

RESPON KEDELAI HITAM (*Glycine max* (L) MERRIL) DENGAN INOKULASI MIKORIZA PADA BERBAGAI TARAF PEMUPUKAN ANORGANIK DI TANAH REGOSOL BOYOLALI

Dwi Suci Lestariana¹, Margaretha Praba Aulia²
¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian,
Universitas Boyolali

² Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian,
Universitas Boyolali

Korespondensi: Universitas Boyolali,

E-mail : dwisuci@uby.ac.id

Abstrak

Kedelai hitam merupakan tanaman semusim sebagai bahan baku pangan fungsional seperti kecap, yang masih jarang dibudidayakan oleh masyarakat. Petani di Boyolali saat rotasi tanaman di musim kemarau lebih banyak yang menanam jagung dibandingkan kedelai sehingga produksi kedelai di Boyolali lebih rendah dibandingkan jagung. Tantangan budidaya kedelai di Boyolali adalah sebagian besar tanah termasuk jenis regosol yang mempunyai produktivitas rendah karena faktor pembatas dari sifat fisika, kimia, dan biologi tanah. Untuk memperbaiki kondisi tersebut, petani dapat melakukan perbaikan teknik budidaya dengan melakukan aplikasi pupuk hayati seperti mikoriza.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon kedelai hitam dilihat dari parameter pertumbuhan kedelai hitam, hasil kedelai hitam, dan infektivitas mikoriza pada tanah regosol dengan inokulasi mikoriza, pemberian pupuk anorganik NPK dengan berbagai variasi dosis, maupun kombinasi keduanya.

Penelitian ini disusun secara faktorial dengan 2 faktor pelakuan, faktor pertama yaitu inokulasi mikoriza yang terdiri dari 2 taraf yaitu M0 (tanpa inokulasi) dan M1 (diinokulasi) dan faktor kedua yaitu aplikasi pupuk anorganik yang terdiri dari 4 taraf yaitu A0 (kontrol)

A1 (100% dosis rekomendasi), A2 (75% dosis rekomendasi), A3 (50% dosis rekomendasi), A4 (25% dosis rekomendasi) sehingga didapatkan 10 kombinasi perlakuan dan masing-masing perlakuan diulang 3 kali. Hasil yang diperoleh kemudian dianalisis dengan analisis sidik ragam pada taraf 5% jika hasilnya berbeda nyata dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Rate Test (DMRT) pada taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan M0A3 mempunyai kecenderungan memberikan hasil yang tinggi pada parameter pertumbuhan kedelai hitam, perlakuan M0A4 mempunyai kecenderungan memberikan hasil yang tinggi untuk parameter hasil kedelai hitam, dan terjadinya kompatibilitas antara rhizobium dan mikoriza sehingga mempengaruhi tingkat infektivitas mikoriza dan mampu meningkatkan serapan N dan P pada jaringan kedelai hitam.

Kata Kunci : kedelai hitam, mikoriza, rhizobium, pupuk anorganik, regosol

BLACK SOYBEAN RESPONSE (Glycine max (L) MERRIL) WITH MYCORRHIZA INOCULATION IN VARIOUS INORGANIC FERTILIZING IN REGOSOLS, BOYOLALI

Abstract

Black soybeans are seasonal crops as functional food such as soy sauce, which is still rarely cultivated by the farmer in Boyolali. Farmers in Boyolali during crop rotation in the dry season planted more corn than soybeans so that soybean production in Boyolali was lower than corn. The challenge of soybean cultivation in Boyolali is that most of the soils are regosols which have low productivity due to the limiting factors of soil physical, chemical and biological characteristics. To improve these conditions, farmers can improve their cultivation techniques by applying biological fertilizers such as mycorrhiza.

This study aims to determine the response of black soybeans seen from the parameters of the growth of black soybeans, black soybean yields, and mycorrhizal infectivity in regosol soils with mycorrhizal

inoculation, various dosage of NPK inorganic fertilizer application, and as well as a combination of both.

This research was arranged in factorial with 2 treatment factors, the first factor was mycorrhizal inoculation consisting of 2 levels; M0 (without inoculation) and M1 (inoculated) and the second factor was the application of inorganic fertilizers consisting of 4 levels; A0 (control), A1 (100% recommended dose), A2 (75% recommended dose), A3 (50% recommended dose), A4 (25% recommended dose) so there were 10 treatment combinations and each treatment is repeated 3 times. The results analyzed by analysis of variance at the 5% level if the results were significantly different continued by the Duncan Multiple Rate Test (DMRT) at the 5% level.

The results showed that the M0A3 treatment had a tendency to give high value on the growth parameters of black soybeans, the M0A4 treatment had a tendency to give high value for the black soybean yield parameters, and there was compatibility between rhizobium and mycorrhiza thus affecting the level of mycorrhizal infectivity and was able to increase N and P uptake in black soybean tissue.

Key words: black soybean, mycorrhiza, rhizobium, inorganic fertilizer, regosols

PENDAHULUAN

Dalam suatu sistem pertanian yang menekankan pada sistem pertanian berkelanjutan rotasi tanaman menjadi suatu upaya alternatif untuk menjaga tingkat produktivitas lahan serta memutus siklus hama dan penyakit tanaman. Pada prakteknya sebagian besar petani Boyolali melakukan praktek rotasi tanaman dengan menanam jagung setelah panen padi. Data menunjukkan bahwa luas panen jagung di Boyolali mencapai 24,466 Ha, produksi mencapai 109,431 ton, dan produktivitas sebesar 41,35 Kuintal/Ha, sedangkan untuk kedelai hanya mempunyai luas panen 3.531 Ha, produksi mencapai 5.062 ton, dan produktivitas sebesar 14,34 Kuintal/Ha (BPS, 2015).

Berbagai pertimbangan untuk memutuskan kedelai sebagai tanaman rotasi pengganti padi antara lain (1) konsumsi masyarakat Indonesia yang tinggi akan berbagai macam bahan pangan olahan kedelai, (2) semakin banyak diversifikasi pangan berbahan dasar kedelai hitam seperti kecap manis dan miso, karena kedelai hitam kaya akan

kandungan isoflavon, tinggi kandungan serat, protein, antosianin, membantu sirkulasi darah dan mencegah gangguan kardiovaskular (3) kedelai sebagai tanaman palawija mempunyai karakter tidak membutuhkan air yang terlalu banyak sebagaimana padi, sehingga kedelai bisa digunakan sebagai komoditi untuk rotasi tanaman pengganti padi pada saat kebutuhan air untuk irigasi terbatas.

Tantangan dalam budidaya kedelai hitam di Boyolali adalah sebagian besar tanah di Boyolali termasuk jenis regosol yang mempunyai pembatas yaitu di sifat fisik. Pembatas fisik regosol yaitu regosol mempunyai tekstur butiran kasar sehingga menyebabkan air mudah lolos atau daya tahan air rendah serta tanah belum mampu membentuk agregat. Hal ini menyebabkan tingkat produktivitas tanah regosol rendah sehingga diperlukan perbaikan secara fisika, kimia, dan biologi.

Usaha untuk memperbaiki sifat fisika tanah antara lain menggunakan bahan pembenah tanah berupa pupuk organik dan pupuk hayati. Aplikasi bahan pembenah tanah organik lebih direkomendasikan dalam manajemen pengelolaan lahan dibandingkan pupuk kimia (Eusufzai dan Fujii, 2012). Hal ini karena pertumbuhan tanaman dan aktivitas biologi tanah sangat didukung oleh sifat fisika dan sifat kimia tanah yang kedua sifat ini tergantung dari kuantitas dan kualitas bahan organik di dalam tanah (Mulumba dan Rattan, 2008) .

