

Pengaruh Pupuk Organik Limbah Jamur Merang dan Pupuk Hayati Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max L. Merrill*) Varietas Grobogan

Haria Pradana^{1*}, Vera Oktavia Subardja², Kasdi Pirngadi³

^{1,2,3}Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Singaperbangsa Karawang
*Corresponding author, email: hariapradana@gmail.com

ABSTRACT

*The need nutrients in the soil is important for the successful growth and yield of soybean. Organic fertilizer of merang mushroom waste and types of biological fertilizers are one of the efforts to improve soil fertility and provide sufficient nutrients in the soil. The purpose of this study was to determine the effect of the interaction between organic fertilizer of merang mushroom and type of biological fertilizers on the growth and yield of soybean plants (*Glycine max L. Merrill*) Grobogan Variety. This research was conducted at Experimental Farm of the Campus 1 Faculty of Agriculture, Singaperbangsa University of Karawang, located in Puseurjaya Village, East Telukjambe Subdistrict, Karawang District, West Java. The experiment was conducted from January to April 2024. The research method was used randomized block design (RBD), factorial with two factors. The first factor was the application of organic fertilizer of merang mushroom waste (M) with 3 levels, The second factor was the application of biological fertilizer (P) with 4 levels. There were 12 treatments that will be 3 replications, so there were 36 experimental units. Each unit has 3 sample plants. The effect of treatment was analyzed by analyzed of variance and if the F test at 5% level was significant, then DMRT (Duncan Multiple Range Test). The results showed that there were interaction between organic fertilizer of merang mushroom waste and the type of biofertilizer on the parameters of plant height 14, 21, 28, 35 and 42 days after planting (dap), number of trifoliolate leaves 21, 28, 35 and 42 dap, stem diameter 42 dap, root length, root nodules, number of pods, the number of seeds, but they were not interaction on the parameters of root wet weight, root dry weight, seed weight per 100 grains and yield of seed weight.*

Keywords: soybean, nutrient, organic fertilizer, biofertilizer

ABSTRAK

*Kebutuhan unsur hara dalam tanah menjadi faktor penting untuk keberhasilan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. Pupuk organik limbah jamur merang dan jenis pupuk hayati salah satu upaya untuk meningkatkan kesuburan tanah dan menyediakan unsur hara yang cukup dalam tanah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh interaksi antara pupuk organik limbah jamur merang dan jenis pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max L. Merrill*) varietas Grobogan. Penelitian ini dilakukan di Kebun Percobaan Kampus 1 Fakultas Pertanian, Universitas Singaperbangsa Karawang yang terletak di Desa Puseurjaya, Kecamatan Telukjambe Timur, Kabupaten Karawang, Provinsi Jawa Barat. Waktu percobaan dilaksanakan pada bulan Januari sampai April 2024. Metode penelitian yang digunakan yaitu Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial yang terdiri atas dua faktor. Faktor pertama adalah pemberian pupuk organik limbah jamur merang (M) yang terbagi menjadi 3 taraf, faktor kedua adalah pemberian pupuk hayati (P) yang terbagi menjadi 4 taraf. Total terdapat 12 perlakuan yang akan diulang sebanyak 3 kali, sehingga terdapat 36 unit percobaan. Masing-masing unit terdapat*

3 tanaman sampel. Pengaruh perlakuan dianalisis menggunakan analisis ragam dan apabila uji *F* taraf 5% signifikan, maka dilakukan uji lanjut DMRT (Duncan Multiple Range Test). Hasil percobaan menunjukkan terdapat interaksi antara pupuk organik limbah jamur merang dan jenis pupuk hayati terhadap parameter tinggi tanaman umur 14 hst sampai 42 hst, jumlah daun trifoliat 21 hst sampai 42 hst, diameter batang 42 hst, panjang akar, bintil akar, jumlah polong dan jumlah biji tetapi tidak menunjukkan adanya interaksi pada parameter bobot basah akar, bobot kering akar, bobot biji per 100 butir dan hasil bobot biji.

Kata kunci: kedelai, unsur hara, pupuk organik, pupuk hayati

PENDAHULUAN

Produktivitas kedelai di Indonesia masih cukup rendah. Menurut data Badan Pusat Statistik (2021) mencatat produksi kedelai nasional pada 2021 cuma 200 ribu ton per tahun, tidak mengalami peningkatan sejak 2020, dengan rata-rata produktivitas hanya 1,56 ton/ha pada 2021 dan mengalami sedikit perbedaan pada saat 2020 dengan rata-rata produktivitas 1,57 ton/ha. Menurut Kementerian Pertanian (2020) dalam (Triyanti, 2020) jumlah produksi kedelai yang menurun terjadi akibat persaingan ketat penggunaan lahan dengan komoditas strategis lain, seperti jagung dan cabai. Imbasnya ada penurunan luas panen kedelai sekitar 5% per tahun. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2018) dalam (Naim, 2021) memperlihatkan bahwa sebanyak 14 juta ha lahan kritis yang ada di Indonesia disebabkan oleh degradasi lahan, berupa kurang baiknya sifat fisik, kimia dan biologi tanah.

Upaya yang dapat meningkatkan produksi kedelai adalah dengan pemupukan, karena tidak semua tanah cocok untuk pertumbuhan tanaman kedelai. Pada umumnya tanah-tanah pertanian tidak menyediakan semua hara tanaman yang dibutuhkan dalam waktu cepat dan jumlah yang cukup untuk dapat mencapai pertumbuhan optimal (Ratnasari *et al.*, 2018). Salah satunya untuk meningkatkan kesuburan tanah dapat dilakukan antara lain dengan penambahan pupuk organik. Pupuk organik dapat meningkatkan kesuburan tanah, baik kesuburan fisik, kimia, maupun biologi (Dibia dan Atmaja, 2017).

