

Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) Akibat Inokulasi Cendawan Mikoriza Arbuskular (CMA) dan Pemupukan Fosfat Alam**Lifta Nuraini^{1*}, Dwi Retno Lukiwati¹, Eny Fuskhah¹**¹Program Studi Agroekoteknologi, Departemen Pertanian, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang

*e-mail : liftanuraini01@gmail.com

ABSTRACT

*Increased productivity of soybean (*Glycine max* L. Merrill) can be done through balanced and integrated fertilization. Rock phosphate and guano are natural sources of phosphorus as an alternative to TSP fertilizer which has the advantage of not having a residual effect. The solubility of phosphorus in natural phosphate is slow to be available. CMA inoculation can be done as an effort to increase the solubility of phosphorus nutrients in natural phosphate. The aim of this study was to examine the response of soybean growth and yield due to CMA inoculation and natural phosphate fertilization, namely rock phosphate and guano. The research was conducted in January 2022 – April 2022 at the Greenhouse of the Faculty of Animal Husbandry and Agriculture, Diponegoro University, Semarang. The study design used a monofactor completely randomized design (CRD) with the treatments being natural phosphate fertilization and CMA inoculation with 6 treatment levels (T1:TSP; T2:BP; T3:Guano; T4:TSP+CMA; T5:BP+CMA; T6:Guano+CMA). The treatment was repeated 8 times, so that 48 experimental units were obtained. The treatment was repeated 8 times, so that 48 experimental units were obtained. The research variables included plant height, number of trifoliate leaves, flowering age, dry weight of straw, number of filled pods, and dry weight of seeds. The data were analyzed by analysis of variance, then if it had a significant effect, it was continued with Duncan's multiple distance test (DMRT) at 5% level. The results showed that CMA inoculation treatment and natural phosphate fertilization could increase plant height, number of leaves, number of filled pods, and dry weight of seeds.*

Keywords: guano, mycorrhizal, phosphate, soybean

ABSTRAK

*Peningkatan produktivitas kedelai (*Glycine max* L. Merrill) dapat dilakukan melalui pemupukan berimbang dan terpadu. Batuan fosfat dan guano salah satu sumber P-alam sebagai alternatif pengganti pupuk TSP yang memiliki keunggulan tidak mempunyai efek residu. Kelarutan unsur hara P pada fosfat alam lambat tersedia. Inokulasi CMA bisa dilakukan sebagai upaya meningkatkan kelarutan unsur hara P pada fosfat alam. Penelitian bertujuan untuk mengkaji respon pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai akibat inokulasi CMA dan pemupukan fosfat alam yaitu batuan fosfat dan guano. Penelitian dilaksanakan bulan Januari 2022 – April 2022 di rumah kaca Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang. Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) monofaktor dengan perlakuan adalah pemupukan fosfat alam dan inokulasi CMA sebanyak 6 taraf perlakuan (T1:TSP; T2:BP; T3:Guano; T4:TSP+CMA; T5:BP+CMA; T6:Guano+CMA). Perlakuan diulang sebanyak 8 kali, sehingga diperoleh 48 unit percobaan. Variabel penelitian meliputi tinggi tanaman, jumlah daun trifoliate, umur berbunga, berat kering jerami, jumlah polong berisi, dan berat kering biji. Data dianalisis dengan analisis ragam, kemudian jika berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (DMRT) taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi CMA dan pemupukan fosfat alam dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah polong berisi, dan berat kering biji.*

Kata kunci: fosfat, guano, kedelai, mikoriza

PENDAHULUAN

Tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill) merupakan tanaman pangan penting di Indonesia setelah padi dan jagung, yang bergizi tinggi dan permintaannya terus meningkat setiap tahun. Permintaan kedelai di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya, dan rata-rata permintaan kedelai per tahun mencapai 2,2 juta ton (Syofiani dan Oktabriana, 2020). Produksi kedelai di Indonesia masih tergolong rendah, sehingga kebutuhan kedelai nasional belum dapat terpenuhi. Produksi kedelai nasional mengalami penurunan tajam dari sebanyak 37,33 % dari tahun 2013 – 2017 yaitu dari 779.992 ton/tahun turun menjadi sebanyak 538.728 ton/tahun (KEMANTAN, 2019).

Produksi tanaman kedelai sangat dipengaruhi oleh ketersediaan hara P tanah. Tanaman kedelai sangat bergantung pada ketersediaan unsur hara dalam tanah, terutama unsur hara fosfor (P). Fosfor berperan dalam penyimpanan dan transfer energi untuk seluruh aktivitas metabolisme tanaman yang dapat menginduksi pertumbuhan akar untuk memanjang dan tumbuh kuat, proses transfer energi, fotosintesis, persinyalan intraseluler dan replikasi serta ekspresi gen, meningkatkan hasil biji-bijian dan mempercepat tahap pematangan buah/biji, pembentukan dan pengisian polong sehingga mempercepat masa panen kedelai serta meningkatkan komponen generatif dan hasil panen (Sunyoto *et al.*, 2019; Zulfikar *et al.*, 2019; Bhantana *et al.*, 2021; Utami *et al.*, 2021; Panataria *et al.*, 2022). Selama ini pemenuhan unsur hara P dengan pemupukan TSP atau SP-36. Penggunaan pupuk fosfor anorganik yang mudah larut dalam air seperti SP-36 dan TSP dibatasi oleh harga pupuk yang relatif mahal dan tidak ramah lingkungan karena adanya residu yang tertinggal dalam tanah (Wijanarko, 2015).

Penggunaan pupuk fosfat alam dapat digunakan untuk mencoba mengatasi permasalahan tersebut. Fosfat alam memiliki peran yang hampir sama dengan pupuk TSP dan SP-36 dengan keunggulan tidak memiliki efek residu dan harga relatif lebih murah, tetapi kelarutannya masih rendah, sehingga

ketersediaan unsur hara P bagi tanaman cenderung lambat (Wijanarko, 2015). Batuan fosfat (BP) merupakan salah satu pupuk fosfat alam yang dapat digunakan sebagai penyedia unsur P bagi tanaman. Batuan fosfat alam berpotensi sebagai alternatif pupuk P anorganik yang cenderung mahal (Basha *et al.*, 2018). Aplikasi pupuk batuan fosfat alam (BFA) pada tanaman kedelai mampu meningkatkan kandungan unsur P dalam tanah namun masih belum mampu melarutkan P yang dapat diserap oleh tanaman (Sunyoto *et al.*, 2019). Hasil biji kedelai yang rendah dikarenakan pupuk BP yang diaplikasikan mempunyai tingkat kelarutan rendah, yang membuat ketersediaan P bagi tanaman terbatas (Anggarani *et al.*, 2020).