Pupuk hayati bisa berasal dari Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA). Beberapa fungsi mikoriza antara lain mikoriza dapat memperbaiki struktur tanah (Tim Sintesis Kebijakan, 2008), meningkatkan agregasi tanah (Leiftheit et al, 2008), meningkatkan serapan fosfor (Abdel-Fattah et al, 2014) dengan meningkatkan aktivitas enzim phospatase, mempengaruhi tanaman dalam hubungannya dengan serapan air dan respon terhadap kekeringan (Mar Vazquez, 2000).

Tujuan penelitian ini untuk mempelajari tanggapan kedelai hitam dilihat dari parameter pertumbuhan kedelai hitam, hasil kedelai hitam, dan efektivitas mikroba pada tanah regosol dengan adanya aplikasi pupuk hayati mikoriza, pemberian pupuk anorganik NPK dengan berbagai variasi dosis, maupun kombinasi keduanya.

METODE

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tahun 2019 di tanah regosol Desa Winong Kecamatan Boyolali, Kabupaten Boyolali.

B. Bahan dan Alat

1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kedelai hitam varietas Detam 4 Prida dari Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (BALITKABI) Malang, inokulum *Rhizobium japonicum*, inokulum mikoriza arbuskular dari, pupuk kandang sapi, kompos jerami, dan pupuk Urea-SP36-KCl.

2. Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain alat-alat bercocok tanam, alat-alat laboratorium, dan alat tulis.

C. Tata Laksana Penelitian

1. Rancangan Penelitian

Penelitian dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap yang disusun secara faktorial.

Faktor pertama adalah perlakuan inokulasi mikorhiza yang terdiri dari dua taraf yaitu

M0: tanpa inokulasi mikoriza

M1: inokulasi mikoriza.

Faktor kedua adalah dosis Urea-SP 36-KCl dengan empat taraf yaitu:

A0: tanpa Urea-SP36-KCl; A1: 100% dosis anjuran Urea-SP36-KCl; A2: 75 % dosis anjuran Urea-SP36-KCl; A3: 50% dosis anjuran Urea-SP36-KCl; A4:25% dosis anjuran Urea-SP36-KCl

Didapatkan 10 kombinasi perlakuan dan tiap perlakuan diulang 3 kali, sehingga terdapat 30 petak percobaan.

2. Pelaksanaan Penelitian

a. Analisis tanah dan pengolahan tanah

Analisis tanah dilakukan sebelum pengolahan tanah dan sesudah panen. Parameter untuk analisa di laboratorium antara lain pH tanah, C organik tanah, N total dan P tersedia.

Pengolahan tanah dilakukan 2 minggu sebelum tanam, lahan yang akan digunakan dibersihkan dari gulma, dan dibuat petakan-petakan dengan ukuran tiap petak 4 m x 4 m.

- b. Analisis pupuk kandang sapi dengan pengaya kompos jerami.

Parameter yang diuji dalam analisis ini antara lain, C organik, N total, P tersedia, K tertukar, dan C/N rasio.

Aplikasi bahan organik ini diberikan setelah pengolahan tanah dan 2 minggu sebelum benih ditanam, disebar secara merata pada petak perlakuan.

- c. Pemberian pupuk dasar sesuai perlakuan

Dosis rekomendasi berupa pupuk Urea-SP36-dan KCl sebesar 50 kgHa-1 Urea-75 kgHa-1 SP36-50kgHa-1 KCl. Pupuk diberikan sesuai perlakuan, sebagai pupuk dasar bersamaan tanam benih, disebar merata di setiap lubang tanam.

- d. Penanaman dengan inokulasi rhizobium dan mikoriza arbuskular

- e. Penyulaman dan penjarangan

- f. Penyiangan

- g. Penyiraman

- h. Pengendalian HPT

- i. Pemanenan hasil

Pemanenan hasil pada fase generatif dilakukan pada saat tanaman kurang lebih berumur 76 HST (UPBPTH, 2014).

3. Variabel pengamatan

Parameter pertumbuhan vegetatif diamati saat fase vegetatif maksimum antara lain:

- a. Tinggi tanaman

- b. Luas daun (Sitompul dan Guritno, 1995)

- c. Berat biomassa kering tanaman (gram)

- d. Harga Satuan Daun (HSD) (Sitompul dan Guritno, 1995)

- e. Serapan hara N dan P tanaman

Pengamatan pada saat panen (hasil) kedelai antara lain:

- f. Berat 100 biji (gram)

- g. Persentase polong isi tiap tanaman

- h. Persentase infeksi mikoriza (%) (Setiadi dan Setiawan, 2011)

- i. Perhitungan spora atau kepadatan spora mikoriza dihitung dengan merasionalkan jumlah spora setiap gram sampel tanah.

- j. Analisis protein kedelai

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil penelitian merupakan data hasil olah statistik dari hasil penelitian yang dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu hasil penelitian pada saat fase vegetatif maksimum, hasil penelitian pada saat fase generatif, dan infektifitas mikoriza.

Tabel 1 Hasil sidik ragam pengaruh inokulasi mikoriza dan dosis pupuk anorganik terhadap parameter pertumbuhan (vegetatif maksimum) kedelai hitam.

No	Variabel pengamatan	Dosis Pupuk Anorganik (A)	Mikoriza (M)	Interaksi Perlakuan (M*A)
	Tinggi			
1	tanaman	ns	ns	ns
2	Luas daun bobot biomass	ns	ns	*
3	tanaman	ns	ns	ns
	Harga satuan			
4	daun	ns	ns	ns
5	Panjang akar	ns	ns	ns

Keterangan: Hasil analisa sidik ragam pada P value 5%

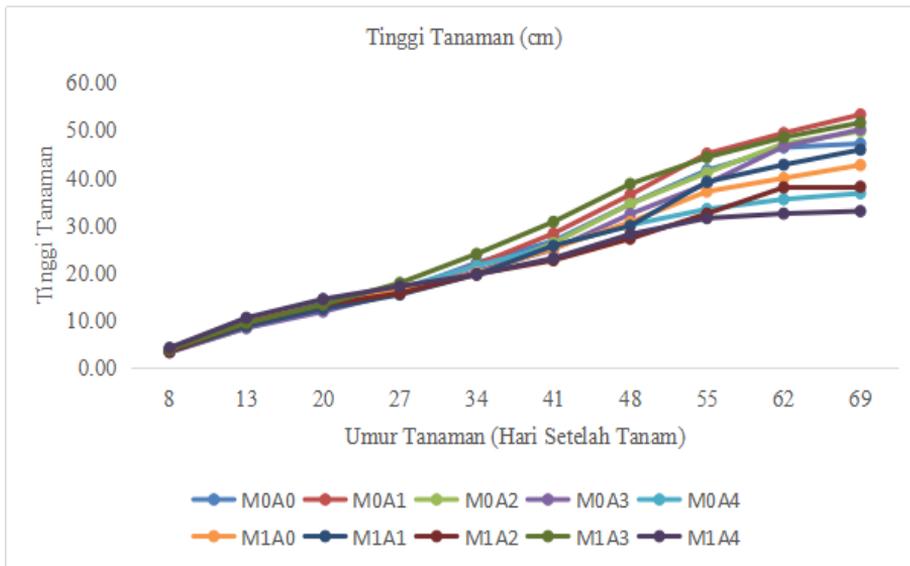
ns: tidak berpengaruh nyata

*: berpengaruh nyata

Fase vegetatif maksimum adalah fase di mana 10% populasi kedelai hitam telah memasuki masa berbunga. Berdasarkan tabel 1 dapat kita ketahui bahwa terjadi interaksi antara inokulasi mikoriza dan dosis pupuk anorganik luas daun tanaman, sedangkan inokulasi mikoriza, pemberian dosis pupuk anorganik, atau interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata pada parameter tinggi tanaman, bobot biomass tanaman, harga satuan daun, dan panjang akar.

