

Respon Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens L.*) Terhadap Pemberian Mikoriza dan Pupuk P di Tanah Ultisol

¹M Satibi dan ²Budiyati Ichwan

¹ Program Studi Magister Agroekoteknologi Universitas Jambi, Indonesia

² Program Studi Ilmu Agronomi, Fakultas Pertanian Universitas Jambi, Indonesia

¹e-mail korespondensi : Satibimhd@gmail.com

Abstract. Ultisol land is one of the marginal dry lands that is still widely available for development as agricultural land, but there are limiting factors in the form of high Al and Fe content which causes P to be fixed. Mycorrhiza is expected to be a biological agent that helps increase the availability of P for plants. This research aims to provide information regarding the response to the application of mycorrhiza and P fertilizer to cayenne pepper plants (*Capsicum frutescens L.*) in Ultisol fields. This research was carried out in Karak Village, Bathin III Ulu District, Bungo Regency, Jambi Province at an altitude of 35 meters above sea level (m asl). This research used a Randomized Group Design (RAK) with two factors. The first factor is the mycorrhizal dose which consists of 2 levels, namely 0 g and 15 g per plant. The second factor is the P fertilizer dose which consists of 5 levels, namely 0%, 25%, 50%, 75% and 100% (percentage of the recommended dose). So that 10 treatment combinations were obtained, each treatment was repeated 3 times. The variables observed were plant height, number of branches, total leaf area, dry stover weight, fruit number, fruit weight, root infection and phosphorus uptake. The results of the study showed that mycorrhiza had a real influence on the observed variables.

Keywords: mycorrhiza, ultisol, phosphorus, cayenne pepper.

Abstrak. Lahan Ultisol salah satu lahan kering marginal yang masih tersedia luas untuk di kembangkan sebagai lahan pertanian namun terdapat faktor pembatas berupa kandungan Al dan Fe yang tinggi dan menyebabkan P terfiksasi, mikoriza diharapkan dapat menjadi agensi hayati yang membantu meningkatkan ketersediaan P bagi tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi mengenai respon pemberian mikoriza dan pupuk P pada tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*) di lahan Ultisol. Penelitian ini dilaksanakan di Desa Karak, Kecamatan Bathin III Ulu, Kabupaten Bungo, Provinsi Jambi dengan ketinggian 35 meter dari permukaan laut (m dpl). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor. Faktor pertama adalah dosis mikoriza yang terdiri dari 2 taraf yaitu 0 g dan 15 g per tanaman. Faktor kedua adalah dosis pupuk P yang terdiri dari 5 taraf yaitu 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% (persentase dari dosis anjuran). Sehingga didapat 10 kombinasi perlakuan, setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Variabel yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah cabang, luas daun total, bobot brangkasian kering, jumlah buah, bobot buah, infeksi akar dan serapan fosfor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mikoriza berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan.

Kata kunci : mikoriza, ultisol, fosfor, cabai rawit.

PENDAHULUAN

Cabai rawit (*Capsicum frutescens L.*) sudah menjadi bagian dari budaya makanan masyarakat Indonesia. Data konsumsi cabai rawit per kapita per tahun menunjukkan pertumbuhan, selama periode 2020 – 2022 masing masing sebesar 1,769 – 1,955 – 2,073 relatif stabil sebesar 1,49% per tahun (Kementrian Pertanian, 2022), seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk. Tanah Ultisol dapat menjadi salah satu lahan kering marginal berpotensi untuk dikembangkan sebagai lahan pertanian (Nasamsir *et al.*, 2022). Salah satu faktor pembatas pada tanah Ultisol adalah kandungan mineral Al dan Fe yang tinggi. Menurut Firmia, (2018) pada tanah masam, P akan bersenyawa dalam bentuk-bentuk Al-P dan Fe-P dan tidak dapat terserap oleh tanaman. Salah satu upaya mengatasi faktor pembatas pada lahan Ultisol dapat dilakukan dengan penggunaan jamur mikoriza.

Mikoriza adalah jamur yang bersimbiosis dengan akar tanaman yang mampu menghasilkan enzim fosfatase yang dapat berfungsi untuk proses mineralisasi senyawa P organik di dalam tanah dan mikoriza juga menghasilkan asam organik yang dapat mengurangi toksisitas logam sehingga dapat meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah (Robifahmi *et al.*, 2020).