Pupuk organik memiliki pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan aktivitas mikroorganisme tanah dalam bentuk total populasi bakteri, respirasi tanah, P-tersedia dan pH tanah (Antonius *et al.*, 2018). Bahan yang dijadikan pupuk organik salah satunya adalah limbah jamur merang. Menurut Wahana *et al.* (2020) limbah jamur merang dapat dialokasikan menjadi bahan dasar pembuatan pupuk organik berbentuk kompos dikarenakan mengandung unsur hara yang baik untuk tanah. Bahan limbah jamur merang yang sudah di analisis mengandung nitrogen (N) sebanyak 2,63%, fosfor (P) 1,56%, kalium (K) 3,17%, rasio C/N sebesar 11 dan C-organik 30,11%. Hal tersebut bahan limbah jamur merang sudah sesuai dengan syarat mutu kompos yang tertera pada Standar Nasional Indonesia 19-7030-2004.

Limbah media jamur yang dihasilkan pada dasarnya merupakan bahan organik yang telah mengalami proses dekomposisi sehingga pengolahan limbah ini tidak membutuhkan waktu lama untuk diubah menjadi pupuk organik. Umumnya proses pembuatan pupuk organik memerlukan 2 sampai dengan 3 bulan, dan untuk pembuatan pupuk organik dengan bahan baku limbah jamur membutuhkan waktu lebih cepat yaitu hanya 1 bulan saja (Alqamari *et al.*, 2021).

Kedelai jenis tanaman dengan karakter protein tinggi dan membutuhkan unsur hara, terutama unsur hara N untuk pertumbuhannya. Unsur hara N dalam tanah kurang memadai bagi kebutuhan tanaman. Sumber terbesar nitrogen 78% terdapat di udara dalam bentuk N_2 yang tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Dibutuhkan jenis agen hayati yang mampu menambat nitrogen dari udara maupun dari dalam tanah agar tersedia bagi tanaman (Widawati, 2015).

Menurut Safitri *et al.* (2019) ada beberapa jenis mikroba yang berpotensi untuk

dimanfaatkan sebagai pupuk hayati. Bakteri-bakteri tersebut antara lain *Agrobacterium*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Cellulomonas*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Gluconacetobacter*, *Microbacterium*, *Micromonospora*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Serratia*, *Streptomyces*, *Xanthomonas*. Bakteri-bakteri ini hidup baik di daerah perakaran tanaman, sehingga diberi nama rhizobakteri.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di kebun percobaan Kampus 1 Fakultas Pertanian Universitas Singaperbangsa Karawang yang terletak di Desa Puseurjaya, Kecamatan Telukjambe Timur, Kabupaten Karawang, Provinsi Jawa Barat. Waktu percobaan dilaksanakan pada bulan Januari sampai April 2024. Bahan yang digunakan selama proses penelitian berlangsung adalah limbah jamur merang asal Desa Pasirmulya, Kecamatan Majalaya, Kabupaten Karawang, pupuk hayati jenis *Azotobacter*, *Rhizobium*, *Azospirillum*, dan Pupuk Hayati Formula 100+, benih kedelai varietas Grobogan, tanah Ultisol (Podsolik Merah Kuning) asal Desa Mulyamekar, Kecamatan Babakancikao, Kabupaten Purwakarta, pupuk dasar NPK Mutiara (16 : 16 : 16), EM4, pestisida dan polybag ukuran 50x50 cm. Sedangkan Alat yang digunakan selama proses penelitian berlangsung adalah cangkul, ember, timbangan, tugal, pH meter, timbangan analitik, gelas ukur, *thermohyrometer*, sprayer, emrat, alat tulis, penggaris, jangka sorong, *handphone* dan alat – alat lainnya yang dapat mendukung jalannya penelitian.

Penelitian dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial yang terdiri atas dua faktor. Faktor pertama adalah pemberian pupuk organik limbah jamur merang (M) yang terbagi menjadi 3 taraf, faktor kedua adalah pemberian pupuk hayati (P) yang terbagi menjadi 4 taraf. Total terdapat 12 perlakuan yang akan diulang sebanyak 3 kali, sehingga terdapat 36 unit percobaan. Masing-masing unit terdapat 3 tanaman sampel.

Tabel 1. Rancangan Perlakuan

Dosis limbah jamur merang (M)	Jenis Pupuk Hayati (P)			
	p ₁ <i>Azotobacter</i> 20 ml/tanaman	p ₂ <i>Azospirillum</i> 20 ml/tanaman	p ₃ <i>Rhizobium</i> 5 g/kg	p ₄ Formula 100+ 20 ml/tanaman
m ₁ (5 ton/ha)	m ₁ p ₁	m ₁ p ₂	m ₁ p ₃	m ₁ p ₄
m ₂ (10 ton/ha)	m ₂ p ₁	m ₂ p ₂	m ₂ p ₃	m ₂ p ₄
m ₃ (15 ton/ha)	m ₃ p ₁	m ₃ p ₂	m ₃ p ₃	m ₃ p ₄

Data pengamatan yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam (uji F) pada taraf 5%. Apabila hasil analisis ragam berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT).

Adapun pengamatan meliputi tinggi tanaman, jumlah daun trifoliat, diameter batang, panjang akar, bobot basah akar, bobot kering akar, jumlah bintil akar, jumlah polong, jumlah biji, bobot biji per 100 butir dan hasil bobot biji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman (cm)

Hasil analisa ragam pengaruh pupuk organik limbah jamur merang dan jenis pupuk hayati menunjukkan adanya pengaruh interaksi terhadap rata-rata tinggi tanaman kedelai pada umur 42 hst.

Tabel 2. Rata-rata tinggi tanaman kedelai umur 42 hst

Perlakuan	Rata-rata tinggi tanaman 42 hst (cm)			
	Pupuk Hayati			
Pupuk organik limbah jamur merang	p ₁ (<i>Azotobacter</i> 20 ml/tanaman)	p ₂ (<i>Azospirillum</i> 20 ml/tanaman)	p ₃ (<i>Rhizobium</i> 5 g/kg)	p ₄ (Formula 100+ 20 ml/tanaman)
m ₁ (5 ton/ha)	107,80 c B	110,32 c A	101,84 c C	107,43 a B
m ₂ (10 ton/ha)	115,23 b C	119,91 b A	91,87 b D	117,16 b B
m ₃ (15 ton/ha)	119,14 a B	128,12 a A	105,62 a C	118,81 a B
KK (%)	4,89			

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama (huruf besar arah horizontal dan huruf kecil arah vertikal) menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT5%.