Guano merupakan pupuk fosfat alam yang berasal dari kotoran kelelawar yang mampu memperbaiki hara tanah (Roehyat *et al.*, 2020). Pemberian pupuk guano dapat meningkatkan kesuburan tanah melalui perbaikan sifat kimia dan fisik tanah. Pemberian pupuk guano mampu memperbaiki sifat kimia seperti pH, N total, P, K-dd dan kandungan C-organik (Syofiani dan Oktabriana, 2020). Pemberian guano dapat memperbaiki sifat fisika tanah sehingga perakaran tanaman dapat tumbuh dengan baik dan ketersediaan hara tercukupi (Aziz dan Bakar, 2017). Sebagai salah satu pupuk organik, ketersediaan hara fosfor dalam pupuk guano bersifat *slow release* bagi tanaman (Saputra *et al.*, 2021).

Komponen utama pupuk guano adalah unsur hara makro N, P, serta Ca dan komponen unsur lain berupa unsur hara mikro K, Mg, serta S. Pupuk guano memiliki tingkat nitrogen terbesar setelah kotoran merpati, menduduki urutan pertama kadar unsur fosfat dan menduduki urutan terbesar ketiga bersama kotoran sapi perah dalam kadar kalium (Roehyat *et al.*, 2020). Aplikasi pupuk guano pada tanaman kedelai memberi pengaruh terhadap jumlah polong berisi dan diameter tanaman kedelai. Pupuk guano memiliki beberapa unsur mikro seperti Mg dan S serta unsur K, dimana unsur hara K sangat berperan dalam proses pembentukan polong dan polong bernas pada tanaman kedelai (Wahyudin *et al.*, 2017). Pemberian pupuk guano pada tanaman kedelai pada dosis 20 – 25 ton/ha

memberikan hasil pertumbuhan tinggi tanaman kedelai yang optimal yaitu mencapai 113 cm dan juga jumlah polong berisi tanaman yang mencapai 28,5 polong (Syofiani dan Oktabrina, 2020).

Cendawan mikoriza arbuskular (CMA) merupakan cendawan tanah yang mampu bersimbiosis dengan akar tanaman. CMA menghasilkan enzim fosfatase yang dapat melepaskan hara P yang terikat unsur Al dan Fe pada lahan masam, serta Ca pada lahan berkapur sehingga unsur hara lebih tersedia bagi tanaman (Muis *et al.*, 2016). Pemberian mikoriza ke dalam tanah dapat membantu proses penguraian unsur-unsur hara terjerap dalam koloid tanah terutama unsur hara fosfat yang ada di tanah. Hifa eksternal cendawan mikoriza arbuskular mampu menyerap hara fosfat *immobile* dalam tanah, mengubahnya jadi senyawa polifosfat dengan enzim fosfatase, serta dipecah jadi fosfat anorganik sehingga dapat diserap sel tanaman (Malik *et al.*, 2017; Yusrizal *et al.*, 2018; Zulfikar *et al.*, 2019; Barus *et al.*, 2020; Bello, 2021; Meena *et al.*, 2021; Utami *et al.*, 2021).

Inokulasi cendawan mikoriza arbuskular (CMA) dilakukan untuk meningkatkan kelarutan unsur P dalam fosfat alam. Inokulasi CMA pada tanaman kedelai dapat membantu proses penyerapan unsur hara terutama unsur P dan air, dapat memperluas daerah penyerapan akar (Triarta *et al.*, 2019). Pemupukan tanaman kedelai dengan fosfat alam seperti batuan fosfat (BP) dan guano yang disertai inokulasi CMA dapat meningkatkan kelarutan hara P-fosfat alam dalam tanah yang lambat tersedia bagi tanaman (Fatikah *et al.*, 2018). CMA menghasilkan enzim fosfatase yang dapat meningkatkan serapan hara P dari pupuk BP bagi tanaman, serta mengoptimalkan serapan unsur hara lain seperti N, K, Mg dan Ca (Anggarani *et al.*, 2020). Pemupukan tanaman kedelai dengan pupuk guano yang disertai inokulasi *Gigaspora* menghasilkan meningkatkan tinggi tanaman pada umur 30 dan 45 HST yaitu 31,33 cm dan 40,33 cm (Yusrizal *et al.*, 2018).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji respon pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai akibat perlakuan inokulasi CMA dan pemupukan fosfat alam yaitu pupuk batuan fosfat dan pupuk guano.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan dari bulan Januari 2022 – April 2022 di rumah kaca Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah lalu dilanjutkan dengan uji laboratorium di Laboratorium Fisiologi dan Pemuliaan Tanaman Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang.

Materi Penelitian

Materi yang dipakai pada penelitian meliputi bahan dan alat. Bahan berupa konsorsium CMA yang mengandung spora *Glomus etunicatum*, *Glomus manihotis*, *Acaulospora tuberculata*, *Gigaspora margarita*, *Glomus* sp., benih kedelai varietas Dega-1, tanah, urea, TSP, BP, guano, KCl, NaOCl 3%, insektisida, dan bahan kimia lain untuk analisis laboratorium. Alat berupa cangkul, pot plastik 35x40 cm, gembor, *sprayer*, alat tulis, penggaris, ajir, meteran, label, kamera, timbangan analitik.

Metode Penelitian

Penelitian termasuk jenis penelitian eksperimental dengan perlakuan berupa inokulasi CMA dan pemupukan fosfat alam sebanyak 6 taraf T1:TSP; T2:BP; T3:Guano; T4:TSP+CMA; T5:BP+CMA; T6:Guano+CMA). Rancangan lingkungan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) monofaktor dengan ulangan 8 kali, sehingga diperoleh 48 unit percobaan.

Prosedur Penelitian

Persiapan Media Tanam : Tanah sebagai media tanam dibersihkan dari akar ataupun kotoran lain. Tanah dimasukkan dalam plastik pot dan plastik pot dimasukkan dalam plastik kresek kemudian diikat memakai tali rafia serta disterilisasi dengan sterilisasi fisik yaitu sterilisasi uap menggunakan tong dengan cara tanah dikukus selama 8 jam. Tanah yang telah disterilisasi selanjutnya diinkubasi selama seminggu sebelum penanaman.

Sterilisasi Rumah Kaca : Sterilisasi rumah kaca dilakukan seminggu sebelum

penanaman. Sterilisasi rumah kaca dilakukan dengan penyemprotan menggunakan larutan bahan aktif Natrium Hipoklorit atau NaOCl 3% pada seluruh bagian rumah kaca dengan *sprayer*.

Inokulasi konsorsium CMA : Pemberian konsorsium CMA diberikan bersamaan ketika benih hendak ditanam yaitu melapisi benih dengan dosis sebanyak 30 gram/pot plastik. Konsorsium CMA harus mengenai seluruh permukaan benih.

Persiapan Benih dan Penanaman : Benih direndam terlebih dahulu dengan air selama semalaman agar mempercepat perkecambahan. Penanaman benih dilakukan dengan cara ditugal pada kedalaman \pm 5 cm dan diisi sebanyak 5 benih kedelai per *polybag*.