Tinggi tanaman

Pengamatan tinggi tanaman dilakukan setiap satu minggu sekali. Hasil analisis sidik ragam menyatakan bahwa inokulasi mikoriza, dosis pupuk anorganik, maupun interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Pengamatan tinggi tanaman ditampilkan dalam grafik pertumbuhan tanaman.

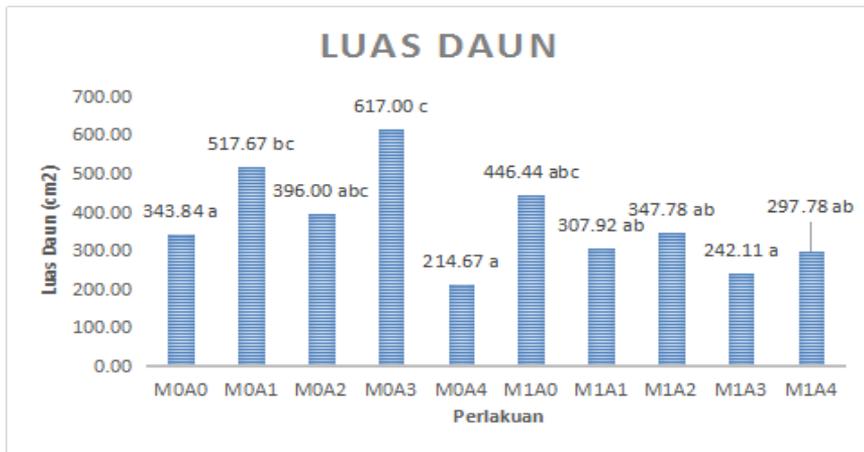


Gambar 1. Respon pertumbuhan tinggi kedelai hitam pada berbagai kombinasi perlakuan mikoriza dan pupuk anorganik

Berdasarkan grafik pertumbuhan tinggi tanaman tersebut dapat diketahui bahwa tren pertumbuhan tanaman yang paling tinggi pada kedelai hitam tidak bermikoriza tapi diberikan pupuk anorganik 100% dosis anjuran (M0A1), sementara perlakuan inokulasi mikoriza bersamaan dengan aplikasi pupuk anorganik 25% dosis anjuran (M1A4) menghasilkan tinggi tanaman yang paling rendah.

Luas Daun

Luas daun diukur menggunakan metode gravimetri dari Sitompul dan Guritno (1995). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara inokulasi mikoriza dan dosis pupuk anorganik.

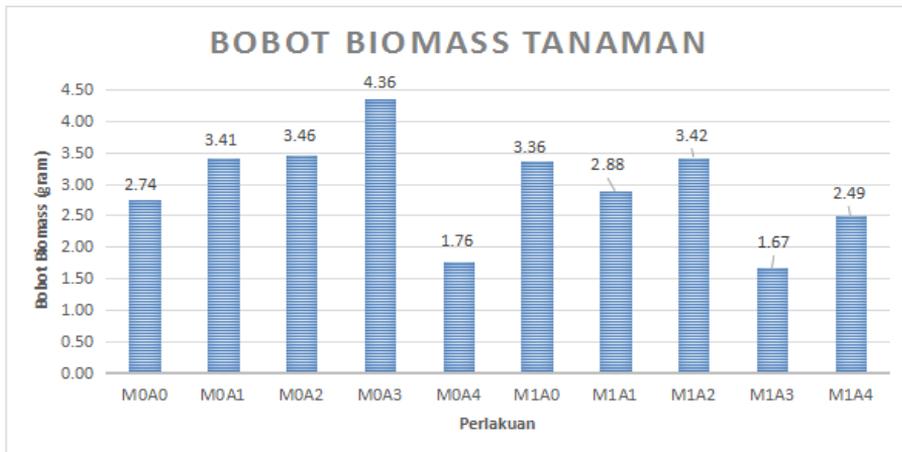


Gambar 2. Luas daun kedelai hitam pada berbagai kombinasi perlakuan inokulasi mikoriza dan dosis pupuk anorganik

Kedelai hitam yang tidak bermikoriza akan tetapi diberikan aplikasi pupuk anorganik 50% dari dosis anjuran (M0A3) memberikan hasil tertinggi terhadap luas daun kedelai hitam dan berbeda nyata dengan perlakuan M0A4 (kedelai hitam tidak bermikoriza, tetapi diberi 25% pupuk anorganik dari dosis anjuran), akan tetapi perlakuan M0A3 tidak berbeda nyata dengan 8 perlakuan lainnya.

Bobot Biomass Tanaman

Bobot biomass tanaman adalah berat kering keseluruhan bagian tanaman pada kondisi yang stabil atau bisa diartikan bobot biomass adalah akumulasi fotosintat pada tanaman setelah dihilangkan kandungan airnya. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa inokulasi mikoriza dan dosis pupuk anorganik tidak berpengaruh nyata terhadap bobot biomass tanaman.

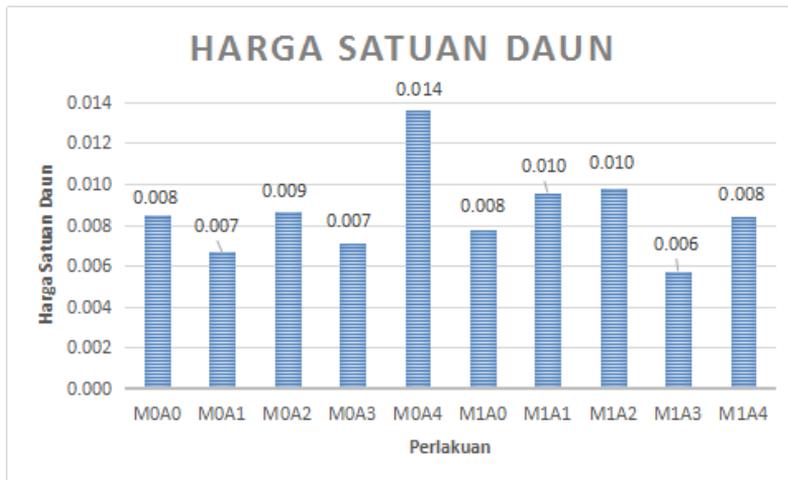


Gambar 3. Bobot biomass kedelai hitam pada berbagai kombinasi perlakuan inokulasi mikoriza dan pupuk anorganik

Kedelai hitam yang tidak diberi mikoriza akan tetapi diberikan aplikasi pupuk anorganik 50% dari dosis anjuran (M0A3) memberikan hasil tertinggi terhadap bobot biomass kedelai hitam sementara bobot biomass terendah ditunjukkan oleh perlakuan M0A4 (kedelai hitam tidak bermikoriza, tetapi diberi pupuk anorganik 25% dari dosis anjuran). Gambar 2 dan gambar 3 menunjukkan tren yang sama yaitu semakin luas daun (gambar 2, M0A3) maka bobot biomass yang dihasilkan semakin tinggi (gambar 3, M0A3).