Unsur hara P mempunyai peranan sangat penting bagi tanaman. Fungsi utama P dalam tanaman antara lain menyimpan dan mentransfer energi dalam bentuk ADP dan ATP (Rianditya & Hartatik, 2018), dan berfungsi dalam proses fotosintesis, perkembangan akar, pembentukan bunga, buah dan biji. Menurut Khan *et al.*, (2023), fosfor biasanya diambil oleh tanaman sebagai fosfat anorganik (Pi) dari tanah. Setelah diangkut ke dalam tanaman, Pi diubah menjadi bentuk organik seperti adenosin trifosfat (ATP) dan adenosin difosfat (ADP), yang digunakan sebagai pembawa energi. Kekurangan P pada tanaman sering kali menjadi penghambat produktivitas tanaman (Abror, 2015). Menurut Syarif (2022) produktivitas tanaman cabai rawit masih cukup rendah yaitu 4 – 5 ton per hektar sedangkan

potensinya mencapai >20 ton per hektar. Rendahnya produktivitas tanaman cabai rawit diduga akibat kekurangan unsur hara makro seperti fosfor (P) khususnya pada tanah Ultisol.

Usaha untuk mengefisienkan serapan hara P di lahan Ultisol sangat penting dilakukan, karena fiksasi mineral asam dan dapat menyebabkan kerugian secara ekonomi dan lingkungan. Penggunaan jamur mikoriza dan pupuk fosfat anorganik dengan konsentrasi dosis yang dikurangi dari dosis anjuran dapat dijadikan sumber P yang relatif murah, ramah lingkungan dan dapat meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah sehingga diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman. Penelitian terdahulu menunjukkan hasil bahwa penggunaan jamur mikoriza dengan dosis 15 gr pada tanaman cabai rawit berpengaruh terhadap tinggi, biomassa akar dan kandungan P tanaman cabai dan memberikan hasil lebih baik terhadap tinggi tanaman (21.73 cm), biomassa akar (0.26 gr) dan kandungan P tanaman (0.48 %) (Harlis & Murni, 2008).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Karak Kec. Bathin III Ulu, Kabupaten Bungo, Provinsi Jambi. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah penggaris, timbangan digital, kamera, pH tanah, timbangan, cangkul, ayakan, paranet, meteran, gunting, label, lanjaran, polibag semai ukuran 40 x 40 cm, polibag pembibitan ukuran 15x10, dan tali. Sedangkan bahan yang digunakan adalah, bibit cabai rawit farietas CF 3254 Hitler F1, mulsa plastik hitam perak, pupuk TSP, pupuk Urea, Pupuk KCL dan mikoriza jenis endomikoriza yang terdiri dari genus *gigaspora* dan *glomus*. Pemberian mikoriza dilakukan pada saat bibit ber umur 10 HSS dengan di letakkan disekitar perakaran sesuai dosis perlakuan.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) 2 faktor, faktor pertama mikoriza dengan dosis 0 g per tanaman (m0) dan 15 g per tanaman (m1) diberikan pada saat pembibitan, faktor kedua pupuk P (SP-36) dengan dosis 0% (p0), 25% (p1), 50% (p2), 75% (p3) dan 100 % (p4) dari dosis anjuran sehingga terdapat 10 perlakuan, masing masing perlakuan diulang 3 kali. Variabel yang diamati terdiri dari tinggi tanaman, jumlah cabang, luas daun total, bobot kering brangkas, jumlah buah, bobot buah, infeksi akar dan serapan P. Data dianalisis dengan menggunakan sidik ragam dan dilanjutkan uji lanjut Beda Nyata Terkecil BNT pada taraf $\alpha = 5\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara mikoriza dan pupuk P terhadap tinggi tanaman. Mikoriza secara tunggal berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman cabai rawit. Hasil analisis uji lanjut tinggi tanaman cabai rawit pada setiap perlakuan berbagai dosis mikoriza dan pupuk P dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tinggi tanaman cabai rawit (cm) pada berbagai dosis mikoriza dan pupuk P (8 MST).

Dosis mikoriza (g)	Pupuk P (% dari dosis anjuran)					Rata Rata
	0	25	50	75	100	
0	66,33	71,33	81,67	70,33	59,00	69,73 b
15	84,00	94,33	99,33	84,33	78,00	88,00 a
Rata Rata	75,17	82,83	90,50	77,33	68,50	78,87

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT taraf $\alpha = 0,05$.

Berdasarkan hasil uji lanjut BNT yang disajikan pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa perlakuan mikoriza 15 g per tanaman menghasilkan tinggi tanaman lebih baik dari dosis 0 g per tanaman. Perlakuan pupuk P 50 % dari dosis anjuran memberikan hasil tinggi tanaman terbaik pada umur 8 minggu.