Pada tinggi tanaman umur 42 hst perlakuan yang menunjukkan hasil tertinggi yaitu pada perlakuan m₃p₂ (pupuk organik limbah jamur merang 15 ton/ha dan *Azospirillum* 20 ml/tanaman) dengan rata-rata tinggi tanaman mencapai 128,12 cm dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hasil ini dapat terjadi karena peran limbah jamur merang 15 ton/ha memiliki kandungan nutrisi yang dibutuhkan tanaman yang sudah sesuai standar kualitas pupuk organik SNI 19-7030-2004 dan Permentan No. 261 Tahun 2019 dengan kandungan unsur hara N (2,63%), P (1,56%), K (3,17%), Wahana *et al*, (2022) menyatakan peningkatan tinggi tanaman didukung oleh proses fisiologis yang merespon dari tercukupinya unsur hara yang diperlukan seperti unsur hara makro yakni N, P dan K untuk melakukan proses pembelahan serta perpanjangan sel. Hal ini sesuai dengan pernyataan Subardja *et al*, (2020) semakin meningkatnya kandungan nutrisi yang dimiliki pupuk organik limbah jamur merang 15 ton/ha dapat memaksimalkan pertumbuhan tanaman salah satunya tinggi tanaman. Sedangkan pemberian *Azospirillum*20 ml/tanaman mampu menyediakan unsur hara N yang melimpah didalam tanah. Pada masa vegetatif, tanaman kedelai lebih membutuhkan unsur hara N yang cukup untuk mendukung pertumbuhan tinggi tanaman, hal ini sesuai dengan pernyataan Noviani dan Rahayu (2022) bahwa penambahan *Azospirillum*20 ml yang mampu menyediakan unsur hara nitrogen dalam pertumbuhan dan produktivitas kedelai dapat memberikan dampak positif untuk kedelai yaitu mempercepat pertumbuhan vegetatif salah satunya tinggi tanaman dan mampu meningkatkan produktivitas.

Jumlah Daun Trifoliat (Helai)

Hasil analisa ragam pengaruh pupuk organik limbah jamur merang dan jenis pupuk hayati menunjukkan adanya pengaruh interaksi terhadap rata-rata jumlah daun trifoliat kedelai pada umur 42 hst.

Tabel 3. Jumlah daun trifoliat kedelai umur 42 hst

Perlakuan	Rata-rata jumlah daun trifoliat 42 hst			
	Pupuk Hayati			
Pupuk organik limbah jamur merang	p ₁ (<i>Azotobacter</i> 20 ml/tanaman)	p ₂ (<i>Azospirillum</i> 20 ml/tanaman)	p ₃ (<i>Rhizobium</i> 5 g/kg)	p ₄ (Formula 100+ 20 ml/tanaman)
m ₁ (5 ton/ha)	19,78 a B	20,56 b A	15,67 b D	19,00 c C
m ₂ (10 ton/ha)	19,11 b	20,67 b	17,44 a	20,56 b

	B	A	C	A
m ₃ (15 ton/ha)	20,22 a	26,22 a	18,00 a	21,33 a
	C	A	D	B
KK (%)	6,59			

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama (huruf besar arah horizontal dan huruf kecil arah vertikal) menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%.

Pada jumlah daun trifoliat umur 42 hst perlakuan yang menunjukkan hasil tertinggi yaitu pada perlakuan m₃p₂ (pupuk organik limbah jamur merang 15 ton/ha dan *Azospirillum* 20 ml/tanaman) dengan rata-rata jumlah daun trifoliat sebanyak 26,22 helai dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hasil ini dapat terjadi karena kandungan unsur hara N, P dan K yang terdapat pada limbah jamur merang dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman salah satunya jumlah daun trifoliat dan semakin bertambahnya dosis yang diberikan akan semakin baik dalam pertumbuhan daun (Ahmad *et al.*, 2016), sedangkan *Azospirillum* 20 ml memiliki kemampuan memfiksasi nitrogen dan menghasilkan IAA serta meningkatkan penyerapan hara lain bagi tanaman, dari kemampuan tersebut pertumbuhan batang dan daun akan meningkat (Ni'mah dan Yuliani, 2022), hal ini sesuai dengan pernyataan Afrilandha dan Setiawati (2018) bahwa semakin tinggi jumlah nitrogen yang tersedia pada tanaman maka kandungan klorofil pada daun juga akan semakin tinggi, sehingga proses fotosintesis berlangsung cepat. *Azospirillum* selain memiliki kemampuan menyediakan unsur hara nitrogen dan menghasilkan fitohormon IAA.

Azospirillum juga memiliki kemampuan untuk mengurangi stres, seperti genangan air, berkat kemampuannya untuk mensintesis fitohormon pada pH ekstrim (Garcia *et al.*, 2022). Hal tersebut membuat jumlah daun trifoliat pada penelitian ini terus mengalami peningkatan tanpa adanya pengurangan.

Diameter Batang (mm)

Hasil analisa ragam pengaruh pupuk organik limbah jamur merang dan jenis pupuk hayati menunjukkan adanya pengaruh interaksi terhadap rata-rata diameter batang kedelai pada umur 42 hst.

Tabel 4. Rata-rata diameter batang kedelai umur 42 hst

Perlakuan	Rata-rata diameter batang 42 hst (mm)			
	Pupuk Hayati			
Pupuk organik limbah jamur merang	p ₁ (<i>Azotobacter</i> 20 ml/tanaman)	p ₂ (<i>Azospirillum</i> 20 ml/tanaman)	p ₃ (<i>Rhizobium</i> 5 g/kg)	p ₄ (Formula 100+ 20 ml/tanaman)
m ₁ (5 ton/ha)	6,21 b	6,22 c	6,11 b	6,28 b
	B	B	C	A
m ₂ (10 ton/ha)	6,11 c	6,33 b	6,07 c	6,26 b
	C	A	D	B
m ₃ (15 ton/ha)	6,42 a	6,61 a	6,18 a	6,33 b
	B	A	D	C
KK (%)	1,60			

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama (huruf besar arah horizontal dan huruf kecil arah vertikal) menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%.