Harga Satuan Daun (HSD)

Harga satuan daun berkaitan dengan kemampuan suatu daun menghasilkan biomass sehingga hal ini penting untuk dilakukan pengukuran. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam diketahui bahwa inokulasi mikoriza dan dosis pupuk anorganik tidak berpengaruh nyata terhadap harga satuan daun kedelai.



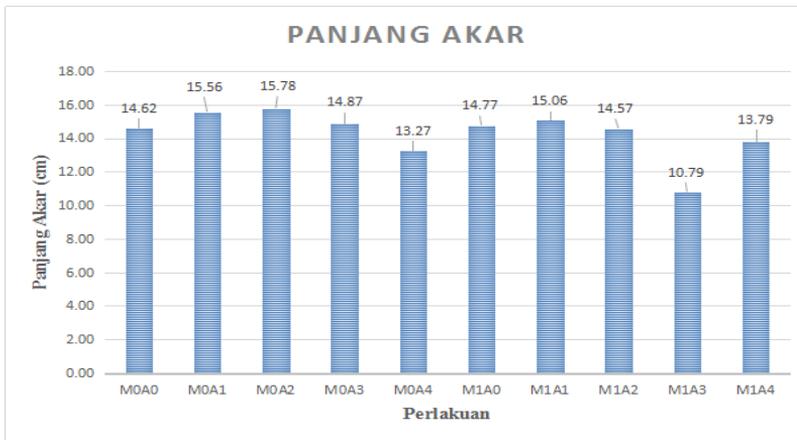
Gambar 4. Harga satuan daun kedelai hitam pada berbagai kombinasi inokulasi perlakuan mikoriza dan dosis pupuk anorganik

Berdasarkan gambar 4 diketahui bahwa perlakuan tanpa inokulasi mikoriza yang dikombinasikan dengan pemberian pupuk anorganik 25% dari dosis anjuran (M0A4) menghasilkan nilai HSD tertinggi, sementara nilai HSD terendah ada pada perlakuan M1A3 yaitu saat kedelai diinokulasi mikoriza bersamaan dengan pemberian pupuk anorganik 50% dari dosis anjuran.

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan untuk parameter luas daun, bobot biomas tanaman, perlakuan M1A3 mempunyai kecenderungan hasil yang rendah sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai HSD perlakuan M1A3 juga rendah, karna nilai HSD merupakan representasi dari banyaknya biomass yang dihasilkan tiap satuan luas daun .

Panjang Akar

Mikoriza merupakan hasil simbiosis antara fungi dan akar tanaman. Morfologi akar tanaman yang diinokulasi mikoriza tampak lebih panjang atau lebih bervolume dibandingkan tanaman yang tidak diinokulasi mikoriza. Meskipun demikian, hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa inokulasi mikoriza dan dosis pupuk anorganik, dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap panjang akar kedelai hitam.



Gambar 5. Panjang akar kedelai hitam pada berbagai kombinasi perlakuan inokulasi mikoriza dan dosis pupuk anoganik

Panjang akar yang tidak berbeda nyata antar berbagai perlakuan diduga karena akar tidak perlu tumbuh memanjang mengeksploitasi tanah untuk mencari nutrisi karena pencarian nutrisi dibantu oleh hifa eksternal mikoriza (Khastini et al, 2007).

Tabel 2. Hasil sidik ragam hasil pengamatan pengaruh inokulasi mikoriza dan dosis pupuk anorganik terhadap parameter hasil kedelai hitam.

No	Variabel pengamatan	Dosis Pupuk		Interaksi Perlakuan (M*A)
		Anorganik (A)	Mikoriza (M)	
Persentase polong				
1	isi	*	*	ns
2	Berat 100 biji	ns	ns	ns
3	Kadar protein	ns	ns	ns

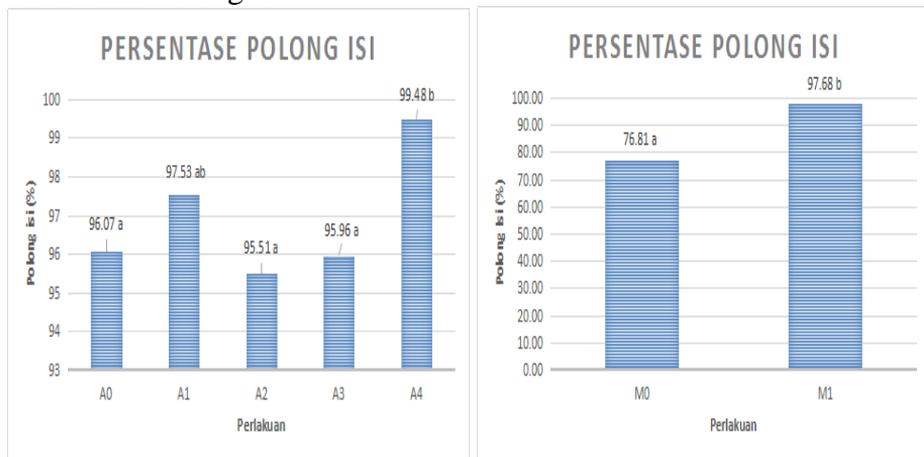
Keterangan: Hasil analisa sidik ragam pada P value 5%

ns: tidak berpengaruh nyata

*: berpengaruh nyata

Berdasarkan tabel 2 dapat kita ketahui bahwa inokulasi mikoriza, dosis pupuk anorganik, maupun interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap parameter berat 100 biji dan kadar protein. Inokulasi mikoriza dan dosis pupuk anorganik berpengaruh nyata terhadap persentase polong isi tapi interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap persentase polong isi.

Persentase Polong Isi



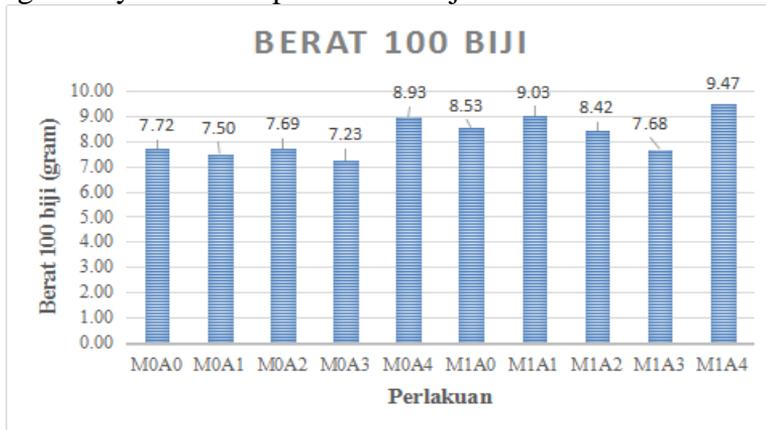
Gambar 6. Persentase polong isi kedelai hitam pada perlakuan pupuk anorganik dan mikoriza

Tidak terdapat interaksi antara inokulasi mikoriza dan dosis pupuk anorganik terhadap persentase polong isi, akan tetapi ketika inokulasi mikoriza dan pupuk anorganik diberikan secara mandiri (tanpa kombinasi) dapat berpengaruh nyata terhadap persentase polong isi kedelai hitam. Inokulasi mikoriza memberikan persentase polong isi kedelai yang lebih tinggi dibandingkan tanpa mikoriza (97,68%) dan aplikasi pupuk anorganik 25% dari dosis anjuran mampu meningkatkan persentase polong isi (99,48%). Menurut Bryla dan Koide (1990) dalam penelitiannya menyatakan bahwa mikoriza dan fosfat secara positif mempengaruhi karakteristik dari fase reproduksi.