Jumlah Cabang

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara mikoriza dan konsentrasi P terhadap jumlah cabang. Mikoriza secara tunggal berpengaruh nyata terhadap jumlah cabang tanaman cabai rawit. Hasil analisis uji lanjut jumlah cabang tanaman cabai rawit pada setiap perlakuan berbagai dosis mikoriza dan pupuk P dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah cabang tanaman cabai rawit pada berbagai dosis mikoriza dan pupuk P umur 8 MST

Dosis mikoriza (g)	Pupuk P (% dari dosis anjuran)					Total
	0	25	50	75	100	
0	62,00	62,00	59,67	59,33	54,33	59,47 b
15	56,67	76,33	81,67	75,00	80,67	74,07 a
Total	59,33	69,17	70,67	67,17	67,50	66,77

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT taraf $\alpha = 0,05$.

Berdasarkan hasil uji lanjut BNT yang disajikan pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa perlakuan mikoriza 15 g per tanaman memberikan hasil jumlah cabang lebih tinggi dari dosis 0 g per tanaman. Sedangkan pupuk P, perlakuan 50 % dari dosis anjuran memberikan hasil terbaik pada pengamatan jumlah cabang tanaman.

Luas Daun Total

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara mikoriza dan konsentrasi pupuk P terhadap luas daun total. Mikoriza secara tunggal berpengaruh nyata terhadap luas daun total tanaman cabai rawit. Hasil analisis uji lanjut luas daun total tanaman cabai rawit pada setiap perlakuan berbagai dosis mikoriza dan pupuk P dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Luas daun total tanaman cabai rawit (cm^2) pada berbagai dosis mikoriza dan pupuk P umur 8 MST.

Dosis mikoriza (g)	Pupuk P (% dari dosis anjuran)					Total
	0	25	50	75	100	
0	349,05	982,10	1020,92	1008,30	921,11	856,30 b
15	1817,21	2103,55	2096,46	1638,59	2043,32	1939,83 a
Total	1083,13	1542,83	1558,69	1323,44	1482,22	1398,06

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT taraf $\alpha = 0,05$.

Berdasarkan hasil uji lanjut BNT yang disajikan pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa perlakuan mikoriza 15 g per tanaman memberikan hasil luas daun lebih tinggi dari dosis 0 g per tanaman. Sedangkan pupuk P, perlakuan 25 % dari dosis anjuran memberikan hasil terbaik pada pengamatan luas daun total.

Bobot Kering Brangkas

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara berbagai dosis mikoriza dan pupuk P terhadap bobot kering brangkas tanaman. Mikoriza secara tunggal berpengaruh nyata terhadap bobot brangkas kering tanaman cabai rawit. Hasil analisis uji lanjut bobot kering brangkas tanaman cabai rawit pada setiap perlakuan berbagai dosis mikoriza dan pupuk P dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Bobot kering brangkas tanaman cabai rawit (g) pada berbagai dosis mikoriza dan pupuk P umur 8 MST

Dosis mikoriza (g)	Pupuk P (% dari dosis anjuran)					Total
	0	25	50	75	100	
0	7,70	13,77	14,00	14,00	13,70	12,63 b
15	27,77	29,67	33,53	24,10	28,00	28,61 a
Total	17,73	21,72	23,77	19,05	20,85	20,62

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT taraf $\alpha = 0,05$.

Berdasarkan hasil uji lanjut BNT yang disajikan pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa perlakuan mikoriza 15 g per tanaman memberikan hasil bobot kering brangkas tanaman lebih tinggi dari dosis 0 g per tanaman. Sedangkan pupuk P, perlakuan 25% dari dosis anjuran memberikan hasil bobot kering brangkas tanaman tertinggi.

Jumlah Buah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara berbagai dosis mikoriza dan pupuk P terhadap jumlah buah. Mikoriza dan pupuk P secara tunggal berpengaruh nyata terhadap jumlah buah cabai rawit. Hasil analisis uji lanjut jumlah buah tanaman cabai rawit pada setiap perlakuan berbagai dosis mikoriza dan pupuk P dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Jumlah buah tanaman cabai rawit pada berbagai dosis mikoriza dan pupuk P pada periode pembungaan pertama.

Dosis mikoriza (g)	Pupuk P (% dari dosis anjuran)					Rata Rata
	0	25	50	75	100	
0	36,33	64,67	56,67	48,67	30,67	47,40 b
15	56,00	99,33	101,33	108,67	85,33	90,13 a
Rata Rata	46,17 c	82,00 a	79,00 ab	78,67 ab	58,00 bc	68,77

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT taraf $\alpha = 0,05$.