Pada diameter batang umur 42 hst perlakuan yang menunjukkan hasil tertinggi yaitu pada perlakuan m₃p₂ (pupuk organik limbah jamur merang 15 ton/ha dan *Azospirillum* 20 ml/tanaman) dengan rata-rata diameter batang sebesar 6,61 mm dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hasil ini dapat terjadi karena perlakuan m₃ (pupuk organik limbah jamur

merang 15 ton/ha) didalamnya memiliki kandungan K (3,17%), hal ini diperkuat dengan pernyataan Saputra *et al.*, (2021) menyatakan bahwa fungsi kandungan K pada bahan organik untuk meningkatkan ketebalan dan kekuatan pada jaringan batang. Sedangkan *Azospirillum* memiliki kemampuan memfiksasi nitrogen, Serapan N cenderung dimanfaatkan tanaman untuk menambah pembesaran diameter batang, hal ini sesuai dengan pernyataan (Pangaribuan *et al.*, 2017) tercukupinya kebutuhan nitrogen akan menghasilkan tanaman dengan bobot brangkasan lebih besar.

Azospirillum selain menghasilkan unsur nitrogen bakteri ini tidak hanya meningkatkan fisiologi tanaman ketika kondisi menguntungkan tetapi juga bertindak ketika lingkungan tidak menguntungkan seperti mengurangi stres pada tanaman (Garcia *et al.*, 2022) dan dapat tumbuh optimal pada pH 6 - 7 dan suhu tanah berkisar antara 27-29 °C (Mandala *et al.*, 2021).

Panjang Akar (cm)

Hasil analisa ragam pengaruh pupuk organik limbah jamur merang dan jenis pupuk hayati menunjukkan adanya pengaruh interaksi terhadap rata-rata jumlah panjang akar per tanaman.

Tabel 5. Rata-rata panjang akar per tanaman

Perlakuan	Rata-rata panjang akar(cm)			
	Pupuk Hayati			
Pupuk organik limbah jamur merang	p ₁ (<i>Azotobacter</i> 20 ml/tanaman)	p ₂ (<i>Azospirillum</i> 20 ml/tanaman)	p ₃ (<i>Rhizobium</i> 5 g/kg)	p ₄ (Formula 100+ 20 ml/tanaman)
m ₁ (5 ton/ha)	29,40 c C	29,04 b D	44,68 a A	29,50 c B
m ₂ (10 ton/ha)	32,71 b B	29,02 b B	31,00 b B	34,10 b A
m ₃ (15 ton/ha)	36,57 a B	34,02 a C	29,38 b D	44,91 a A
KK (%)	14,25			

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama (huruf besar arah horizontal dan huruf kecil arah vertikal) menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%.

Pada panjang akar per tanaman terlihat bahwa perlakuan yang menunjukkan hasil tertinggi yaitu pada perlakuan m₃p₄ (pupuk organik limbah jamur merang 15 ton/ha dan Formula 100+ 20 ml/tanaman) dengan rata-rata mencapai 44,91 cm, tidak berbeda nyata dengan perlakuan m₁p₃ (pupuk organik limbah jamur merang 5 ton/ha dan *Rhizobium*5 g/kg) dengan rata-rata mencapai 44,68 cm, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini dapat terjadi karena kedua perlakuan tersebut memiliki kandungan unsur N,P dan K yang sama-sama dibutuhkan oleh tanaman. Widodo dan Kusuma (2018) menyatakan bahwa Perkembangan akar akan dipengaruhi oleh struktur tanah dan unsur hara yang terkandung didalamnya. Dalam penelitian ini Pupuk organik limbah jamur merang mampu memperbaiki agregat tanah dan menggemburkan tanah sehingga pertumbuhan akar terlihat optimal.

Pupuk hayati formula 100+ dalam kandungannya memiliki bakteri pelarut fosfat yang mampu mempengaruhi panjang akar tanaman, sesuai dengan pernyataan Fadila *et al.*, (2021) bahwa ketersediaan unsur P dapat merangsang pertumbuhan akar tanaman kailan. Mutiah *et al.*, (2017) menyatakan pertumbuhan akar akan meningkatkan jumlah unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman dan digunakan untuk proses metabolisme. Selanjutnya, unsur P berperan sebagai bahan dasar pembentukan ATP dan ADP dalam membentuk asam amino, tepung, lemak, dan senyawa organik lainnya (Kurniawati *et al.*, 2015).

Bobot Basah dan Bobot Kering Akar (g)

Hasil analisa ragam pengaruh pupuk organik limbah jamur merang dan jenis pupuk hayati tidak menunjukkan adanya interaksi terhadap rata-rata bobot basah dan bobot kering akar per tanaman dan tidak menunjukkan adanya pengaruh nyata masing-masing faktor.

Tabel 6. Rata-rata bobot basah dan bobot kering akar per tanaman

Kode	Perlakuan	Bobot Basah akar(g)	Bobot Kering Akar(g)
Limbah Jamur Merang			
m ₁	5 ton/ha	6,72 a	2,52 a
m ₂	10 ton/ha	7,77 a	2,65 a
m ₃	15 ton/ha	7,72 a	2,70 a
Pupuk Hayati			
p ₁	<i>Azotobacter</i> 20 ml/tanaman	7,85 a	2,73 a
p ₂	<i>Azospirillum</i> 20 ml/tanaman	7,51 a	2,63 a
p ₃	<i>Rhizobium</i> 5 g/kg	6,96 a	2,60 a
p ₄	Formula 100+ 20 ml/tanaman	7,30 a	2,52 a
KK (%)		20,15	15,00

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%.