Berat 100 biji

Berat 100 biji merupakan indikator kualitas/mutu benih (Lestariana, 2015). Berdasarkan analisis sidik ragam perlakuan inokulasi mikoriza,

dosis pupuk anorganik, maupun interaksi keduanya menyatakan tidak berpengaruh nyata terhadap berat 100 biji kedelai hitam.

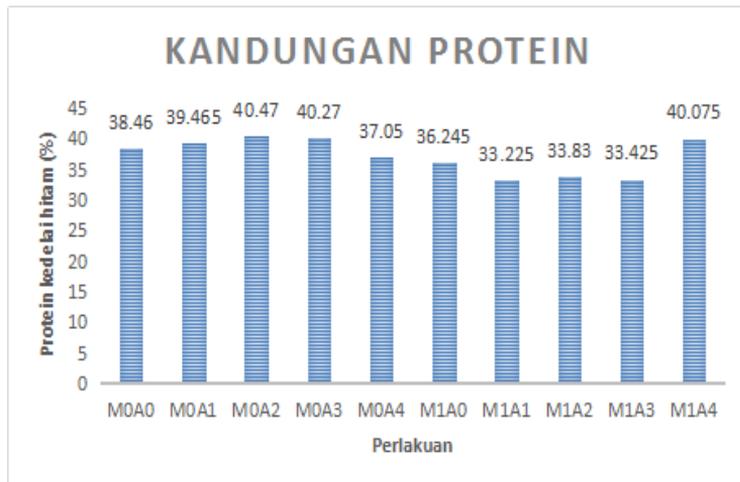


Gambar 7. Berat 100 biji kedelai hitam pada berbagai kombinasi perlakuan mikoriza dan pupuk anorganik

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berat 100 biji semua perlakuan berkisar antara 7-9 gram/100 biji. Irawan (2006) mengategorikan biji kedelai ke dalam 3 kelompok yaitu biji kecil (7-9 gram/100 biji), biji sedang (10-13 gram/100 biji), dan biji besar (>13gram/100 biji). Biji kedelai hitam hasil penelitian ini termasuk kategori kecil, jika dibandingkan deskripsi benih yang menyatakan berat 100 biji \pm 11 gram/100 biji.

Protein kedelai

Protein kedelai merupakan parameter yang penting untuk diamati karena merupakan indikator kualitas biji kedelai dan juga sebagai representasi dari kandungan N yang tersimpan di dalam biji kedelai (Lestariana, 2015). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi mikoriza, dosis pupuk anorganik, maupun interaksi keduanya menyatakan tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan protein kedelai hitam.



Gambar 8. Kandungan protein kedelai hitam pada berbagai kombinasi perlakuan inokulasi mikoriza dan dosis pupuk anoganik

Kandungan protein kedelai hitam pada penelitian ini mempunyai kecenderungan rata-rata pada kadar 38% hal ini tidak berbeda jauh sebagaimana deskripsi benih kedelai hitam varietas prida 4 yang dinyatakan oleh Balitkabi (2013) bahwa rata-rata kadar protein kedelai hitam prida 4 adalah sebesar $\pm 40,3\%$.

Tabel 3. Hasil sidik ragam hasil pengamatan pengaruh inokulasi mikoriza dan dosis pupuk anorganik terhadap parameter infektivitas mikoriza dan efektifitas serapan hara kedelai hitam.

No	Variabel Pengamatan	Dosis Pupuk Anorganik		Interaksi Perlakuan (M*P)
		(A)	Mikoriza (M)	
	Infeksi			
1	mikoriza	ns	ns	ns
2	Serapan N	ns	ns	ns
3	Serapan P	ns	ns	ns
	Kepadatan			
4	spora	ns	ns	ns

Keterangan: Hasil analisa sidik ragam pada P 5%

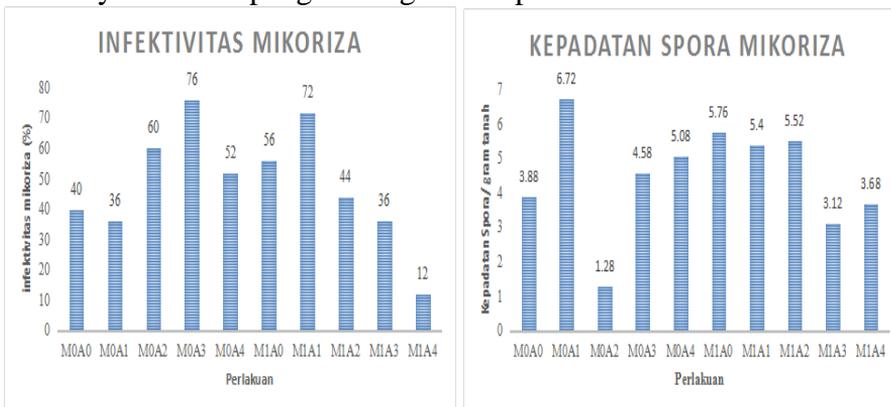
ns: tidak berpengaruh nyata

*: berpengaruh nyata

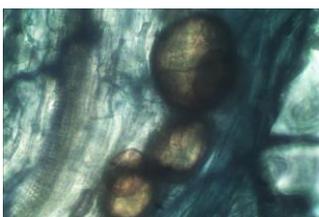
Berdasarkan tabel 2 dapat kita ketahui bahwa perlakuan inokulasi mikoriza, dosis pupuk anorganik, dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata pada parameter infektivitas mikoriza, serapan N dan P, serta kepadatan spora.

Infektivitas mikoriza dan Kepadatan Spora Mikoriza

Infektivitas mikoriza merupakan kemampuan mikoriza dalam menginfeksi akar tanaman. Semakin tinggi kemampuan mikoriza dalam menginfeksi akar tanaman menandakan bahwa mikoriza mampu berasosiasi dengan tanaman inang untuk membantu penyerap hara di dalam tanah. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, menunjukkan bahwa pemberian mikoriza dan pupuk anorganik, serta interaksi keduanya tidak berpengaruh signifikan pada kedelai hitam.



Gambar 8. Infektivitas mikoriza dan kepadatan spora pada kedelai hitam dengan berbagai kombinasi perlakuan inokulasi mikoriza dan dosis pupuk anorganik



Tanpa Inokulasi (M0)



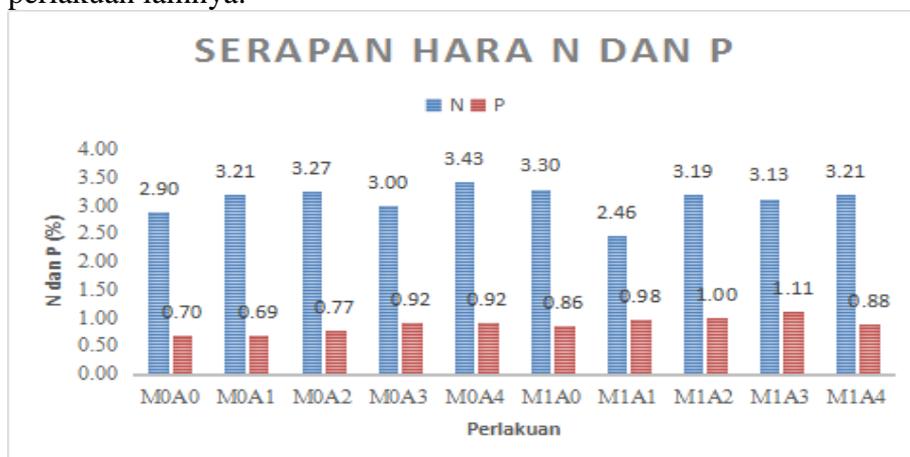
Inokulasi (M1)

Gambar 9. Infektivitas mikoriza pada akar kedelai hitam (dok.pribadi)

Berdasarkan Gambar 8 dapat diketahui bahwa terdapat variasi dalam kemampuan mikoriza menginfeksi akar tanaman begitu juga dengan tingkat kepadatan spora mikoriza, dan terdapat kecenderungan bahwa kedelai hitam yang tidak diinokulasi mikoriza mempunyai tingkat infeksi dan kepadatan spora di dalam tanah yang lebih tinggi dibandingkan kedelai hitam bermikoriza. Hal ini menunjukkan bahwa ketika kedelai hitam diinokulasikan bersamaan dengan rhizobium dan mikoriza menjadikan peranan mikoriza menjadi tidak begitu nyata, hal ini sejalan dengan penelitian (Samanhudi et al, 2017).

