mineral magnesium, besi dan mangan. Kandungan kotoran sapi unsur N sebesar 0,92%, 1,03% fosfat dan 0,38% kalsium (Ihsan, 2018). Kotoran sapi juga tidak memiliki kandungan logam berat dan antibiotik (Sucipta *et al.*, 2015). Pemanfaatan pupuk kotoran sapi sebagai bahan pupuk organik perlu dilakukan karena kandungan udara dan air dalam kotoran sapi cukup tinggi sehingga penguraian zak organik menjadi sangat cepat (Panda *et al.*, 2021). Efendi *et al.*, (2017) menjelaskan, unsur N memiliki peran penting dalam pembelahan dan pemanjangan sel. Nitrogen merupakan unsur hara yang berperan dalam pembentukan akar, batang dan daun. Banyaknya jumlah daun juga sejalan dengan tinggi tanaman. Hal ini dikarenakan tanaman yang tinggi akan memiliki banyak cabang dan ruas-ruas tempat keluarnya daun. Haryati *et al.*, (2015) menyatakan bahwa, jumlah daun berhubungan dengan tinggi tanaman, semakin tinggi tanaman maka semakin banyak daun yang terbentuk.

Dosis pupuk kotoran sapi menunjukkan adanya pengaruh sangat nyata terhadap karakter jumlah daun. Hal ini terjadi karena tanaman yang tinggi akan memiliki banyak cabang dan ruas-ruas tempat keluarnya daun. Unsur hara pada pupuk kotoran sapi dengan dosis yang tinggi dapat menyebabkan semakin banyak ketersediaan unsur hara yang dibutuhkan dalam pertumbuhan jumlah daun (Meliana *et al.*, 2021). Jumlah daun kedelai dipengaruhi oleh ketersediaan air dan unsur hara terutama nitrogen. Kebutuhan air tanaman yang tidak terpenuhi menyebabkan kondisi tanaman layu dan jumlah daun menurun sebagai adaptasi untuk mengurangi laju transpirasi. Menurut Prastowo *et al.*, (2016), kebutuhan air tercukupi apabila volume penyiraman lebih besar dari transpirasi tanaman, jika volume penyiraman lebih rendah dari transpirasi tanaman menyebabkan kebutuhan air tidak tercukupi sehingga terjadi pengguguran daun. Nitrogen merupakan unsur hara yang berperan dalam pembentukan zat hijau daun dalam proses fotosintesis. Menurut Febriantami dan Nusyirwan (2017), daun memiliki peranan penting dalam proses fotosintesis, karena semakin banyak jumlah daun dan semakin luas daun maka proses fotosintesis semakin cepat. Hijria dan Syami (2018) menyatakan bahwa, ketersediaan unsur hara nitrogen yang cukup dapat meningkatkan pertumbuhan daun lebih banyak.

Perlakuan dosis pupuk kotoran sapi memberikan pengaruh yang sangat nyata pada karakter panjang akar dan volume akar tanaman kedelai. Pertumbuhan akar yang pendek dan volume yang kecil dialami pada perlakuan kontrol. Perlakuan dosis pupuk kotoran dengan dosis 30 ton ha¹ memberikan pertumbuhan akar lebih baik sehingga unsur hara semakin mudah diperoleh dan diserapi oleh tanaman dibanding dosis pupuk kotoran sapi lainnya. Panjang akar berkaitan dengan ketahanan tanaman saat kekurangan air. Menurut Song dan Torey (2013), saat kekurangan air, tanaman akan memanjangkan akarnya sampai ke lapisan tanah yang memiliki ketersediaan air yang cukup, sehingga tanaman mampu bertahan dalam kondisi tersebut. Tanaman dengan akar yang panjang akan memiliki kemampuan lebih baik dalam mengabsorpsi air dibandingkan dengan akar yang pendek. Menurut Akib *et al.*, (2012), perakaran yang dalam dan padat mempengaruhi penyerapan air dengan menyesuaikan besarnya tempat penampungan air tanah.