Pemupukan : Kebutuhan dosis pupuk tanaman kedelai yaitu N = 25 kg N/ha; K = 50 kg K₂O/ha dan P = 100 kg P₂O₅/ha. Sehingga, dosis pupuk yang digunakan untuk penelitian ini sebagai berikut: Pupuk guano sebanyak 2,7 ton Guano/ha; Pupuk BP sebanyak 0,4 ton BP/ha; Pupuk TSP sebanyak 217, 39 kg TSP/ha; Pupuk KCl sebanyak 83,33 kg KCl/ha; dan Pupuk urea sebanyak 54,34 kg Urea/ha. Pupuk guano diaplikasikan bersamaan dengan penanaman benih. Pupuk KCl dan urea diaplikasikan pada umur 14 HST. Pupuk BP dan TSP diaplikasikan pada saat tanaman berumur 21 HST.

Pemeliharaan : Pemeliharaan tanaman yang terdiri dari penyiraman, penjarangan, pemasangan ajir, penyiangan gulma dan pengendalian hama penyakit.

Pemanenan : Panen kedelai dilakukan apabila 70% daunnya telah menguning dan rontok, batangnya mulai mengering serta polong kedelai keras dan warnanya menjadi kuning kecoklatan.

Variabel Penelitian

- Tinggi tanaman (cm)* : Tinggi tanaman diukur mulai dari pangkal batang sampai titik tumbuh dengan menggunakan meteran dalam satuan centimeter. Pengamatan tinggi tanaman dilakukan pada saat tanaman berumur 14, 21, 28 dan 35 HST.
- Jumlah daun trifoliolate (helai)* : Jumlah daun trifoliolate dihitung pada saat daun trifoliolate mekar sempurna. Pengamatan daun trifoliolate dilakukan pada saat tanaman berumur 14, 21, 28 dan 35 HST.

- Umur berbunga (HST)* : Umur berbunga diamati pada saat kemunculan bunga pertama kali setelah penanaman.

- Berat Kering Jerami (g)* : Berat kering jerami kedelai dihitung setelah panen. Jerami segar kedelai yang telah bersih dioven pada suhu 70°C selama 24 jam hingga jerami menjadi kering. Jerami kering kemudian ditimbang

- Jumlah polong berisi (polong)* : Jumlah polong berisi dihitung saat panen per tanaman. Kriteria polong berisi adalah polong yang di dalamnya terdapat biji

- Berat kering biji per tanaman (g)* : Berat kering biji per tanaman dihitung setelah biji dioven. Biji dioven pada suhu 70°C selama 24 jam hingga biji menjadi kering. Biji yang kering kemudian ditimbang dengan timbangan analitik.

Analisis Statistik

Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis dengan *Analysis of Varian* (ANOVA) atau uji F. Jika hasil ANOVA memberi pengaruh nyata maka akan dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf uji 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Hasil uji jarak berganda *Duncan* menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan guano + CMA (T6) menghasilkan tinggi tanaman 133,31 cm berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan dengan seluruh perlakuan pemupukan lainnya. Perlakuan pemupukan TSP (T1) menghasilkan tinggi tanaman 112,38 cm tidak berbeda nyata terhadap perlakuan pemupukan BP (T2) 105,25 cm, perlakuan pemupukan guano (T3) 115,56 cm, perlakuan pemupukan TSP + CMA (T4) 122,31 cm dan juga perlakuan pemupukan BP + CMA (T5) 122,25 cm.

Tinggi tanaman kedelai tertinggi dihasilkan oleh perlakuan pemupukan guano + CMA. Hal ini diduga karena pemupukan guano yang disertai dengan inokulasi CMA mampu memenuhi kebutuhan nutrisi hara yang cukup bagi tanaman. Yusrizal *et al.* (2018) menyatakan

bahwa tanaman kedelai yang diberikan pupuk guano bersamaan dengan inokulasi *Gigaspora* memberikan tinggi tanaman tertinggi pada umur 30 dan 45 HST yaitu 31,33 cm dan 40,33 cm. Pupuk guano yang menyediakan banyak bahan organik bagi tanaman, serta beberapa unsur hara mikro yang diperlukan dalam pertumbuhan tanaman. Menurut Saputra *et al.* (2021) bahwa ketersediaan hara guano sebagai pupuk organik,

bersifat *slow release*. Penambahan CMA akan meningkatkan ketersediaan hara guano yang bersifat lambat tersedia, sehingga lebih cepat diserap tanaman. Menurut penelitian Zulfikar *et al.* (2019) dihasilkan bahwa inokulasi mikoriza sebanyak 40 – 60 g/tanaman dapat memberikan hasil tertinggi terhadap tinggi tanaman kedelai pada umur 28 HST.

Tabel 1. Tinggi Tanaman Kedelai dengan Berbagai Inokulasi CMA dan Pemupukan Fosfat Alam

Perlakuan	Tinggi Tanaman
	-----cm-----
T1: TSP	112,38 ^{bc}
T2: BP	105,25 ^c
T3: Guano	115,56 ^{bc}
T4: TSP + CMA	122,31 ^b
T5: BP + CMA	122,25 ^b
T6: Guano + CMA	133,31 ^a

Keterangan : Superskrip berbeda menunjukkan berbeda nyata dengan Uji DMRT 5%.

Tinggi tanaman terendah dihasilkan dari perlakuan pemupukan BP. Hal ini diduga karena sifat pupuk BP yang sukar larut apabila diaplikasikan secara langsung, sehingga kebutuhan hara terutama fosfor belum terpenuhi. Menurut pendapat Yusrizal *et al.* (2018) pemupukan tanaman kedelai dengan BP yang disertai inokulasi *Gigaspora* memberikan tinggi tanaman terendah pada umur 30 dan 45 HST yaitu 27 cm dan 34 cm, dibandingkan dengan tanaman dengan pemupukan guano dan SP-36 disertai inokulasi *Gigaspora*. Perlakuan pemupukan BP + CMA memiliki tinggi tanaman yang nyata lebih tinggi dibandingkan perlakuan BP saja. Hal ini diduga karena inokulasi CMA dapat meningkatkan ketersediaan P dari pupuk BP bagi tanaman kedelai, sehingga tinggi tanaman yang dihasilkan meningkat. Anggarani *et al.* (2020) menjelaskan bahwa CMA akan menghasilkan enzim fosfatase yang mampu meningkatkan serapan unsur hara P dari pupuk BP untuk tanaman kedelai.