Serapan hara N dan P pada tanaman

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa inokulasi mikoriza, dosis pupuk anorganik, ataupun interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap serapan hara N dan P pada jaringan kedelai hitam. Unsur hara N dan P merupakan unsur hara makro esensial yang berperan aktif satu siklus hidup kedelai hitam dimulai pada awal vegetatif sampai pengisian polong. Kedelai hitam yang mampu menyerap unsur hara dengan baik dibuktikan dengan serapan hara yang tinggi pada jaringan tanaman dan tampak pada respon pertumbuhan dan hasil kedelai hitam. Serapan hara N tertinggi ada pada perlakuan M0A4 (3.43%) dan serapan hara P tertinggi ada pada perlakuan M1A3 (1.11%) tapi hasil ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.



Gambar 10. Serapan hara pada kedelai hitam dengan berbagai kombinasi perlakuan mikoriza dan pupuk anorganik.

Pembahasan

Budidaya tanaman adalah suatu kegiatan memelihara dan merawat tanaman dengan memanfaatkan teknologi baik itu teknologi sederhana maupun teknologi tinggi untuk mendapatkan hasil yang diharapkan baik secara kuantitatif ataupun kualitatif. Hasil tanaman yang bersifat kuantitatif atau kualitatif dapat dipanen dari organ vegetatif atau generatifnya. Kedelai hitam merupakan tanaman semusim yang dipanen pada bagian organ generatifnya dalam bentuk biji dengan protein sebagai zat gizi yang diambil manfaatnya oleh masyarakat atau industri.

Sebagai tanaman semusim kedelai hitam varietas 4 prida mempunyai tipe tumbuh determinate, yang dicirikan dengan batang yang sudah tidak bertambah tinggi lagi saat tanaman mengawali fase berbunga (Yunita et al, 2017) dan juga masa vegetatifnya akan berhenti saat masa generatif dimulai (Sitompul dan Guritno, 1995) sehingga dalam penelitian ini pengamatan dilakukan menjadi 2 tahap yaitu saat vegetatif maksimal (pertumbuhan kedelai) dan saat panen (hasil kedelai).

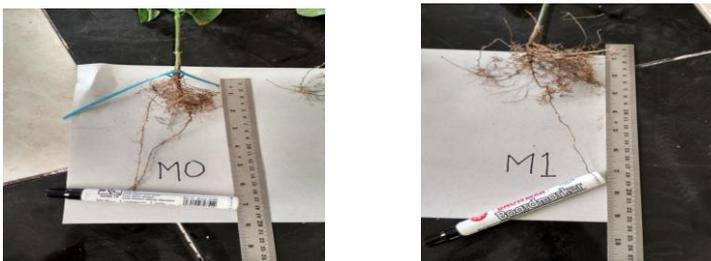
Berdasarkan hasil penelitian dapat kita ketahui bahwa perlakuan M0A3 mempunyai kecenderungan memberikan hasil yang baik pada parameter pertumbuhan, perlakuan M0A4 mempunyai kecenderungan memberikan hasil yang tinggi pada parameter hasil kedelai hitam dan infektivitas kedelai hitam.

Hasil pengamatan pertumbuhan kedelai menyatakan bahwa di antara parameter tinggi tanaman, luas daun, bobot biomass tanaman, harga satuan daun, dan panjang akar yang menunjukkan hasil berbeda nyata hanya interaksi antara inokulasi mikoriza dan dosis pupuk anorganik terhadap parameter luas daun (tabel 1).

Perlakuan M0A3 memberikan nilai yang tinggi pada parameter luas daun (617 cm²) dan parameter bobot biomass tanaman (4.36 gr) meskipun demikian perlakuan M0A3 mempunyai nilai HSD yang rendah (0,07) tapi hal ini tidak berbeda nyata dengan 9 perlakuan lainnya. Nilai HSD merupakan indeks fisiologi tanaman yang menggambarkan kemampuan suatu daun dalam menghasilkan biomass tanaman. HSD diperoleh dengan merasionalkan luas daun terhadap bobot biomass tanaman. Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai HSD pada 10 kombinasi perlakuan mempunyai range yang tidak begitu besar sehingga dapat diasumsikan bahwa nilai HSD cenderung

konstan. Menurut Watson (1947) dalam Sitompul dan Guritno (1995) menyatakan bahwa nilai HSD dipengaruhi oleh faktor ontogeni tanaman. Pada penelitian ini hanya menggunakan satu jenis varietas tanaman yang mempunyai sifat ontogeni yang sama, sehingga dapat dipahami bahwa meskipun perlakuan M0A3 menghasilkan luas daun tertinggi tapi kemampuan menghasilkan bobot biomasnya cenderung rendah dan tidak berbeda nyata dengan 9 perlakuan lainnya.

Pertumbuhan kedelai hitam selain dipengaruhi oleh faktor ontogeni juga dipengaruhi oleh kandungan nutrisi di dalam tanah yang diikuti dengan kemampuan akar untuk menyerap nutrisi tersebut. Akar merupakan organ yang berperan melakukan penyerapan hara di dalam tanah. Inokulasi mikoriza bertujuan untuk memperluas bidang penyerapan hara oleh akar tanaman. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa inokulasi mikoriza tidak berpengaruh nyata terhadap panjang akar kedelai hitam. Gambar 8 menunjukkan akar kedelai hitam bermikoriza dan akar kedelai hitam tidak bermikoriza cenderung mempunyai panjang yang sama (hasil tidak berbeda nyata). Kandungan spora mikoriza endogeous di dalam tanah regosol menyebabkan kedelai hitam bermikoriza dan kedelai hitam tak bermikoriza sama-sama terinfeksi mikoriza. Kolonisasi akar dengan mikoriza ini menyebabkan pertumbuhan apikal akar melambat (Berta et al, 1990) Jika dibandingkan dengan hasil penelitian Samanhudi et al (2017) panjang akar kedelai hitam penelitian ini cenderung lebih pendek, karena pada penelitian kedelai hitam ini diberikan aplikasi pupuk an organik yang mampu mensuplai hara secara langsung bagi kedelai hitam, sehingga akar tidak perlu tumbuh memanjang untuk mengeksplorasi tanah mencari unsur hara karena pencarian hara dibantu oleh hifa mikoriza (Khastini et al, 2007).