Pada bobot basah akar terlihat bahwa taraf m₂ (pupuk organik limbah jamur merang 10 ton/ha) memberikan nilai tertinggi sebesar 7,77 g dan taraf p₁ jenis (*Azotobacter* 20 ml/tanaman) memberikan nilai tertinggi sebesar 7,85 g dan pada bobot kering akar terlihat bahwa taraf m₃ (pupuk organik limbah jamur merang 15 ton/ha) memberikan nilai tertinggi sebesar 2,70 g dan taraf p₁ jenis (*Azotobacter* 20 ml/tanaman) memberikan nilai tertinggi sebesar 2,73 g.

Pada bobot basah dan bobot kering akar per tanaman tidak menunjukkan adanya interaksi hal ini diduga kandungan hara pada pupuk organik limbah jamur merang dan pupuk hayati tidak mencukupi untuk pembentukan akar. Menurut hasil penelitian Hodijah et al, (2023) menyatakan bahwa translokasi fotosintat ke akar dalam jumlah yang sedikit juga akan memengaruhi berat basah akar dan berat kering akar tanaman karena fotosintat lebih banyak ditranslokasikan untuk organ-organ di atas tanah atau bagian tajuk.

Jumlah Bintil Akar (Bintil)

Hasil analisa ragam pengaruh pupuk organik limbah jamur merang dan jenis pupuk hayati menunjukkan adanya pengaruh interaksi terhadap rata-rata jumlah bintil akar per tanaman.

Tabel 7. Rata-rata jumlah bintil akar per tanaman

Perlakuan	Rata-rata jumlah bintil akar (Bintil)			
	Pupuk Hayati			
Pupuk organik limbah jamur merang	p ₁ (<i>Azotobacter</i> 20 ml/tanaman)	p ₂ (<i>Azospirillum</i> 20 ml/tanaman)	p ₃ (<i>Rhizobium</i> 5 g/kg)	p ₄ (Formula 100+ 20 ml/tanaman)
m ₁ (5 ton/ha)	5,67 c D	10,33 a C	12,00 b B	14,33 a A
m ₂ (10 ton/ha)	15,00 a A	11,00 a C	19,00 a A	13,00 a B
m ₃ (15 ton/ha)	11,67 b A	8,00 b C	11,00 b AB	10,00 b B

KK (%)	11,83
--------	-------

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama (huruf besar arah horizontal dan huruf kecil arah vertikal) menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%.

Pada jumlah bintil akar per tanaman perlakuan yang menunjukkan hasil tertinggi yaitu pada perlakuan m_2p_3 (pupuk organik limbah jamur merang 10 ton/ha dan *Rhizobium* 5 g/kg) dengan rata-rata mencapai 19,00 bintil, tidak berbeda nyata dengan perlakuan m_2p_1 (pupuk organik limbah jamur merang 10 ton/ha dan *Azotobacter* 20 ml/tanaman) dengan rata-rata 15,00 bintil dan tidak berbeda nyata juga dengan perlakuan m_2p_4 (pupuk organik limbah jamur merang 10 ton/ha dan Formula 100+ 20 ml/tanaman) dengan rata-rata 14,33 bintil, namun berbeda nyata dengan perlakuan lain. Hal ini dapat terjadi karena pemberian *Rhizobium* 5 g/kg dapat menghasilkan nitrogen bagi tanaman melalui proses fiksasi nitrogen yang dilakukan oleh bakteri *Rhizobium* melalui simbiosis pada akar tanaman. Sesuai dengan pernyataan Silalahi (2009) dalam (Koryati et al., 2022) menunjukkan bahwa penggunaan inokulasi rhizobium sebanyak 5g/kg benih sudah dapat membentuk bintil akar yang dapat menambat nitrogen. Sedangkan pupuk organik limbah jamur merang 10 ton/ha dapat meningkatkan produksi sesuai dengan kondisi tanah, menggemburkan tanah, memacu pertumbuhan mikroorganisme, serta membantu transportasi unsur hara tanah ke dalam akar tanaman. Menurut Ratna et al, (2019) menyebutkan bahwa ketersediaan hara dan bahan organik sebagai sumber energi mikroba mempengaruhi aktivitas *Rhizobium* dalam menginfeksi akar untuk membentuk bintil akar aktif.

Jumlah Polong (Buah)

Hasil analisa ragam pengaruh pupuk organik limbah jamur merang dan jenis pupuk hayati menunjukkan adanya interaksi terhadap rata-rata jumlah polong per tanaman.

Tabel 8. Rata-rata jumlah polong per tanaman

Perlakuan	Rata-rata jumlah polong (Buah)			
	Pupuk Hayati			
Pupuk organik limbah jamur merang	p ₁ (<i>Azotobacter</i> 20 ml/tanaman)	p ₂ (<i>Azospirillum</i> 20 ml/tanaman)	p ₃ (<i>Rhizobium</i> 5 g/kg)	p ₄ (Formula 100+ 20 ml/tanaman)
m_1 (5 ton/ha)	52,44 b C	86,44 a B	91,11 a B	73,11 b B
m_2 (10 ton/ha)	114,33 a A	74,22 ab B	62,33 b B	61,67 b B
m_3 (15 ton/ha)	108,22 a A	67,22 b B	74,22 b B	103,89 a A
KK (%)	15,60			

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama (huruf besar arah horizontal dan huruf kecil arah vertikal) menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%.

Pada jumlah polong per tanaman perlakuan yang menunjukkan hasil tertinggi yaitu pada perlakuan m_2p_1 (pupuk organik limbah jamur merang 10 ton/ha dan *Azotobacter* 20 ml/tanaman) dengan rata-rata mencapai 114,33 buah, tidak berbeda nyata dengan perlakuan m_3p_1 (pupuk organik limbah jamur merang 15 ton/ha dan *Azotobacter* 20 ml/tanaman) dengan rata-rata sebanyak 108,22 buah dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan m_3p_4 (pupuk organik limbah jamur merang 15 ton/ha dan Formula 100+ 20 ml/tanaman) dengan rata-rata sebanyak 103,89 buah, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini dapat terjadi karena dipengaruhi oleh pemberian pupuk N pada pupuk organik limbah jamur merang dan *Azotobacter*, selain berperan penting untuk pertumbuhan vegetatif tanaman, unsur hara N, P

dan K yang terdapat di perlakuan pupuk organik limbah jamur merang 10 ton/ha juga berperandalam pembentukan polong tanaman. Bangun *et al.*, (2023) menyatakan unsur N pada pupuk organik dan *Azotobacter* berperan dalam membentuk asam nukleat dan protein serta fotosintesis untuk menghasilkan fotosintat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Yoseva *et al.*, (2022) yang menyatakan bahwa fotosintat yang dihasilkan dari proses fotosintesis akan ditranslokasikan ke seluruh bagian tanaman untuk perkembangan biji dan pertumbuhan polong. Pernyataan ini diperkuat oleh Lakitan (1993) dalam (Bangun *et al.*, 2023) bahwa unsur N adalah penyusun protein dan klorofil, klorofil berfungsi untuk pembentukan makanan pada proses fotosintesis sehingga akan mempengaruhi hasil dari pembentukan polong tanaman.