Tanaman yang diberi perlakuan pemupukan BP + CMA menghasilkan tinggi tanaman yang jauh lebih tinggi, dibandingkan dengan tanaman yang hanya diberi pemupukan BP. Hal ini diduga karena inokulasi CMA mampu memperluas tingkat jangkauan penyerapan hara oleh akar tanaman, sehingga

serapan P dan unsur hara ikut meningkat. Hal ini didukung dengan pendapat Triarta *et al.* (2019) menyatakan bahwa inokulasi CMA pada kedelai mampu membantu proses penyerapan unsur hara dalam tanah terutama unsur hara P dan air serta dapat memperluas daerah penyerapan akar. Semakin tinggi dosis mikoriza yang diberikan, maka pertumbuhan tinggi tanaman kedelai akan semakin baik. Menurut pendapat Samra *et al.* (2020) inokulasi mikoriza memberi pengaruh terhadap tinggi tanaman kedelai pada umur 21, 28 dan 42, yaitu semakin tinggi dosis mikoriza yang diinokulasikan, maka akan semakin tinggi juga pertumbuhan tanaman kedelai.

Beberapa penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa pemberian mikoriza terbukti memberikan hasil tertinggi pada tinggi tanaman kedelai. Menurut Fatikah *et al.* (2018) inokulasi CMA 30 – 45 g/pot menghasilkan tinggi tanaman kedelai tertinggi yaitu 63,5 – 64,7 cm. Hal ini juga sesuai dengan pendapat Barus *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa pemupukan limbah ampas tahu disertai inokulasi CMA 18 g/pot plastik mampu meningkatkan tinggi tanaman tanaman kedelai. Inokulasi CMA yang disertai juga dengan inokulasi bakteri penambat N, sehingga membentuk simbiosis yang akan berpengaruh terhadap peningkatan serapan hara N dan berujung pada meningkatnya pertumbuhan

pada masa vegetatif. Menurut Prasad *et al.* (2021) inokulasi ganda jamur mikoriza *G. fasciculatum* bersama dengan bakteri *B. japonicum* mampu meningkatkan pertumbuhan tajuk tanaman kedelai.

Jumlah Daun Trifoliolate

Hasil uji jarak berganda *Duncan* menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan guano + CMA (T6) menghasilkan jumlah daun

trifoliolate 12,60 helai berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan dengan seluruh perlakuan pemupukan. Perlakuan pemupukan TSP (T1) menghasilkan jumlah daun trifoliolate 10,44 helai tidak berbeda nyata terhadap perlakuan pemupukan BP (T2) 9,81 helai, perlakuan pemupukan guano (T3) 10,44 helai, perlakuan pemupukan TSP + CMA (T4) 11,06 helai dan perlakuan pemupukan BP + CMA (T5) 10,63 helai.

Tabel 2. Jumlah Daun Trifoliolate Tanaman Kedelai dengan Berbagai Inokulasi CMA dan Pemupukan Fosfat Alam

Perlakuan	Jumlah Daun Trifoliolate -----helai/tanaman-----
T1: TSP	10,44 ^{bc}
T2: BP	9,81 ^c
T3: Guano	10,44 ^{bc}
T4: TSP + CMA	11,06 ^b
T5: BP + CMA	10,63 ^b
T6: Guano + CMA	12,60 ^a

Keterangan : Superskrip berbeda menunjukkan berbeda nyata dengan Uji DMRT 5%.

Jumlah daun trifoliolate tanaman kedelai tertinggi dihasilkan oleh perlakuan pemupukan guano + CMA. Hal ini diduga karena pemupukan guano yang disertai dengan inokulasi CMA menyediakan hara cukup bagi tanaman, serta memperbaiki sifat kimia tanah sehingga jumlah daun yang dihasilkan lebih banyak. Syofiani dan Oktabriana (2020) menyatakan bahwa aplikasi pupuk guano dapat memperbaiki sifat kimia tanah seperti pH tanah, kandungan N total, P, K-dd serta kandungan C-organik lahan tailing bekas tambang emas. Jumlah daun tanaman kedelai terendah dihasilkan dari perlakuan perlakuan BP. Hal ini diduga karena aplikasi BP secara langsung pada tanah meningkatkan kandungan P tanah, tapi belum mampu meningkatkan P tersedia bagi tanaman, sehingga unsur hara P sukar diserap tanaman. Menurut pendapat Sunyoto *et al.* (2019) bahwa aplikasi pupuk BP pada tanaman kedelai masih belum bisa melarutkan ketersediaan P yang mampu diserap oleh tanaman.

Tanaman yang diberi perlakuan pemupukan BP + CMA menghasilkan jumlah daun trifoliolate yang jauh lebih tinggi, dibandingkan dengan tanaman yang hanya diberi pemupukan BP. Hal ini diduga karena CMA

mampu meningkatkan serapan hara bagi dengan adanya perpanjangan hifa eksternal mikoriza, sehingga penyerapan nutrisi yang ditujukan untuk pembentukan daun lebih optimal. Hal ini sesuai dengan pendapat Muis *et al.* (2013) bahwa tanaman kedelai yang diinokulasi CMA memiliki luas permukaan akar jadi lebih besar untuk menyerap hara dalam tanah sehingga jumlah daun juga ikut meningkat, dibandingkan dengan tanaman kedelai tanpa inokulasi mikoriza. Suherman *et al.* (2012) juga menunjukkan bahwa aplikasi jamur mikoriza pada tanaman kedelai sebanyak 8 g/tanaman terbukti memberikan hasil jumlah daun tertinggi.

Umur Berbunga

Hasil uji jarak berganda *Duncan* menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi CMA dan pemupukan fosfat alam tidak berbeda nyata terhadap umur berbunga tanaman kedelai. Perlakuan pemupukan BP + CMA (T5) 26,88 HST menghasilkan umur berbunga berbeda nyata lebih cepat dibandingkan perlakuan pemupukan BP (T2) 27,88 HST.

Pemberian inokulasi CMA dan pemupukan fosfat alam ternyata tidak

memberikan pengaruh nyata terhadap umur berbunga pada penelitian ini. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian Zulfikar *et al.* (2019) dan Barus *et al.* (2020) bahwa aplikasi jamur mikoriza tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap umur berbunga pada tanaman kedelai. Tidak adanya pengaruh yang nyata terhadap

umur berbunga diduga karena umur berbunga tanaman kedelai cenderung dipengaruhi faktor genetik dan varietas yang digunakan. Samra *et al.* (2020) juga menyatakan bahwa pemberian mikoriza sebanyak 5 – 15 g/tanaman tidak memiliki pengaruh nyata terhadap parameter umur berbunga tanaman kedelai.