Perlakuan dosis pupuk kotoran sapi memberikan pengaruh sangat nyata terhadap karakter jumlah bintil akar. Hal ini diduga bahwa pupuk kotoran sapi menyediakan N yang cukup untuk mendukung pembentukan bintil akar. Menurut Soverda *et al.*, (2021), bakteri *Rhizobium* dapat mempercepat pembentukan bintil akar, sehingga jumlah bintil akar pada kedelai bertambah banyak. Jumlah bintil akar rendah menandakan jumlah bakteri *Rhizobium* yang rendah sehingga nitrogen yang difiksasi dan dimanfaatkan untuk pertumbuhan tanaman sedikit. Hal ini ditunjukkan pada perlakuan kontrol yang memiliki rata-rata terendah. Indrawan *et al.*, (2018) menyebutkan bahwa, bintil akar berperan dalam memenuhi kebutuhan unsur N tanaman sehingga daun akan tumbuh lebih banyak dan luas daun akan lebih besar.

Perlakuan dosis pupuk kotoran sapi memberikan pengaruh sangat nyata terhadap karakter umur berbunga (Tabel 2). Umur berbunga tercepat muncul pada umur 29 hari, sedangkan umur berbunga muncul terlambat pada umur 43 hari pada perlakuan kontrol. Menurut Nurlisan *et al.*, (2014), umur tanaman berbunga dapat dipengaruhi oleh suhu dan panjang hari, dimana semakin tinggi suhu maka akan semakin cepat berbunga. Pupuk kotoran sapi memiliki unsur fosfor yang dapat mempercepat proses pembungaan. Jayasumarta (2012) menyatakan bahwa, unsur P dapat mempercepat pembungaan, pembuahan, pembentukan benih, mempercepat pemasakan buah sehingga dapat mengatasi pengaruh negatif unsur N dan menghambat kerontokan buah.

Perlakuan dosis pupuk kotoran sapi berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah polong pertanaman. Jumlah polong tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan 30 ton ha¹. Hal ini terjadi karena tanaman memiliki pertumbuhan tajuk dan akar yang baik, sehingga polong terbentuk cenderung lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Jumlah polong yang diperoleh juga dipengaruhi oleh adanya bintil akar. Bintil akar yang banyak akan meningkatkan unsur N. Unsur N sangat dibutuhkan dalam pembentukan asam amino dan protein pada polong kedelai (Gunawan *et al.*, 2021) unsur nitrogen dan fosfor berperan terhadap pengisian polong kedelai sehingga akan mempengaruhi jumlah polong is dan polong hampa (Rezyawaty *et al.* 2018). Sances dan Sumarni (2018) menyatakan bahwa, penambahan bahan organik pada tanah dapat memperbaiki agregasi tanah sehingga meningkatkan kapasitas menahan dan mengikat air. Parameter jumlah biji pertanaman tidak berpengaruh nyata terhadap perlakuan dosis pupuk kotoran sapi. Hal ini disebabkan oleh kurangnya air dan unsur hara yang

ada pada tanaman serta daya serap air ke pasir kurang sehingga menyebabkan pembentukan polong tidak terisi. Menurut Maimunah *et al.*, (2018), kebutuhan air yang tidak tercukupi pada kedelai saat pengisian polong dapat menurunkan hasil biji karena laju fotosintesis terganggu.

Tanaman kedelai pada fase pengisian biji mengalami serangan hama. Hama yang menyerang adalah kepik coklat (*Riptortus linearis*). Hama tersebut menghisap bagian polong tanaman kedelai. Hama kepik ini meningkat jumlahnya pada fase pembentukan polong. Hama penghisap yang menyerang pada fase pembentukan polong akan menyebabkan polong kering dan gugur. Penghisap polong yang menyerang pada fase pengisian biji menyebabkan biji menjadi hitam. Penghisap polong yang menyerang pada fase pemasakan polong menimbulkan bercak hitam kecoklatan pada biji dan biji menjadi keriput. Tanda kerusakan akibat serangan pengisian polong adalah adanya bintil coklat pada biji atau kulit polong bagian dalam (Bayu dan Tengkan, 2014). Menurut Amilia (2016), hama penghisap polong akan meletakkan telur pada saat fase pembungaan. Hama merusak polong sampai usia panen dan mengakibatkan penurunan hasil mencapai 80% (Prayoga *et al.*, 2018). Pengendalian yang dilakukan untuk hama kepik coklat ini dengan menggunakan insektisida berbahan aktif delmetrin 25 g/l. Insektisida ini digunakan untuk hama penghisap polong pada tanaman kedelai.