Kemampuan lain yang dimiliki *Azotobacter* selain menambat unsur hara nitrogen, *Azotobacter* memiliki kemampuan untuk mengurangi ketersediaan logam berat didalam tanah (Subardja *et al.*, 2022) dan *Azotobacter* mampu mengubah pergerakan logam berat di dalam tanah agar tidak dapat diserap oleh tanaman (Hindersah, 2022). Pernyataan ini didukung oleh para peneliti yang menyatakan *Azotobacter* relatif tahan terhadap logam berat seperti pb (Miller dan Basler, 2001) dalam (Subardja *et al.*, 2022).

Jumlah Biji (butir)

Hasil analisa ragam pengaruh pupuk organik limbah jamur merang dan jenis pupuk hayati memberikan pengaruh interaksi terhadap rata-rata jumlah biji per tanaman.

Tabel 9. Rata-rata jumlah biji per tanaman

Perlakuan	Rata-rata jumlah biji (Butir)			
	Pupuk Hayati			
Pupuk organik limbah jamur merang	p ₁ (<i>Azotobacter</i> 20 ml/tanaman)	p ₂ (<i>Azospirillum</i> 20 ml/tanaman)	p ₃ (<i>Rhizobium</i> 5 g/kg)	p ₄ (Formula 100+ 20 ml/tanaman)
m ₁ (5 ton/ha)	92,56 c C	157,11 a A	162,22 a A	134,11 a B
m ₂ (10 ton/ha)	254,89 a A	131,22 b B	148,56 a B	144,33 a B
M ₃ (15 ton/ha)	117,33 b AB	134,78 b A	133,44 b A	110,56 b B
KK (%)	11,35			

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama (huruf besar arah horizontal dan huruf kecil arah vertikal) menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%.

Pada jumlah biji per tanaman perlakuan yang menunjukkan hasil tertinggi yaitu pada perlakuan m₂p₁ (pupuk organik limbah jamur merang 10 ton/ha dan *Azotobacter* 20 ml/tanaman) dengan nilai rata-rata mencapai 254,89 butir, tidak berbeda nyata dengan perlakuan m₁p₃ (pupuk organik limbah jamur merang 5 ton/ha dan *Rhizobium*) dengan nilai rata-rata mencapai 162,22 butir dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan m₁p₂ (pupuk organik limbah jamur merang 10 ton/ha dan *Azospirillum* 20 ml/tanaman) dengan nilai rata-rata mencapai 157,11 butir, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini dapat terjadi karena kedua perlakuan tersebut memiliki kandungan unsur hara N yang melimpah, namun menurut Gunawan dan Sabli (2023) menyatakan bahwa pada fase generatif, tanaman akan sangat membutuhkan unsur hara fosfor dan kalium. Unsur P dan K akan mempengaruhi pembentukan biji dan polong pada tanaman. Selain efek dari *Azotobacter* yang mampu menyediakan unsur hara N yang melimpah, pupuk organik limbah jamur merang juga dinilai mampu memberikan peningkatan pada pertumbuhan dan hasil panen tanaman kedelai melalui unsur P dan K yang dimiliki oleh pupuk organik limbah jamur merang. Hal ini sesuai dengan

pernyataan Dobermann dan Fairhurst (2000) dalam (Cinta et al., 2022) menyatakan bahwa unsur Phospat (P) berfungsi untuk memacu maupun meningkatkan hasil dari perkembangan akar, jumlah cabang, awal pembungaan maupun pemasakan. Unsur Kalium (K) berfungsi untuk merangsang kesuburan jumlah polong per tanaman, persentase polong isi, dan bobot biji.

Azotobacter berperan dalam penyediaan unsur hara N, Toago et al, (2017) menyatakan *Azotobacter* memiliki kemampuan dalam meningkatkan maupun memperbaiki kandungan unsur nitrogen dalam tanah. Selain itu juga mampu menghasilkan substansi zat pemacu tumbuh yang dapat memacu pertumbuhan tanaman seperti sitokinin, giberelin, IAA serta unsur nitrogen berguna untuk merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan. Selain itu *Azotobacter* mampu mengurangi efek dari logam berat pada tanah (Subardja et al., 2022), hal ini yang membuat pembentukan biji terlihat cukup optimal.

Bobot Biji Per 100 Butir dan Hasil Bobot Biji

Hasil analisa ragam pengaruh pupuk organik limbah jamur merang dan jenis pupuk hayati tidak menunjukkan adanya interaksi terhadap rata-rata bobot per 100 butir, bobot biji per tanaman dan potensi hasil, namun tidak menunjukkan adanya pengaruh nyata masing-masing faktor.

Tabel 10. Rata-rata bobot biji 100 butir, bobot biji per tanaman dan potensi hasil

Kode	Perlakuan	Bobot Biji per 100 butir (g)	Bobot Biji per tanaman(g)	Hasil (ton/ha)
Limbah Jamur Merang				
m ₁	5 ton/ha	22,82 a	33,16 a	4,15 a
m ₂	10 ton/ha	23,35 a	36,15 a	4,52 a
m ₃	15 ton/ha	22,28 a	31,73 a	3,97 a
Pupuk Hayati				
p ₁	<i>Azotobacter</i> 20 ml/tanaman	22,19 a	31,22 a	3,90 a
p ₂	<i>Azospirillum</i> 20 ml/tanaman	23,02 a	35,10 a	4,39 a
p ₃	<i>Rhizobium</i> 5 g/kg	22,51 a	33,72 a	4,22 a
p ₄	Formula 100+ 20 ml/tanaman	23,53 a	34,67 a	4,33 a
KK (%)		5,87	15,38	15,38

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada DMRT 5%.