Tabel 3. Umur Berbunga Tanaman Kedelai dengan Berbagai Inokulasi CMA dan Pemupukan Fosfat Alam

Perlakuan	Umur Berbunga -----HST-----
T1: TSP	27,63 ^{ab}
T2: BP	27,88 ^b
T3: Guano	27,13 ^{ab}
T4: TSP + CMA	27,25 ^{ab}
T5: BP + CMA	26,88 ^a
T6: Guano + CMA	26,75 ^a

Keterangan : Superskrip berbeda menunjukkan berbeda nyata dengan Uji DMRT 5%

Perlakuan pemupukan BP menghasilkan umur berbunga 27,88 HST berbeda nyata lebih lama dibandingkan perlakuan pemupukan guano + CMA yang menghasilkan umur berbunga 26,75 HST. Hal ini diduga karena perlakuan pemupukan BP memiliki kandungan P tersedia yang lebih rendah, sedangkan perlakuan pemupukan guano + CMA memiliki P tersedia paling tinggi. Kandungan P tersedia yang rendah akan menghambat pembungaan pada tanaman kedelai. Utami *et al.* (2021) dan Suyonto *et al.* (2019) menjelaskan bahwa tanaman kedelai yang mengalami defisiensi unsur P akan menyebabkan proses pembungaannya terhambat. Ketersediaan hara yang cukup bagi tanaman kedelai membuat proses fisiologisnya berjalan optimal. Panataria *et al.* (2022) menjelaskan bahwa proses fisiologis yang berjalan baik pada tanaman kedelai dapat mempercepat fase generatif pembungaannya. Umur berbunga dipengaruhi oleh tingkat ketersediaan fosfor yang bisa diserap tanaman, dimana perlakuan CMA mampu meningkatkan P

tersedia bagi tanaman kedelai. Hal ini sesuai dengan pendapat Panataria *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa pemupukan fosfor serta aplikasi cendawan mikoriza pada tanaman kedelai sebanyak 15 g/tanaman terbukti mampu mempercepat umur berbunga tanaman yaitu 36,58 HST.

Berat Kering Jerami

Hasil uji jarak berganda *Duncan* menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan BP (T2) menghasilkan berat kering jerami 1,469 g berbeda nyata lebih rendah dibandingkan perlakuan pemupukan BP + CMA (T5) 2,067 g. Perlakuan pemupukan guano + CMA (T6) menghasilkan berat kering jerami 4,927 g berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan dengan seluruh perlakuan pemupukan. Perlakuan pemupukan TSP (T1) menghasilkan berat kering jerami 2,282 g tidak berbeda nyata terhadap perlakuan pemupukan guano (T3) 2,618 g dan perlakuan pemupukan TSP + CMA (T4) 3,336 g.

Tabel 4. Berat Segar Jerami Tanaman Kedelai dengan Berbagai Inokulasi CMA dan Pemupukan Fosfat Alam

Perlakuan	Berat Segar Jerami -----g/tanaman-----
T1: TSP	2,282 ^c
T2: BP	1,469 ^d
T3: Guano	2,618 ^c

T4: TSP + CMA	3,336 ^c
T5: BP + CMA	2,607 ^b
T6: Guano + CMA	4,259 ^a

Keterangan : Superskrip berbeda menunjukkan berbeda nyata dengan Uji DMRT 5%.

Perlakuan pemupukan BP menghasilkan berat kering jerami berbeda nyata paling rendah, sedangkan perlakuan pemupukan guano + CMA menghasilkan berat kering jerami berbeda nyata paling tinggi diantara semua perlakuan. Hal ini diduga karena perlakuan pemupukan BP belum mampu memenuhi P tersedia bagi tanaman, yang menyebabkan terganggunya metabolisme sehingga pertumbuhan jeraminya kurang optimal. Muis *et al.* (2016) menjelaskan bahwa kadar P pada tanaman mempengaruhi proses metabolisme yang berujung pada peningkatan hasil bobot kering brangkasan tanaman kedelai. Perlakuan pemupukan guano + CMA diduga mampu meningkatkan berat kering tanaman. Sheteiwiy *et al.* (2021) juga menjelaskan bahwa perlakuan pemupukan NPK yang disertai inokulasi CMA terbukti memberikan berat kering jerami tertinggi tanaman kedelai.

Tanaman yang diberi perlakuan pemupukan BP + CMA (T5) menghasilkan berat kering jerami yang jauh lebih tinggi, dibandingkan dengan tanaman yang hanya diberi pemupukan BP (T2). Hal ini diduga karena CMA mampu mengoptimalkan penyerapan hara bagi tanaman, sehingga pertumbuhan jerami berjalan optimal. Hal ini sesuai dengan pendapat Bhantana *et al.* (2021) yang menjelaskan bahwa inokulasi CMA membantu tanaman kedelai menyerap nutrisi dan hara yang bersifat *mobile* atau *immobile* seperti P, NH₄, NO₃, Cu, Zn, dan K. Yusrizal *et al.* (2018) menyatakan bahwa inokulasi *Glomus* dan *Gigaspora* pada tanaman kedelai memberikan hasil bahan kering yang lebih tinggi. Hasil penelitian Barus *et al.* (2020) juga menunjukkan bahwa pemupukan limbah ampas tahu disertai inokulasi CMA 18 g/pot plastik pada tanaman kedelai terbukti memberikan pengaruh nyata pada peningkatan bobot kering jerami. Menurut pendapat Prasad *et*

al. (2021) inokulasi ganda mikoriza *G. fasciculatum* dengan bakteri *B. japonicum* dapat meningkatkan biomassa kering tanaman kedelai.

Jumlah Polong Berisi

Hasil uji jarak berganda Duncan menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan BP (T2) menghasilkan jumlah polong berisi 3,6 polong berbeda lebih rendah dibandingkan seluruh perlakuan pemupukan. Perlakuan pemupukan TSP (T1) menghasilkan jumlah polong berisi 7,3 polong tidak berbeda nyata terhadap perlakuan pemupukan guano (T3) 8,1 polong dan perlakuan pemupukan BP + CMA (T5) 8,7 polong. Perlakuan pemupukan TSP + CMA (T4) menghasilkan jumlah polong berisi 11,0 polong tidak berbeda nyata dengan perlakuan pemupukan guano + CMA (T6) 12,6 polong.

Perlakuan pemupukan pemupukan guano + CMA menghasilkan jumlah polong berisi berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan perlakuan pemupukan BP saja. Hal ini diduga karena perlakuan pemupukan guano + CMA memiliki nutrisi yang telah mencukupi kebutuhan tanaman, sehingga pembentukan polongnya berjalan optimal. Hasil penelitian Fatikah *et al.* (2018) juga memperoleh hal yang sama yaitu pemupukan dengan pupuk BP saja memberikan jumlah polong kedelai terendah, sedangkan pemupukan kedelai dengan pupuk guano yang disertai inokulasi CMA memberikan hasil jumlah polong tertinggi. Hal ini juga sesuai pendapat Syofiani dan Oktabrina (2020) yang menyatakan bahwa inokulasi CMA pada tanaman kedelai sebanyak 15 g/tanaman terbukti memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan jumlah polong berisi tanaman kedelai.