Dosis pupuk kotoran sapi memberikan pengaruh nyata terhadap karakter hasil tanaman (Tabel 2). Hal ini disebabkan karena dosis pupuk kotoran sapi 30 ton ha¹ dapat menyediakan unsur hara lebih banyak sehingga tanaman kedelai dapat tumbuh lebih baik dan menghasilkan hasil berat biji lebih tinggi. Yulianti *et al.*, (2013) menyatakan bahwa, penambahan N setelah pembungaan 90% mampu memfiksasi nitrogen sekitar 80% dari kebutuhan tanaman. Menurut Diyoprakoso & Arifin (2018), proses dekomposisi bahan organik pada pupuk kotoran sapi menghasilkan unsur hara tersedia pada saat tanaman sudah mendekati fase generatif, sehingga penyerapan nutrisi tanaman lebih banyak untuk pembungaan, pengisian dan pematangan polong.

Aplikasi *Rhizobium* memberikan pengaruh sangat nyata terhadap karakter jumlah bintil akar, persentase bintil akar efektif dan umur berbunga, namun berpengaruh tidak nyata terhadap karakter lainnya. Aplikasi *Rhizobium* memberikan pengaruh nyata terhadap karakter jumlah bintil akar. Hal ini disebabkan karena bakteri *Rhizobium* mampu bersimbiosis dengan tanaman kedelai. Hasil simbiosis akan membentuk bintil akar yang berfungsi sebagai penambat nitrogen yang dibutuhkan pada tanaman kedelai. Damanhuri *et al.*, (2020) menjelaskan bahwa, *Rhizobium* dapat melakukan fiksasi nitrogen yang berasal dari udara dengan bersimbiosis pada tanaman sehingga memenuhi kebutuhan N pada tanaman. Wicaksono dan Harahap (2020) menjelaskan bahwa, *Rhizobium* dan tanaman kedelai memiliki hubungan simbiosis mutualisme, bintil akar menjadi tempat hidup bagi *Rhizobium* dan tanaman kedelai mendapatkan unsur N dari hasil interaksi akar tanaman dengan *Rhizobium* sehingga semakin banyak bintil akar maka akan membantu penyediaan unsur hara nitrogen karena unsur hara nitrogen sangat diperlukan untuk membantu proses pertumbuhan akar, batang dan daun.

Aplikasi *Rhizobium* memberikan pengaruh nyata pada parameter persentase bintil akar efektif. Persentase bintil akar dengan aplikasi *Rhizobium* memiliki persentase terbesar dibandingkan dengan perlakuan tanpa *Rhizobium*. Hal ini disebabkan karena adanya bintil akar efektif tanaman kedelai yang erat kaitannya dengan fiksasi nitrogen. Menurut Purwaningsih (2015), inokulan yang efektif mengikat nitrogen akan mampu meninfeksi akar tanaman secara optimal sehingga menghasilkan pertumbuhan yang baik. Hasil penelitian Putra *et al.*, (2017) melaporkan, rendahnya jumlah bintil akar efektif pada tanaman kedelai tanpa bahan organik dan tanpa *Rhizobium*. Persentase bintil akar efektif ini sangat berkaitan dengan adanya unsur hara Nitrogen yang disuplai dari hasil fiksasi oleh bakteri *Rhizobium*. Menurut Ni'am dan Bintari (2017), pemberian inokulan legin dengan dosis 15 g/kg benih dan mulsa berpengaruh terhadap jumlah bintil akar dan pertumbuhan tanaman kedelai varietas Grobogan.