Pada bobot biji per 100 butir terlihat bahwa taraf m₂ (pupuk organik limbah jamur merang 10 ton/ha) memberikan nilai tertinggi sebesar 24,68 g dan taraf p₄ jenis (Formula 100+20 ml/tanaman) memberikan nilai tertinggi sebesar 24,86 g, pada bobot biji per tanaman terlihat bahwa taraf m₂ (pupuk organik limbah jamur merang 10 ton/ha) memberikan nilai tertinggi sebesar 43,61 g dan taraf p₂ (jenis *Azospirillum* 20 ml/tanaman) memberikan nilai tertinggi sebesar 44,17 g dan pada potensi hasil terlihat taraf m₂ (pupuk organik limbah jamur merang 10 ton/ha) memberikan nilai tertinggi sebesar 4,52 ton/ha dan taraf p₂ (jenis *Azospirillum* 20 ml/tanaman) memberikan nilai tertinggi sebesar 4,39 ton/ha.

Pada bobot biji per 100 butir, bobot biji per tanaman dan potensi hasil tidak menunjukkan adanya interaksi hal ini diduga karena faktor lingkungan seperti kondisi suhu di lapangan pada fase generatif mencapai rata-rata 36°C. Menurut Sudadi (2003) dalam (Agustini dan Subardja, 2023) menyatakan bahwa faktor lingkungan terutama suhu di sekitar tanaman merupakan faktor yang sangat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman. Suhu

yang dikehendaki tanaman kedelai antara 21-34°C, akan tetapi suhu optimum bagi pertumbuhan tanaman kedelai adalah 23-27°C (Arsyad, 2012) dalam (Agustini dan Subardja, 2023). Selain itu Agustini dan Subardja (2023) menyatakan suhu yang terlalu tinggi mencapai (>30C) juga bisa menekan atau memperlambat proses pengisian polong karena tanaman kedelai merupakan kelompok tanaman C3 yang dapat melakukan fotorespirasi sehingga polong menjadi lebih cepat masak, polong menjadi mudah luruh dan polong isi menjadi hampa. Hal ini tentu akan membuat proses pembentukan bobot biji tidak akan optimal.

Selain disebabkan oleh faktor suhu yang terlalu tinggi, faktor cahaya pada lahan percobaan juga berpengaruh, lama penyinaran yang terjadi pada lahan percobaan sekitar 8 jam per hari. Taufik dan Sundari (2012) dalam (Afidah et al., 2019) menyatakan bahwa lama penyinaran optimal pada tanaman kedelai adalah 10-14 jam per hari.

KESIMPULAN

Terdapat interaksi pupuk organik limbah jamur merang dan jenis pupuk hayati terhadap parameter pengamatan tinggi tanaman umur 14 hst, 21 hst, 28 hst, 35 hst dan 42 hst, diameter batang umur 42 hst, jumlah daun trifoliat umur 21 hst, 28 hst, 35 hst dan 42 hst, panjang akar, bintil akar, jumlah polong dan jumlah biji. Tetapi tidak terdapat interaksi terhadap diameter batang umur 14 hst, 21 hst, 28 hst dan 35 hst, jumlah daun trifoliat umur 14 hst, bobot basah akar, bobot kering akar, bobot biji, bobot biji per 100 butir.

Pengaruh mandiri taraf m² pemberian pupuk organik limbah jamur merang 10 ton/ha memberikan nilai tertinggi pada potensi hasil sebesar 4,52 ton/ha dan pengaruh mandiri taraf p² *Azospirillum* 20 ml/tanaman memberikan nilai tertinggi pada potensi hasil sebesar 4,39 ton/ha.

SARAN

Pemberian limbah jamur merang sebesar 10 ton/ha dan pupuk hayati jenis *Azospirillum* 20 ml/tanaman dapat diaplikasikan dalam usaha meningkatkan produksi kedelai varietas Grobogan serta perlu adanya penelitian lebih lanjut menggunakan perlakuan yang sama namun komoditas yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, R. Y., & Subardja, V. O. (2023). Respon tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill) varietas anjasmoro terhadap pemberian pembenah tanah dan pupuk NPK pada lahan kering masam. *Jurnal Agrotek Indonesia*, 8(1), 19–23. <https://journal.unsika.ac.id/index.php/agrotek/article/view/9030>
- Alqamari, M., Kabeakan, N. T. M. B., Manik, J. R., & Cemda, A. R. (2021). Pelatihan pembuatan pupuk organik dari limbah baglog untuk peningkatan pendapatan pada kelompok tani jamur tiram di Kelurahan Medan Denai Kecamatan Medan Denai. *Ihsan: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(1), 73–81. <https://doi.org/10.30596/ihsan.v3i1.6817>
- Badan Pusat Statistik. (2021). Produksi nasional kedelai tahun 2020-2021. <http://www.bps.go.id>. Diakses pada 24 September 2023.
- Bangun, J. M., Agustini, R. Y., & Muharam, M. (2023). Efek pemberian kombinasi pupuk organik berbasis limbah sludge kertas diperkaya *Azotobacter* dan NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max* L.) varietas nuansa sangabuana. *Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia*, 8(2), 123–130. <https://doi.org/10.32503/hijau.v8i2.4167>