Tabel 5. Jumlah Polong Berisi Tanaman Kedelai dengan Berbagai Inokulasi CMA dan Pemupukan Fosfat Alam

Perlakuan	Jumlah Polong Berisi -----polong/tanaman-----
T1: TSP	7,3 ^c

T2: BP	3,6 ^d
T3: Guano	8,1 ^c
T4: TSP + CMA	11,0 ^{ab}
T5: BP + CMA	8,7 ^{bc}
T6: Guano + CMA	12,6 ^a

Keterangan : Superskrip berbeda menunjukkan berbeda nyata dengan Uji DMRT 5%

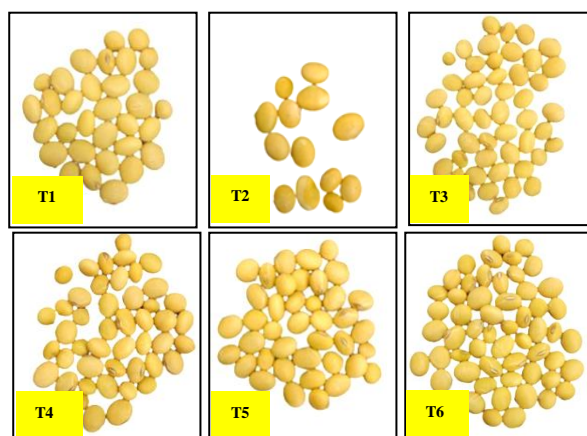
Tanaman yang diberi perlakuan pemupukan BP + CMA (T5) menghasilkan jumlah polong berisi lebih tinggi, dibandingkan dengan tanaman yang hanya diberi pemupukan BP (T2). Hal ini karena inokulasi CMA mampu meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman lebih cepat, sehingga proses metabolismenya berjalan baik dan mendukung pengisian polong kedelai. Hal ini sesuai dengan pendapat Noertjahyani (2017) bahwa aplikasi mikoriza berpengaruh nyata pada jumlah polong kedelai per tanaman dimana semakin tinggi dosis inokulasi maka akan semakin tinggi banyak juga polong yang dihasilkan. Menurut Malik *et al.* (2017) juga menjelaskan bahwa inokulasi CMA mampu meningkatkan produksi jumlah polong per tanaman kedelai pada tanah ultisol. Perlakuan pemupukan BP menghasilkan jumlah polong berisi paling rendah. Namun pupuk BP juga dapat meningkatkan jumlah polong apabila ditambah dengan bahan organik, karena sifat BP yang *slow release*. Menurut hasil penelitian Pristiwanto *et al.* (2017) pemberian pupuk BP 600 kg/ha BP bersamaan dengan penambahan pupuk kandang sebanyak 10 ton/ha pada tanaman kedelai berhasil meningkatkan jumlah polong per tanaman.

Pengisian polong tanaman kedelai sangat dipengaruhi, oleh unsur fosfor. Menurut Muis *et al.* (2016) kadar P tanaman akan mempengaruhi

metabolisme tanaman kedelai dan berujung pada peningkatan jumlah polong berisi tanaman kedelai. Banyaknya jumlah polong berisi akan berpengaruh terhadap berat polong dan berat biji. Menurut pendapat Utami *et al.* (2021) jumlah polong pada tanaman menentukan berat polong basah, berat polong kering dan berat kering biji. Putra *et al.* (2016) dan Panataria *et al.* (2022) juga menyatakan bahwa aplikasi mikoriza mampu mempengaruhi peningkatan jumlah polong tanaman kedelai.

Berat Kering Biji

Hasil uji jarak berganda *Duncan* menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan BP (T2) menghasilkan berat kering biji 0,924 g berbeda nyata lebih rendah dibandingkan seluruh perlakuan pemupukan (T1, T3, T4, T5 dan T6). Perlakuan pemupukan TSP (T1) menghasilkan berat kering biji kedelai 1,978 g tidak berbeda nyata terhadap perlakuan pemupukan guano (T3) 2,159 g, perlakuan pemupukan TSP + CMA (T4) dan perlakuan pemupukan BP + CMA (T5) 2,213 g. Perlakuan pemupukan TSP + CMA (T4) menghasilkan berat kering biji 2,606 g tidak berbeda nyata dengan perlakuan pemupukan guano + CMA (T6) 3,058 g. Hasil biji kedelai dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Biji Kedelai dengan Berbagai Inokulasi CMA dan Pemupukan Fosfat Alam. Keterangan : T1:TSP; T2:BP; T3:Guano; T4:TSP+CMA; T5:BP+CMA; dan T6:Guano+CMA.

Perlakuan pemupukan BP + CMA (T5) menghasilkan berat kering biji berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan perlakuan pemupukan BP (T2). Hal ini diduga berat kering biji dapat ditingkatkan karena mikoriza mampu membantu serapan hara fosfat yang bersifat *immobile* menjadi mudah tersedia bagi tanaman kedelai. Hal ini sesuai dengan pendapat Rengganis *et al.* (2014) bahwa pemberian pupuk rock fosfat sebanyak 100 kg/ha dengan inokulasi CMA pada tanaman kedelai menghasilkan bobot kering biji

per tanaman kedelai tertinggi. Penambahan mikoriza pada pemupukan guano dapat meningkatkan ketersediaan hara lebih banyak bagi tanaman, sehingga dapat digunakan dalam pembentukan biji, semakin banyak mikoriza yang diberikan maka produksi biji akan semakin baik. Hal ini juga sesuai dengan Permanasari *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa aplikasi mikoriza menghasilkan bobot biji kering/tanaman kedelai dan sebanding lurus dengan banyaknya dosis mikoriza yang diberikan.

Tabel 6. Berat Kering Biji per Tanaman Kedelai dengan Berbagai Inokulasi CMA dan Pemupukan Fosfat Alam

Perlakuan	Berat Kering Biji
	-----g-----
T1: TSP	1,978 ^b
T2: BP	0,924 ^c
T3: Guano	2,159 ^b
T4: TSP + CMA	2,606 ^{ab}
T5: BP + CMA	2,213 ^b
T6: Guano + CMA	3,058 ^a

Keterangan : Superskrip berbeda menunjukkan berbeda nyata dengan Uji DMRT 5%

Tanaman yang diberi perlakuan pemupukan guano + CMA (T6) menghasilkan berat kering lebih tinggi, dibandingkan dengan tanaman yang hanya diberi perlakuan pemupukan guano (T3). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Zulfikar *et al.* (2019) bahwa inokulasi mikoriza menghasilkan berat kering biji kedelai tertinggi. Utami *et al.* (2021) juga menyatakan bahwa pemberian mikoriza 20 g/tanaman memberi hasil tertinggi pada berat kering biji kedelai. Panataria *et al.* (2022) juga menyatakan bahwa inokulasi mikoriza 15 g/tanaman menghasilkan bobot kering 100 butir biji tertinggi kedelai. Peningkatan berat kering biji ini diduga karena mikoriza mampu menyerap lebih banyak hara fosfor melalui hifa eksternalnya dan mengubahnya menjadi fosfor yang bisa diserap tanaman. Meena *et al.* (2021) menjelaskan bahwa hifa eksternal mikoriza dapat menyerap hara fosfat *immobile* di tanah dan diubah menjadi polifosfat dengan bantuan enzim fosfatase, kemudian dipecah menjadi fosfat anorganik sehingga lebih mudah diserap sel tanaman