Aplikasi *Rhizobium* memberikan pengaruh sangat nyata terhadap karakter umur berbunga. Nuha *et al.*, (2015) menjelaskan bahwa, penambahan *Rhizobium* mampu mempercepat munculnya bunga pada tanaman kedelai karena bakteri *Rhizobium* dan adanya N yang diperlukan untuk fase pembungaan. Menurut Rosi *et al.*, (2018), aktivitas fiksasi N oleh bakteri *Rhizobium* mampu menyuplai unsur nitrogen untuk pembentukan klorofil sehingga hasil fotosintesis dan energi untuk mendukung munculnya bunga kedelai semakin besar. Hasil fotosintesis yang rendah serta ketersediaan air yang tidak memenuhi kebutuhan tanaman akan menghambat distribusi asimilat menuju organ reproduktif. Menurut Nugraha *et al.*, (2014), cekaman kekeringan dapat menghambat distribusi asimilat ke dalam organ reproduktif sehingga dapat meningkatkan sterilitas bunga dan menyebabkan keterlambatan muncul bunga.

Kombinasi perlakuan dosis pupuk kotoran sapi dan *Rhizobium* memberikan pengaruh nyata terhadap persentase bintil akar efektif. Interaksi yang nyata disebabkan adanya keberadaan *Rhizobium* pada tanaman kedelai untuk melakukan fiksasi nitrogen untuk kebutuhan tanaman kedelai. Hal ini karena bakteri *Rhizobium* melakukan fiksasi terhadap N yang ada di udara bebas dan berinteraksi dengan akar tanaman membentuk bintil akar yang dapat menyediakan unsur N pada tanah. Setyawan *et al.*, (2015) menyatakan bahwa, *Rhizobium* yang berhasil berinteraksi dengan akar tanaman kacang tanah akan meningkatkan jumlah bintil akar yang akan berpengaruh terhadap jumlah kadar nitrogen bagi tanaman sehingga unsur N yang terpenuhi pada tanaman akan memacu pertumbuhan vegetatif dan generatif seperti meningkatkan jumlah polong tanaman. Novriani (2011)

menyatakan bahwa, faktor lingkungan mempengaruhi proses infeksi *Rhizobium* sehingga interaksi yang berhasil antara *Rhizobium* dan akar tanaman kedelai menunjukkan ciri-ciri yaitu bintil akar yang dibelah akan berwarna merah muda. Dosis pupuk kotoran sapi 20 ton ha¹ memberikan perlakuan yang terbaik untuk pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. Kombinasi perlakuan yang terbaik terdapat pada dosis 20 ton ha¹ dengan penambahan aplikasi *Rhizobium*.