- Cinta, S. T., Widiwurjani., & Augustien K, N. (2023). Respon pupuk N, P, K dan pupuk organik cair pada pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *Jurnal Agrium*, 20(1), 42-50. <https://doi.org/10.29103/agrium.v20i1.10663>
- Endriani, Ghulamahdi, M., & Sulistyono, E. (2017). Pertumbuhan dan hasil kedelai di lahan rawa lebak dengan aplikasi pupuk hayati dan kimia. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 45(3), 263–270. <https://doi.org/10.24831/jai.v45i3.14488>
- Fadila, A. N., Rugayah, Widagdo, S., & Hendaro, K. (2021). Pengaruh dosis pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kailan (*Brassica oleracea* var. Alboglabra) pada pertanaman kedua. *Jurnal Agrotek Tropika*, 9(3), 473–480. <https://doi.org/10.23960/jat.v9i3.5304>
- Garcia, G. S., Lopez, H. E. B., & Hernandez, J. P. (2022). Effect of plant growth-promoting bacteria *Azospirillumbrasilense* on the physiology of radish (*Raphanus sativus* L.) under waterlogging stress. *Agronomy*, 12(3), 1–13. <https://doi.org/10.3390/agronomy12030726>
- Gunawan, E., & Sabli, T. E. (2023). Aplikasi bokashi batang pisang dan NPK mutiara 16:16:16 terhadap pertumbuhan serta produksi tanaman kedelai (*Glycine max* L.). *Jurnal Agroteknologi Agribisnis dan Akuakultur*, 3(2), 1–15. <https://journal.uir.ac.id/index.php/jar/article/download/13963/5489/48265>
- Hodijah, S., Mukarlina., & Rusmiyanto, E. (2023). Pertumbuhan kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) varietas anjasmoro dengan pemberian pupuk organik cair bonggol pisang kepok (*Musa acuminata* L.). *Jurnal Ziraa'ah*, 48(3), 449–456. <https://doi.org/10.31602/zmip.v48i3.11695>
- Koryati, T., Fatimah., & Sojuangan, D. (2022). Peranan *Rhizobium* dalam fiksasi N tanaman legum. *Jurnal Penelitian Bidang Ilmu Pertanian*, 20(3), 8–17. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jpdpb/article/view/20150>
- Kurniawati., Hasyiatun., Karyanto, A., & Rugayah. (2015). Pengaruh Pupuk Organik Cair (POC) terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.). *Jurnal Agrotek Tropika*, 3(1), 30–35. <https://doi.org/10.33059/jupas.v9i2.6491>
- Mandala, M., Rachmawati, A., Sari, P. T., & Indarto. (2021). Populasi bakteri penambat nitrogen pada lahan sub-optimal di Kabupaten Situbondo, Jawa Timur. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 45(2), 15–20. <http://dx.doi.org/10.21082/jti.v45n2.2021.15-22>
- Naim, M. W. A. (2021). Konservasi tanah terhadap lahan terdegradasi melalui pengorganisasian masyarakat Dukuh Gumuk Desa Meriyan Kabupaten Boyolali. *Jurnal Empower: Jurnal Pengembangan Masyarakat Islam*, 6(1), 138-154. <https://syekhnurjati.ac.id/jurnal/index.php/empower/article/view/8108>
- Ni'mah, F., & Yuliani. (2022). Pengaruh Azospirillum sp dan Biochar tongkol jagung terhadap pertumbuhan *Glycine max* L. pada tanah salin. *Jurnal Lentera Bio*, 11(3), 385-394. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/index>
- Noviani, N. W. P., & Rahayu, Y. S. (2022). Pengaruh pemberian *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum* sp. dan mikroorganisme lokal terhadap produktivitas dan pertumbuhan kedelai pada tanah kapur. *Jurnal Lentera Bio*, 11(3), 493–502. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/index%0A493>
- Pangaribuan, D. H., Ginting, Y. C., Saputra, L. P., & Fitri, H. (2017). Aplikasi pupuk organik cair dan pupuk anorganik terhadap pertumbuhan, produksi, dan kualitas pascapanen jagung manis (*Zea mays* var. saccharata Sturt.). *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 8(1), 59–67. <https://doi.org/10.29244/jhi.8.1.59-67>
- Ratnasari, D., Bangun, M. K., & Damanik, R. I. (2018). Respons dua varietas kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill.) pada pemberian pupuk hayati dan NPK majemuk. *Jurnal Online Agroteknologi*, 3(1), 10–27.

- Ratna, S., Nurul, A. S., & Alfajri. (2019). Efektivitas bintil akar kedelai edamame dengan pemberian TKKS di Tailing Pasir pasca tambang timah. *Jurnal Agro*, 6(2), 153–167. <https://doi.org/10.15575/5524>
- Safitri, R. N., Shovitri, M., & Hidayat, H. (2019). Potensi bakteri koleksi sebagai biofertilizer. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 7(2), 2–5. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.37137>
- Saputra, R. A., Jumar., & Hayatullah, M. (2021). Pertumbuhan dan hasil kedelai edamame (*Glycine max* (L.) Merr.) dengan aplikasi pupuk organik guano di tanah tukungan. *Jurnal Ilmiah Bidang Pengelolaan Sumber Daya Alan Dan Lingkungan*, 17(1), 114–121. <https://doi.org/10.20527/es.v17i1.11364>
- Subardja, V. O., Muharam., & Wagyono. (2020). Perbedaan waktu inkubasi pupuk organik diperkaya untuk efisiensi pemupukan anorganik N dan P pada tanaman kedelai. *Agrosaintek Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian*, 4(1), 54–60.
- Subardja, V. O., Hindersah, R., Sudirja, R., & Suryatmana, P. (2022). Effect of *Azotobacter* sp. inoculation on sweet potatoes (*Ipomoea batatas* L.) yield in lead-contaminated soil. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 28(2), 229–237. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20220169731>
- Wahana, S., Herista, M. I. S., & Saleh, I. (2022). Pemanfaatan limbah media jamur merang sebagai pupuk organik tanaman kangkung darat (*Impomea reptans* Poir) untuk mendukung pertanian berkelanjutan. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 10(1), 46–50. <https://doi.org/10.35138/paspalum.v10i>
- Widawati, S., Suliasih., & Saefudin. (2015). Isolasi dan uji efektivitas plant growth promoting rhizobacteria di lahan marginal pada pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merr.) var. Wilis. *Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 1(1), 59-65.