Berdasarkan hasil uji lanjut BNT yang disajikan pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa mikoriza dosis 15 g per tanaman memberikan hasil lebih tinggi dari dosis 0 g per tanaman. Sedangkan pupuk P, dosis 25% dari dosis anjuran memberikan hasil terbaik untuk jumlah buah.

Bobot Buah Total

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara berbagai dosis mikoriza dan pupuk P terhadap bobot buah total. Mikoriza secara tunggal berpengaruh nyata terhadap bobot buah total dan pupuk P secara tunggal berpengaruh nyata terhadap bobot buah total. Hasil analisis uji lanjut bobot buah total tanaman cabai rawit pada setiap perlakuan berbagai dosis mikoriza dan pupuk P dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Bobot buah total (g) tanaman cabai rawit pada berbagai dosis mikoriza dan pupuk P pada periode panen pembungaan pertama.

Dosis mikoriza (g)	Pupuk P (% dari dosis anjuran)					Rata Rata
	0	25	50	75	100	
0	67,57	107,27	95,80	81,83	61,87	82,87 b
15	105,97	160,53	154,57	175,13	139,10	147,06 a
Rata Rata	86,77 b	133,90 a	125,18 ab	128,48 a	100,48 ab	114,96

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT taraf $\alpha = 0,05$

Berdasarkan hasil uji lanjut BNT yang disajikan pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa mikoriza dosis 15 g per tanaman memberikan hasil lebih tinggi dari dosis 0 g per tanaman pada parameter bobot buah total. Sedangkan pupuk P, dosis 25 % memberikan hasil bobot buah total terbaik, berbeda nyata dengan dosis 0% per tanaman.

Infeksi Akar

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara berbagai dosis mikoriza dan pupuk P terhadap infeksi akar pada tanaman cabai rawit. Mikoriza secara tunggal berpengaruh nyata terhadap infeksi akar pada tanaman cabai rawit. Hasil analisis uji lanjut infeksi mikoriza pada tanaman cabai rawit pada setiap perlakuan berbagai dosis mikoriza dan pupuk P dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Infeksi mikoriza pada akar tanaman dengan perlakuan berbagai dosis mikoriza dan kombinasi pupuk P.

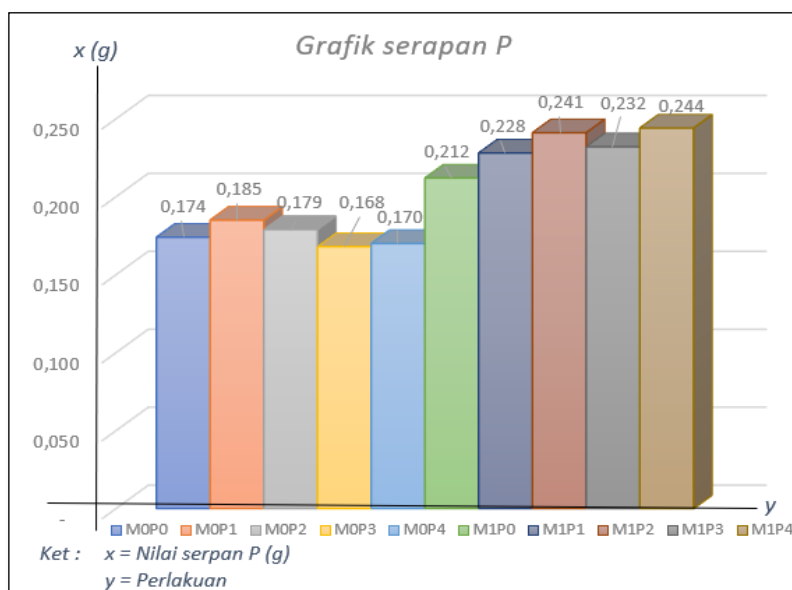
Dosis mikoriza (g)	Pupuk P (% dari dosis anjuran)					Total
	0	25	50	75	100	
0	10,00 b B	26,67 b A	23,33 b AB	10,00 b B	10,00 b B	16,00
15	73,33 a B	76,67 a B	83,33 a AB	93,33 a A	96,67 a A	84,67
Total	41,67	51,67	53,33	51,67	53,33	50,33

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNT taraf $\alpha = 0,05$.