4. SIMPULAN

Penggunaan *Rhizobium* berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman kedelai di media tailing, ditunjukkan oleh parameter jumlah bintil akar, persentase bintil akar efektif dan sangat nyata pada parameter umur berbunga. Pupuk kotoran sapi berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan tanaman kedelai di media tailing, ditunjukkan oleh parameter tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, volume akar, jumlah bintil akar, umur berbunga, jumlah polong pertanaman dan hasil polybag, kecuali persentase bintil akar efektif dan jumlah biji perpolong. Dosis pupuk kotoran sapi 20 ton ha¹ memberikan pertumbuhan dan hasil kedelai yang terbaik di media tailing. Kombinasi perlakuan antara dosis pupuk kotoran sapi dengan dosis 20 ton ha¹ dan aplikasi *Rhizobium* dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai tertinggi di media tailing.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F. Soelaeman, Y. dan Anda, M. 2019. *Petunjuk Teknis Lahan Bekas Tambang untuk Pertanian*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian: Jakarta.
- Akib, M. A. Iradhatullah, R. Asdalifah. 2012. Pertumbuhan Akar dan Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine max*) di Lahan Kering yang Diberi Mikoriza dan Limbah Organik. *Jurnal Teknologi*, 1(1): 1-17.
- Amilia, E. Benny, J. dan Sumardi. 2016. Residu Pestisida pada Tanaman Hortikultura (Studi Kasus di Desa Cihanjuang Rahayu Kecamatan Parongpong Kabupaten Bandung Barat). *Jurnal Agrikultur*, 27(1): 23-29.
- Asmarhansyah. 2016. Improving Soil Properties and Yield of Corn (*Zea Mays* L.) by Application of Organic Amendment on Abandoned Tin-Mining Land in Bangka Island. *Journal of Tropical Soils* 21(3): 140689.
- Badan Pusat Statistika. 2021. Perkembangan Produksi, Luas Panen dan Produktivitas Kedelai Indonesia Tahun 2016-2021. Jakarta : BPS.
- Bayu, M.S.Y.I. dan Tengkan, N.S. 2014. Endemik Kepik Hijau Pucat, *Piezodorus hybneri* Gmelin (Hemiptera:Pentatomidae) dan Pengendaliannya. *Buletin Palawija*, 28: 73-83.
- Bernhard, M.R. 2018. Pengaruh Pupuk Organik Kotoran Sapi terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa. *Bulletin Palma* 34(1): 1-7.
- Damanhuri, D. Erdiansyah, I. Eliyatningsih, E. Wahyu Pratama, A. Kartika Sari, V. 2020. Pelatihan Enkapsulasi Pupuk *Rhizobium spp* pada Media Cair dan Granular untuk Tanaman Kedelai di Desa Sukorejo Kecamatan Bangsalsari Kabupaten Jember. *J Innov Appl Tech*, 6(2): 1025-1030. <https://doi.org/10.21776/ub.jiat.2020.006.02.3>
- Diyoprakuso dan Ariffin. 2018. Aplikasi Pupuk Kotoran Sapi untuk Mengurangi Penggunaan Pupuk Urea pada Budidaya Kedelai (*Glycine max* (L) Merr.), *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(8): 1748-1755.
- Efendi, E. Rita, M. Junaidi. 2017. Pengaruh Pemberian Pupuk Nitrogen dan Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Pakchoy (*Brassica rapa* L.). *Jurnal Penelitian Pertanian*, 13(2): 44-50.
- Febriantami dan Nusyirwan. 2017. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik cair dan Ekstrak Rebung terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.). *Jurnal Biosains*, 3(2): 96-102.
- Fitri, Saputra, H.M. Pratama, D. dan Aini, S.N. 2022. Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Varietas Jantan F1 terhadap Berbagai Dosis Pupuk Kotoran Hewan yang Berbeda pada Media Tailing. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 9(2): 431-38.
- Gole, I.D. Sukerta, I.M. dan Udiyana, B.P. 2019. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Sapi terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Agrimeta* 9(18): 46-51.
- Gunawan, T. 2021. Pemanfaatan Pupuk Organik Cair Kulit Nanas terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai Edamame (*Glycine max* (L) .Merrill) di Tanah Ultisol. [*Skripsi*]. Universitas Bangka Belitung
- Hamid, I. Priatna, S.J. dan Hermawan, A. 2017. Karakteristik Beberapa Sifat Fisika dan Kimia Tanah pada Lahan Bekas Tambang Timah, *Jurnal Penelitian Sains MIPA UNSRI*, 19(1): 19105-23.