Gambar10. Morfologi akar tak bermikoriza (M0 dan akar bermikoriza (M1) (dok. Pribadi)

Serapan hara yang baik oleh akar tanaman akan membantu pertumbuhan tanaman sejak stadia awal pertumbuhan sampai mencapai tingkat kematangan fisiologis pada saat panen. Secara umum dalam budidaya kedelai unsur hara yang paling mempengaruhi pertumbuhan dan hasil adalah unsur hara N dan P. Bagi kedelai nitrogen berfungsi dalam pembentukan organ-organ vegetatif tanaman dan berperan dalam kegiatan fotosintesis (Bachtiar, 2016) sedangkan fosfor berperan aktif untuk pembentukan polong dan pengisian biji (Taufi dan Sundari, 2012) dan juga sebagai penyusun ATP pada tanaman, di mana ATP merupakan energi utama untuk mengatur seluruh proses metabolisme di dalam sel termasuk di dalamnya penyerapan unsur hara (Sabilu, 2015).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa serapan hara N dan P tidak dipengaruhi oleh inokulasi mikoriza, dosis pupuk anorganik, atau interaksi antar keduanya (tabel 3). Kedelai hitam dengan 10 macam kombinasi perlakuan mampu menyerap unsur hara dengan baik bahkan serapan hara N dan P pada kedelai hitam melebihi batas kecukupan yang dapat dicapai oleh tanaman. Pada gambar 10 dapat terlihat bahwa kadar serapan N dan P pada jaringan tanaman mencapai lebih dari 2,6% dan serapan hara P mencapai lebih dari 0,7%. Menurut Salisbury dan Ross (1995) menyatakan bahwa kecukupan jaringan tanaman akan N adalah sebesar 1,5% dan kecukupan P sebesar 0,2%.

Berkaitan dengan tingginya kandungan N dan P di dalam jaringan kedelai hitam hal ini diduga karena terjadi kompatibilitas antara rhizobium dan mikoriza. Rhizobium yang diinokulasikan pada semua benih kedelai (tidak menjadi faktor perlakuan) mampu membantu penyerapan N melalui fiksasi N di udara, seperti yang ditunjukkan pada hasil pengamatan (gambar 10) pada perlakuan M0A0 (kontrol), mempunyai tingkat kecukupan N dalam jaringan tanaman yang tinggi. Tingginya serapan P pada kedelai hitam tidak dipengaruhi secara nyata oleh inokulasi mikoriza (tabel 3) dan hasilnya pada gambar 10 memperlihatkan bahwa pada semua perlakuan tanpa inokulasi mikoriza (M0) mempunyai serapan P yang tinggi yaitu lebih dari 0,2%. Berdasarkan hasil analisis kepadatan spora mikoriza di dalam tanah (gambar 8) diketahui bahwa pada perlakuan M0 ditemukan spora mikoriza endogeous yang ternyata mampu berkoloni dan menginfeksi akar kedelai hitam. Pada penelitian ini infektivitas mikoriza terhadap kedelai hitam berada pada kriteria sedang-sangat tinggi 36%-76%

berdasarkan metode pengukuran oleh Rajapakse dan Miller (1992), kecuali pada perlakuan M1A4 mempunyai kriteria infektivitas rendah. Hajoeningtjas dan Purnawanto (2007) menyatakan bahwa tingkat kolonisasi mikoriza dipengaruhi oleh kesesuaiannya dengan tanaman inang.

Respon kedelai hitam terhadap parameter hasil ketika mendapat perlakuan inokulasi mikoriza, dosis pupuk anorganik, ataupun kombinasi keduanya diamati dalam parameter persentase polong isi, berat 100 biji, dan kandungan protein kedelai. Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi mikoriza dan dosis pupuk anorganik berpengaruh nyata terhadap persentase polong isi, tetapi interaksi keduanya justru tidak berpengaruh nyata terhadap persentase polong isi. Hal ini menunjukkan bahwa kedelai hitam yang diinokulasi mikoriza tanpa mendapat masukan pupuk anorganik atau kedelai hitam yang diberi pupuk anorganik tapi tidak diinokulasi mikoriza sama-sama mampu meningkatkan persentase polong isi. Gambar 6 menunjukkan bahwa pemberian pupuk anorganik 25% dari dosis anjuran (A4) mampu memberikan persentase polong isi tertinggi sebesar 99,48%, dan perlakuan inokulasi mikoriza (M1) mampu menghasilkan polong isi kedelai hitam sebesar 97,68%. Pengisian polong pada perlakuan M0A4 diduga karena kedelai hitam yang tidak bermikoriza ini dapat mengfiksasi N di udara dengan baik dengan adanya inokulasi rhizobium, sehingga kebutuhan N dicukupi oleh rhizobium dan kebutuhan P dicukupi dengan masukan pupuk anorganik sebanyak 25% dari dosis rekomendasi. Untuk perlakuan M1A0, persentase pengisian polong yang tinggi diduga karena terjadi kompatibilitas antara mikoriza dan rhizobium, sehingga meskipun tidak mendapatkan masukan pupuk anorganik kebutuhan N dan P dapat dipenuhi dengan bantuan rhizobium dan mikoriza. Fitter dan Garbaye (1994) dalam kajian hasil penelitiannya menjelaskan bahwa peningkatan fiksasi N₂ pada tanaman bermikoriza ketika ketersediaan N dan P terbatas adalah dengan cara meningkatkan serapan P pada tanaman bermikoriza, yang kemudian P tersebut digunakan dalam metabolisme tanaman sehingga menghasilkan energi yang dapat digunakan oleh rhizobium-tanaman untuk fiksasi N₂.

Berat 100 biji merupakan ukuran kuantitatif untuk menunjukkan besar atau kecilnya suatu biji. Biji kedelai hitam hasil penelitian termasuk ke dalam ukuran kecil (Irawan, 2006). Hasil analisis sidik

ragam pada tabel 2 menyatakan bahwa inokulasi mikoriza, dosis pupuk anorganik, dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap berat 100 biji. Dwiputra et al (2015) menyatakan bahwa berat 100 biji merupakan ciri kuantitatif masing-masing galur, yang artinya berat 100 biji lebih dipengaruhi oleh genotipe daripada teknik budidaya tanaman.

Serapan N dalam biji kedelai hitam dinyatakan dalam kandungan protein yang merupakan ukuran dari kualitas biji kedelai. Hasil penelitian pada tabel 2 menunjukkan bahwa kandungan protein kedelai tidak dipengaruhi oleh inokulasi mikoriza, pemberian pupuk anorganik, maupun interaksi keduanya. Hasil yang tidak berbeda nyata ini diduga berkorelasi dengan serapan N dan P tanaman yang juga tidak berbeda nyata. Vollman et al (2000) dan Ginting (2015) menyatakan bahwa perbedaan kandungan protein pada kedelai dipengaruhi oleh perbedaan varietas. Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa kandungan protein kedelai hitam termasuk kategori sedang-tinggi karena berada pada range 33%-40.4%. Ginting (2015) menyatakan bahwa kedelai yang akan digunakan dalam bahan baku kecap hendaknya memiliki kadar minimal protein 35% dari berat keringnya, untuk bisa menghasilkan kandungan protein kecap 2,5% pada kecap manis dan 4% pada kecap asin sesuai SNI 3543 – 1999 DSN (1994) dalam Meutia (2016).