Perlakuan pemupukan guano disertai inokulasi CMA memberikan hasil tertinggi terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun trifoliolate tanaman kedelai, sedangkan perlakuan pemupukan BP memberikan hasil terendah terhadap tinggi tanaman, jumlah daun trifoliolate, berat kering jerami, jumlah polong berisi dan berat kering biji.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada *Elemenesia Foundation* yang telah memberikan bantuan biaya penelitian kepada penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeyemi, N. O., Atayese. M. O., Sakariyawo O. S., & Azeez. J. O. (2021). Mycorrhizal growth and phosphorus responses of tropical soybean (*Glycine max* L.) cultivars differ with arbuscular mycorrhizal fungi isolates and phosphorus application rates in a derived-savanna zone of Nigeria. *Journal of Plant Nutrition*, 1-17.
DOI:https://doi.org/10.1080/01904167.202

KESIMPULAN

- 1.1994593
 Amani, M., Javanmard. A., Morshedloo. M. R., Janmohammadi. M., & Maggi. F. (2021). *Funneliformis mosseae* application improves the oil quantity and quality and eco-physiological characteristics of soybean (*Glycine max* L.) under water stress conditions. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21(4), 3076-3090.
 DOI:https://doi.org/10.1007/s42729-021-00590-1
- Anggarani, A. R., Lukiwati. D. R., & Wulandari. D. 2020. Produksi dan nutrisi kedelai dengan inokulasi ganda (cendawan mikoriza arbuskular + *Bradyrhizobium japonicum*) dan pemupukan fosfat. *J. Agro Complex*, 4(1), 16-22.
 DOI:https://doi.org/10.14710/joac.4.1.16-22
- Azis, A. dan B. A. Bakar. 2017. Kajian efisiensi pemupukan fosfat (guano) pada tanaman kedelai di lahan sawah Provinsi Aceh. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. pp: 111.
- Barus, W. A., Bambang. S. A. S., & Permadi. B. (2020). Pertumbuhan dan hasil kedelai dengan aplikasi limbah tofu dan mikoriza arbuskular pada tanah masam. *Agrotechnology Research Journal*, 3(2), 107-114.
- Basha, I. J., A. K. Singh., A. Engrala, dan R. C. Gupta. 2018. Evaluation of Udaipur rock phosphate as phosphorus fertilizer in soybean (*Glycine max* L. Merrill) grown on acid upland soils of Nagaland. *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 66(1), 83-88.
 DOI:https://doi.org/10.5958/0974-0228.2018.00009.9
- Basri, A, H, H. (2018). Kajian peranan mikoriza dalam bidang pertanian. *J. Agrica Ekstensia*, 12(2), 74-78.
- Bello, S. K. (2021). An overview of the morphological, genetic and metabolic mechanisms regulating phosphorus efficiency via root traits in soybean. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21(2), 1013-1029.
 DOI:https://doi.org/10.1007/s42729-021-00418-y
- Bhantana, P., Rana. M. S., Sun. X. C., Moussa. M. G., Saleem. M. H., Syaifudin. M., ... & Hu. C. X. (2021). Arbuscular mycorrhizal fungi and its major role in plant growth, zinc nutrition, phosphorous regulation and phytoremediation. *Symbiosis*, 84(1), 19-37.
 DOI:https://doi.org/10.1007/s13199-021-00756-6
- Cahyono, O & Minardi. S. (2022). Pengaruh pupuk fosfor larut cepat terhadap pertumbuhan, produk benih, dan efisiensi serapan fosfor tanaman kedelai (*Glycine max* L.). *J. Ilmu Pertanian AGRIVITA*, 44(1), 21-30.
 DOI:http://doi.org/10.17503/agrivita.v44i1.3002
- Dowarah, B., Gill. S. S., & Agarwala. N. (2021). Arbuscular mycorrhizal fungi in conferring tolerance to biotic stresses in plants. *Journal of Plant Growth Regulation*, 1-16.
 DOI:https://doi.org/10.1007/s00344-021-10392-5
- Fatikah, I., Lukiwati. D. R. & Kristanto. B. A. (2018). Pengaruh inokulasi cendawan mikoriza arbuskular (CMA) dan pemupukan fosfat terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *J. Agro Complex*, 2(3), 206-212.
 DOI:https://doi.org/10.14710/joac.2.3.206-212
- Igiehon, N. O. & Babalola. O. O. (2017). Biofertilizers and sustainable agriculture: exploring arbuscular mycorrhizal fungi. *Applied microbiology and biotechnology*, 101(12), 4871 – 4881.
 DOI:https://doi.org/10.1007/s00253-017-8344-z
- Igiehon, N. O., Babalola. O. .O., Cheseto. X., & Torto. B. (2021). Effects of rhizobia and arbuscular mycorrhizal fungi on yield, size distribution and fatty acid of soybean seeds grown under drought stress. *Microbiological Research*, 242, 126640.
 DOI:https://doi.org/10.1016/j.micres.2020.126
- Kementerian Pertanian (KEMENTAN). (2019). Statistik Pertanian 2019. Pusat data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Republik Indonesia, Jakarta.
- Malik, M., Hidayat. K. F., Yusraini. S., & Rini.