- Haryadi, D. Husna, Y. Sri, Y. 2015. Pengaruh Pemberian Beberapa Jenis Pupuk terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kailan (*Brassica alboglabra* L.). *Jom Vaperta*, 2(2): 1-10.
- Harahap, F.R. 2016. Restorasi Lahan Pasca Tambang Timah di Pulau Bangka. *Society* 4(1): 61–69.
- Hijria dan Syami. 2018. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Varietas Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) *Jurnal Tobar*, 2(2): 217-226.
- hsan, M. (2018). Pengaruh Pemberian Pupuk Kotoran Sapi dan POC Top G2 terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L.) *Trends Biochem. Sci.*, 39(1), 1-7.
- Indrawan, R. M. Yafizham, Y dan Sutarno, S. 2018. Respon Tanaman Kedelai terhadap Pemupukan Kombinasi Bio-Slurry dengan Urea. *Jurnal Agro Complex*, 2(1): 36 - 42.
- Jayasumantra. 2012. Pengaruh Sistem Olah Tanah dan Pupuk P terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai (*Glycine max* L.) *Jurnal Agrium*, 17(3): 148-154.
- Khan, M.B. Maryo. Ahmad, Z..A. dan Ratna, Z. 2021. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* L. Saccharata Strurt). Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Merdeka Pasuruan, 3 (2): 113-120.
- Lestari, T. Apriadi, R. dan Amandha, B. 2021. Growth and Yield of Edamame Soybean in Post –tin Mining Land with Application of *Rhizobium* Bacteria and Organic Fertilizer. *Jurnal IOP Conf SERIES: Earth and Environmental Science*, 1–7.
- Maimunah, G. Rusmayadi dan B. F. Langai. 2018. Pertumbuhan dan Hasil Dua Varietas Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dibawah Kondisi Cekaman Kekeringan pada Berbagai Stadia Tumbuh. *Jurnal Enviro Scientiae*, 14(3): 211 - 221.
- Meliana, M. Sulistyawati. dan Pratiwi., S.H. 2021. Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Sapi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Panjang (*Vigna radiata* L.), *Jurnal Agroteknologi Merdeka Pasuruan*, 5(2): 7-11.
- Ni'am, A.M. dan Bintari, S.H. 2017. Pengaruh Pemberian Inokulan Legin dan Mulsa terhadap Jumlah Bintil Akar dan Pertumbuhan Tanaman Kedelai Varietas Grobogan. *Jurnal MIPA* 40(2): 80-86.
- Novriani. 2011. Peranan *Rhizobium* dalam Meningkatkan Ketersediaan Nitrogen bagi Tanaman Kedelai. *Agronobis* 3(5): 35–42.
- Nugraha, Y.S. Sumarni, T. dan Sulistyono, R. 2014. Pengaruh Interval Waktu dan Tingkat Pemberian Air terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 2(7): 552 - 559.
- Nurlisan, Rasyad, A. dan Yoseva, S. 2014. Pengaruh Pemberian Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau*, 1(1): 1-9.
- Nuraini, P. Budianta, D. dan Fitri, S.N.A. 2021. Pengaruh Pemberian Dolomit dan Pupuk Kandang Sapi terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.,) Merr) di Tanah Ultisol. *Jurnal AGRIP EAT* 22(1): 21-32.
- Nursiah, Muin, A. dan Burhanuddin. 2020. Penggunaan Kotoran Ayam dan Pupuk Urea untuk Pembibitan Tanaman Ketapang (*Terminalia catappa* L.) pada Media Tailing Pasir. *Jurnal Hutan Lestari*, 8(2): 416–28.
- Nuha, Ulin, M. Fajriani, S. dan Arifin. 2012. Pengaruh Aplikasi Legin dan Pupuk Kompos Terhadap Hasil Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) Varietas Jerapah. *Jurnal Produksi Tanaman*, 3(1): 75-80.
- Oktaviani, R. Suharyanto, dan Lestari, T. 2020. Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) dengan Aplikasi Limbah Sawit dan *Rhizobium* di Lahan Pasca Tambang Timah. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* 23(3): 321–3331.
- PT. Timah Tbk. 2021. Realisasi Kinerja 9M21 PT TIMAH Tbk. Jakarta: PT.TIMAH Tbk.
- Panda, N.D. Jawang, U.P. dan Lewu, L.D. 2021. Pengaruh Bahan Organik terhadap Daya Ikat Air pada Tanah Ultisol Lahan Kering. *Jurnal Tanah dan Sumberd*, 8(2): 327-332.
- Prastowo, D.R. Manik, T.K., dan Rosadi, R.A.B. 2016. Penggunaan Model Cropwat untuk Menduga Evapotranspirasi Standar dan Penyusunan Neraca Air Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) di Dua