SIMPULAN

1. Kedelai hitam tak bermikoriza yang diberi pupuk anorganik 50% dari dosis anjuran (M0A3) mempunyai kecenderungan hasil yang tinggi pada parameter pertumbuhan tanaman.
2. Kedelai hitam tak bermikoriza yang diberi pupuk anorganik 25% dari dosis anjuran (M0A4) mempunyai kecenderungan hasil yang tinggi pada parameter hasil tanaman.
3. Terjadi kompatibilitas antara rhizobium dan mikoriza sehingga kedelai hitam di tanah regosol dengan 10 kombinasi perlakuan yang berbeda memberikan respon yang positif dibuktikan dengan tingginya serapan N dan P pada jaringan tanaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih Peneliti Ucapkan kepada:

1. Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah mendanai penelitian ini melalui Hibah Kompetisi Nasional dalam Skim Penelitian Dosen Pemula.
2. Universitas Boyolali, Fakultas Pertanian, Program Studi Agroteknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Fattah, G. M., A. W. A. Asrar, S. M. H. Amri, E. M. Abdel-Salam. (2014). Influence of arbuscular mycorrhiza and phosphorus fertilization on the gas exchange status, growth, and nutrient contents of soybean (*Glycine max* L.) plants grown in a sandy loam soil. *Food, Agriculture, and Environment*. 12:156-150.
- Bachtiar, Gulamahdi, M., Melati, M., Guntoro, D., Sutandi, A. (2016). Kecukupan Hara Fosfor pada Pertumbuhan dan Produksi Kedelai dengan Budidaya Jenuh Air di Tanah Mineral dan Bergambut. *J.II.Tan.Lingk* 18(1): 21-27.
- Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. (2013). Detam 3 Prida dan Detam 4 Prida: Kedelai Berumur Genjah. Balitkabi.litbang.pertanian.go.id
- Berta, G., Fusconi, A., Trotta, A., & Scannerini, S. (1990). Morphogenetic modifications induced by the mycorrhizal fungus *Glomus* strain E3 in the root system of *Allium porrum* L. *New Phytologist*, 114(2), 207-215.
- BPS. (2015). Produksi Jagung, Kedelai, Kacang Tanah, Kacang Hijau, Ubi Kayu, Ubi Jalar Menurut Kecamatan di Kabupaten Boyolali (Ton) 2015. <http://boyolalikab.bps.go.id>

- Bryla, D. R., & Koide, R. T. (1990). Regulation of reproduction in wild and cultivated *Lycopersicon esculentum* Mill. by vesicular-arbuscular mycorrhizal infection. *Oecologia*, 84(1), 74-81.
- Dwiputra, A.H., Indradewa, D., Susila, E.T. (2015). Hubungan Komponen Hasil dan Hasil Tiga Belas Varietas Kedelai (*Glycine max* (L) Merr). *Vegalitika* Vol 4(3):14-28.
- Eusufzai, M. K., K. Fujii. (2012). Effect of organic matter amendment on hydraulic and pore characteristics of clay loam soil. *Soil Science*. 2:372-381.
- Fitter, A.H., dan Garbaye, J. (1994). Interaction between mycorrhizal fungi and othe soil organisms. *Plant Soil* 159:123-132.
- Ginting, E., Yulifianti, R., & Mulyana, H. I. (2015). Varietas unggul kedelai hitam sebagai bahan baku kecap. In *Prosiding Seminar Agroindustri dan Lokakarya Nasional FKPT-TPI Program Studi TIP-UTM*.
- Hadjoeningtjas, O.D., dan Purnawanto, A.M. (2007). Pengaruh Fungi Mikoriza Arbuskula pada Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Strut) dengan Konsentrasi Zn Media Tanam yang Berbeda. *Prosiding Seminar Nasional Mikoriza II*. Bogor.
- Irawan, A.W. 2006. *Budidaya Tanaman Kedelai (Glycine max (L).(Merill)*. Universitas Pajajaran. Bandung.
- Khastini, R.O., Triadiati, Sukarno, N. (2007). Pengaruh Fosfat pada Bawang Daun (*Allium fistulosum* L.) Hidroponik Bermikoriza dan Pemanfaatan Limbahnya untuk Pertumbuhan Tapak Dara (*Catharanthus roseus* L, G). *Prosiding Seminar Nasional Mikoriza II*. Bogor.
- Leifheit, E. F., E. Verbugen, M. C. Rillig. (2014). Arbuscular mycorrhizal fungi reduce decomposition of woody plant litter while increasing soil aggregation. *Soil Biology and Biochemistry*. 81:323-328.

- Lestariana, D.S dan Samanhudi. 2015. Peningkatan Produksi Kedelai Melalui Pemanfaatan Mikoriza dan Bahan Organik. Prosiding. Seminar Nasional Agribisnis Kedelai: Antara Swasembada dan Kesejahteraan Petani. UGM Yogyakarta.
- Mar Vazquez, M., S. Cesar, R. Azcon, J. M. Barea. (2000). Interaction between arbuscular mycorrhizal fungi and other microbial inoculant (*Azospirillum*, *Pseudomonas*, *Trichoderma*) and their effects on microbial population and enzyme activities in the rhizosphere of maize plants. *Applied Soil Ecology*. 15:261-271.
- Meutia, Y. R. (2016). Standardisasi Produk Kecap Kedelai Manis Sebagai Produk Khas Indonesia. *Jurnal Standardisasi*, 17(2), 147-156.
- Mulumba, L.N dan Rattan, L. (2008). Mulching effect on selecting soil physical properties. *Soil dan Tillage Research* Vol 8(1):106-111.
- Rajapakse, S dan JC. Miller Jr. (1992). Methods for studying vesicular-arbuscular mycorrhizal root colonization and related root physical properties. *Methods in Microbiol* 24: 302-316.
- Sabilu, Y., Damhuri., Imran. (2015). Kadar N, P, dan K Kedelai (*Glycine max* (l) Merrill) yang Diaplikasi *Azotobacter* sp., Mikoriza dan Pupuk Organik. *Biowallacea*, Vol. 2 (1) : Hal 153-161.
- Salisbury, F.B dan C.W. Ross. (1995). *Fisiologi Tumbuhan* Jilid 2. ITB Press. Bandung.
- Samanhudi, Samanhudi & Yunus, A. & Pujiasmanto, B. & Cahyani, V.R. & Lestariana, D.S.. (2017). The effect of arbuscular mycorrhiza and organic manure on soybean growth and nutrient content in indonesia. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 23. 596-603.

- Setiadi, Y dan A. Setiawan. (2011). Studi Status Fungi Mikoriza Arbuskular di Areal Rehabilitasi Pasca Penambangan Nikel (Studi Kasus PT. INCO, Tbk Sorowako, Sulawesi Selatan). *J. Silvicultura Tropika*. 3(1): 88-95.
- Sitompul, S.M dan B. Guritno. (1995). Analisis Pertumbuhan Tanaman. UGM Press. Yogyakarta.
- Tim Sintesis Kebijakan. (2008). Pemanfaatan Biota Tanah untuk Keberlanjutan Produktivitas Pertanian Lahan Kering Masam. *Pengembangan Inovasi Pertanian* 1(2): 157-163.
- Unit Pengembangan Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura. (2014). Kedelai. Pontianak.
- Vollmann, J., C. N. Fritz, H. Wagentristl, P. Ruckenbauer. (2000). Environmental and genetic variation of soybean seed protein content under Central European growing conditions. *Journal of The Science of Food and Agriculture*. 80:1300-1306
- Yunita, S. R., Sutaryo, S., & Fuskhah, E. (2017). Respon beberapa varietas Kedelai (*Glycine max L. Merr*) terhadap tingkat salinitas air penyiraman (Doctoral dissertation, FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN UNIVERSITAS DIPONEGORO).