- M. V. 2017. Pengaruh aplikasi fungi mikoriza arbuskula terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill) pada Ultisol. *J. Agrotek Tropika*, 5(2), 63-67.
- Meena, R. S., Vijayakumar. V., Yadav. G. S., & Mitran. T. (2018). Response and interaction of Bradyrhizobium japonicum and arbuscular mycorrhizal fungi in the soybean rhizosphere. *Plant Growth Regulation*, 84(2), 207-223.
DOI:https://doi.org/10.1007/s10725-017-0334-8
- Muis, A., Indradewa. D., & Widada, J. 2013. Pengaruh inokulasi mikoriza arbuskula terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) pada berbagai interval penyiraman. *J. Vegetalika*, 2(2), 7-20.
DOI:https://doi.org/10.22146/veg.2411
- Muis, R., Ghulamahdi. M, Melati. M, Purwono. P, & Mansur. I. 2016. Kompatibilitas fungi mikoriza arbuskular dengan tanaman kedelai pada budidaya jenuh air. *J. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 35(3), 229-238.
- Noertjahyani, N. 2017. Respon pertumbuhan kolonisasi mikoriza dan hasil tanaman kedelai sebagai akibat dari takaran kompos dan mikoriza arbuskula. *J. Paspalum*, 1(1), 47-60.
DOI:http://dx.doi.org/10.35138/paspalum.v1i1.42
- Panataria, L. R., Sitorus. E., Saragih. M., & Sitorus. J. (2022). Pengaruh aplikasi pupuk hayati mikoriza dan pupuk fosfor terhadap produksi tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill). *J. Agrotek Ummat*, 9(1), 35-42.
DOI:https://doi.org/10.1007/s10725-017-0334-8
- Permanasari, I., Dewi. K., Irfan. M., & Arminudin. A. T. (2016). Peningkatan efisiensi pupuk fosfat melalui aplikasi mikoriza pada kedelai. *J. Agroteknologi*, 6(2), 23-30.
DOI:http://dx.doi.org/10.31764/jau.v9i1.7043
- Prasad, K. (2021). Effect of dual inoculation of arbuscular mycorrhiza fungus and cultivar specific *Bradyrhizobium Japonicum* on the growth, yield, chlorophyll, nitrogen and phosphorus contents of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill.) grown on alluvial soil. *Journal of Innovation in Applied Research*, 4(1), 1-12.
- Pristiwanto, A. A. D., Nugroho. A., & Guritno. B. (2018). Pengaruh dosis pupuk fosfat alam dan aplikasi bahan organik terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *J. Produksi Tanaman*, 5(9), 1490-1496.
- Putra, R. R., Syafruddin. S., & Jumini. J. (2016). Produksi mutu benih beberapa varietas kedelai lokal Aceh (*Glycine max* (L.) Merr.) dengan pemberian dosis mikoriza yang berbeda pada tanah entisol. *J. Kawista Agroteknologi*, 1(1), 37-44.
- Qin, J., Wang. H., Cao. H., Chen. K., & Wang. X. (2020). Combined effects of phosphorus and magnesium on mycorrhizal symbiosis through altering metabolism and transport of photosynthates in soybean. *Mycorrhiza*, 30(2), 285-298.
DOI:https://doi.org/10.1007/s00572-020-00955-x
- Rengganis, R. D., Hasanah. Y., & Rahmawati. (2014). Peran fungi mikoriza arbuskula dan pupuk rock fosfat terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *J. Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 2(3), 1087-1093.
DOI:https://doi.org/10.32374/jaet.v2i3.7466
- Rochyat, E. A., E. Rahmawati. dan R. R. Lohim. 2020. Pengaruh pemberian pupuk kotoran kelelawar (guano) terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai (*Glycine max* L.). *J. Magrobis*. 20 (2) : 196 – 202.
- Samra, T. R., Syamsuddin. S., & Syafruddin. S. 2020. Pengaruh dosis mikoriza jenis *Glomus mossae* terhadap pertumbuhan dan hasil beberapa varietas kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *J. Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 5(2), 111-120.
DOI:https://doi.org/10.17969/jimfp.v5i2.15032
- Saputra, R. A., Jumar. J., & Hayatullah. M. 2021. Pertumbuhan dan hasil kedelai edamame (*Glycine max* (L.) Merr.) dengan aplikasi pupuk organik guano di tanah tukungan. *J. EnviroScientiae*, 17 (1), 114-121.
DOI:http://dx.doi.org/10.20527/es.v17i1.11364
- Sheteiwy, M. S., Ali. D. F. I., Xiong. Y. C., M. Brestic. M., Skalicky. M, Hamoud. Y. A.,

- ... & Ahmed. M. 2021. Physiological and biochemical responses of soybean plants inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi and *Bradyrhizobium* under drought stress. *BMC plant biology*, 21 (1), 1-21. DOI:https://doi.org/10.1186/s12870-021-02949-z
- Suherman, S., Rahim. I, & Akib. A. (2012). Aplikasi mikoriza vesikular arbuskular terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill). *J. Galung Tropika*, 1(1), 1-6. DOI:https://doi.org/10.31850/jgt.v1i1.29
- Sukmawati., Wayan. W. & Tejowulan. R. S. (2014). Pengaruh pemberian pupuk organik, inokulasi mikoriza dan varietas kedelai terhadap perbaikan kualitas tanah dan serapan hara. *J. Agroteksos*, 24(3), 173-177.
- Sunyoto, S., Rahmadita. G., Yusnaini S., & Hidayat. K. F. (2019). Pengaruh dosis batuan fosfat alam (BFA) yang telah diasidulasi dengan limbah cair tahu terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai (*Glycine max* L.). *J. Agrotek Tropika*, 7(3), 469-477. DOI:http://dx.doi.org/10.23960/jat.v7i3.3551
- Syofiani, R. & G. S. Oktabrina. 2020. Respon pupuk guano dan mikoriza dalam memperbaiki sifat kimia dan hasil kedelai pada tailing tambang emas di Kabupaten Sijunjung. *J. Agrium Unimal*, 17(2), 94-101. DOI:https://doi.org/10.29103/agrium.v17i2.2853
- Triarta, N. A., Proborini. M. W., & Hardini. J. 2019. Peranan CMA *Glomus* sp. dan pupuk anorganik terhadap produktivitas tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) var. lokal Bali. *J. Mikologi Indonesia*, 3(2), 84-94. DOI:http://doi.org/10.46638/jmi.v3i2.60
- Utami, C. D., Herlinawati., & Rosdiana. E. 2021. Aplikasi pupuk hayati mikoriza dan beberapa jenis pupuk hijau terhadap hasil tanaman kedelai (*Glycine max* L.). *J. Agriland*, 9(3), 115-123. DOI:https://doi.org/10.30743/agr.v9i3.4973
- Wahyudin, A., F. Y. Wicaksono., A. W. Irwan., R. Ruminta, dan R. Fitriani. 2017. Respon tanaman kedelai (*Glycine max*) varietas Wilis akibat pemberian berbagai dosis pupuk N, P, K, dan pupuk guano pada tanah Inceptisol Jatinangor. *J. Kultivasi*. 16 (2) : 333 – 339. DOI:https://doi.org/10.24198/kultivasi.v16i2.13223
- Wijanarko, A. 2015. Keunggulan penggunaan fosfat alam pada pertanaman kedelai di lahan kering masam. *J. Iptek Tanaman Pangan*, 10(2), 47-56.
- Yusrizal, Y., Muyassir. M., & Syafruddin. S. 2018. Optimalisasi tanah kritis dengan mikoriza dan fosfat untuk peningkatan pertumbuhan dan serapan hara kedelai. *J. Agrotek Lestari*, 4(1), 100-112. DOI:https://doi.org/10.35308/jal.v4i1.641
- Zulfikar, Z., Eliyani. E., & Nazari. A. P. D. 2019. Aplikasi mikoriza pada tanah lahan reklamasi tambang batubara terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill). *J. Agrifor*, 18(2), 395-404. DOI:https://doi.org/10.31293/af.v18i2.4357