- Lokasi Berbeda. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 5(1): 1 - 12.
- Prayoga, D. Melya, R. dan Duryat. 2018. Aplikasi *Rhizobium* dan Urea pada Pertumbuhan Semai Seangon Laut. *Jurnal Sylva Lestari*, 6(1): 1-8.
- Purba, J.H. Parmila, I.P. dan Sari, K.K. 2018. Pengaruh Pupuk Kandang Sapi Dan Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Kedelai (*Glycine Max* (L.) Merr) Varietas Edamame. *Jurnal Agro Bali (Agricultural Journal)* 1(2): 69-81.
- Purwaningsih, O., D., Indradewa, S., Kabirun, D., S., & Shidiq, D. (2012). Tanggapan Tanaman Kedelai terhadap Inokulasi *Rhizobium*. *Jurnal Agrotrop* 2(1), 25–32.
- Purwaningsih, S. 2015. Pengaruh Inokulasi *Rhizobium* terhadap Pertumbuhan Kedelai (*Glycine max* L.) Varietas Wilis di Rumah Kaca. *Berita Biologi*, 14(1): 69-76.
- Putra, H.P. Sumarni, T. dan Islami, T. 2017. Pengaruh Macam Bahan Organik dan Inokulum *Rhizobium* terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merrill), *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(2): 326-335.
- Rezyawaty, M. Anna, S.K. dan Ellis, N. 2018. Peningkatan Pembentukan Polong dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) dengan Pemberian Nitrogen pada Fase Produktif. *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(7): 1454-1458.
- Rosi, A. Roviq, M. dan Nihayati, E. 2018. Pengaruh Dosis Pupuk npk pada Pertumbuhan dan Hasil Tiga Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(10): 2445 - 2452.
- Sances, E.A. dan Sumarni, T. 2018. Pengaruh Pupuk Kandang dan Kapasitas Air pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.). *Jurnal Plantropica*, 3(1): 11 - 17.
- Santi, R. Aini, S.N. dan Alfajri. 2019. Efektivitas Bintil Akar Kedelai Edemame (*Glycine max* (L.) Merr.) dengan Pemberian TKKS di Tailing Pasir Pasca Tambang Timah. *Jurnal Agro*, 6(2): 153-167 <https://doi.org/10.15575/5524>
- Sari, R. dan Prayudyansih, R. 2015. *Rhizobium*: Pemanfaatannya sebagai Bakteri Penambat Nitrogen. *Info Teknis EBONI* 12(1): 51–64.
- Septiaswin, H.E. Fuskhah. dan Budiyanto, S. 2021. Pertumbuhan dan Produksi Kedelai (*Glycine max* L.Merrill) Akibat Frekuensi Penyiraman dan Berbagai Komposisi Pupuk Kandang Sapi dan Kompos Eceng Gondok. *Jurnal Buana Sains* 21(1): 77–86.
- Setyawan, F. Santoso, M. dan Sudiarso. 2015. Pengaruh Aplikasi Inokulum *Rhizobium* dan Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Tanah (*Arachis Hypogaea* L.) *Jurnal Produksi Tanaman*, 3(8): 697–705.
- Song, N. Torey. 2013. Karakter Morfologi Akar sebagai Indikator Kekurangan Air pada Tanaman. *Jurnal Bioslogos*, 3(1): 31-39.
- Sondakh, T.D. Sumampow, D.M.F. dan Polii, M. 2017. Perbaikan Sifat Fisik dan Kimia Tailing melalui Pemberian Amelioran Berbasis Bahan Organik, *Eugenia* 23(3): 130-137.
- Soverda, N. Evita, E. dan Meli, M. 2021. Pengaruh Clibadium Surinamense dan *Rhizobium* terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai Edamame. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan universitas jambi*, 5(2): 180-92. <https://doi.org/10.22437/jiituj.v5i2.15953>
- Sucipta, N.K.S.P. Kartini, N.L. dan Soniari, N.N. 2015. Pengaruh Populasi Cacing Tanah dan Jenis Media terhadap Kualitas Pupuk Organik. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 4(3): 213-223.
- Wahyudin, Agus, Fiky, Y.W. Aep, W.I. Ruminta, A. dan Rizka, F. 2017. Respons Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) Varietas Wilis Akibat Pemberian Berbagai Dosis Pupuk N, P, K, dan Pupuk Guano pada Tanah Inceptisol Jatiningor. *Jurnal Kultivasi* 16(2): 333-339.
- Wicaksono, M. dan Harahap, F.S. 2020. Pengaruh Interaksi Perlakuan *Rhizobium* dan Pemupukan Nitrogen terhadap Indeks Panen terhadap Tiga Varietas Kedelai. *J Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 7(1): 39–44. <https://doi.org/10.21776/ub.jtj.2020.007.1.6>.
- Yulianti, N. Rahayu, A.D. dan Setyono. 2013. Pertumbuhan dan Produksi Edamame (*Glycine max* L. Merrill) pada Berbagai Dosis Zeolit dan Pupuk Nitrogen. *Jurnal Pertanian*, 4(2): 82-90.