Berdasarkan hasil uji lanjut BNT yang disajikan pada Tabel 7 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan tingkat infeksi mikoriza pada akar tanaman yang diberikan mikoriza dengan tanaman yang tidak diberikan mikoriza. Tabel 7 menunjukkan bahwa perlakuan dosis mikoriza 15 g per tanaman dan pupuk P 0, 25, 50, 75 dan 100 % dari dosis anjuran menghasilkan infeksi mikoriza lebih tinggi dari mikoriza 0 g per tanaman. Diantara berbagai perlakuan yang diteliti, perlakuan M1P4 memberikan hasil infeksi akar tertinggi pada tanaman cabai rawit.

Serapan P

Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kandungan fosfat pada jaringan tanaman. Data hasil uji laboratorium dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Serapan P pada jaringan tanaman cabai rawit pada umur 8 MST.

Pada Gambar 1 ditunjukkan bahwa pada perlakuan yang ditambahkan mikoriza 15 g pertanaman cenderung meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi dosis pupuk P namun tidak begitu berbeda. Pada perlakuan M1P4 menunjukkan serapan P tertinggi, hal ini diduga akibat tanaman yang bersimbiosis dengan mikoriza mampu mengoptimalkan P yang tersedia dalam tanah.

Pembahasan

Hasil penelitian mikoriza dan pupuk P berpengaruh secara tunggal pertumbuhan dan hasil tanaman cabai rawit dan hasil analisis ragam memberikan informasi bahwa perlakuan mikoriza 15 g per tanaman dan posfor 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% dari dosis anjuran berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter pengamatan dibandingkan dengan mikoriza 0 g per tanaman dan terjadi interaksi pada pengamatan infeksi akar.

Pertumbuhan dan produksi tanaman dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara yang cukup dan berimbang terutama unsur hara makro esensial, hal ini sejalan dengan konsep hukum minimum Liebig dimana pertumbuhan tanaman dibatasi oleh unsur yang paling sedikit tersedia, meskipun unsur lainnya tersedia dalam jumlah yang cukup (Mustaqim, 2018).

Hasil analisis laboratorium tanah awal sebelum penelitian menunjukkan bahwa kadar posfor (P_2O_5) tergolong rendah yakni 12,71 mg berdasarkan metode ekstraksi HCL 25%. Pada kondisi defisiensi P tanaman menerapkan beragam strategi untuk meningkatkan efisiensi penyerapan P, termasuk modifikasi morfologi akar, eksudasi asam organik dan pembentukan asosiasi simbiosis dengan jamur mikoriza (Khan *et al.*, 2023). Pada seluruh perlakuan yang ditambahkan mikoriza 15 g per tanaman terjadi infeksi pada jaringan akar yang ditandai dengan terdapat rambut akar, Vesikular dan Arbuskular pada jaringan akar tanaman. Infeksi tertinggi terjadi pada perlakuan dosis P 100 %.

Pertumbuhan Vegetatif Tanaman

Pertumbuhan vegetatif tanaman yang diamati terdiri dari tinggi tanaman, jumlah cabang, luas daun dan bobot kering brangkasan tanaman. Secara umum, tanaman yang diberi mikoriza menunjukkan peningkatan tinggi yang lebih baik di semua level dosis pupuk P. Rata-rata tinggi tanaman dengan mikoriza (88,00 cm) jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman tanpa mikoriza (69,73 cm). Ini menunjukkan bahwa aplikasi mikoriza memberikan peningkatan tinggi tanaman lebih baik dari perlakuan tanpa mikoriza. Hal ini diduga akibat penyerapan unsur hara P lebih optimal (Franczuk *et al.*, 2023), selain itu menurut Adetya *et al.*, (2018) unsur hara N dibutuhkan dalam jumlah yang besar untuk pertumbuhan vegetatif tanaman. Istina, (2016) Juga menyatakan bahwa Unsur N diperlukan tanaman dalam jumlah terbesar, terutama pada fase pertumbuhan vegetatif tanaman, nitrogen berdampak pada pembentukan dan pertumbuhan sel tanaman pada fase vegetatif.

Perlakuan pada tanaman yang diberikan mikoriza, pemberian pupuk P sebesar 50% menghasilkan tinggi tanaman tertinggi (99,33 cm) namun tidak berbeda signifikan dengan persentase dosis P lainnya. Ini mengindikasikan bahwa dosis 50% P sudah optimal ketika diberikan mikoriza 15 g per tanaman.

Perlakuan dosis mikoriza 15 g per tanaman memiliki rata-rata jumlah cabang yang lebih tinggi (74,07 cabang) dibandingkan dosis 0 g per tanaman (59,47 cabang). Peningkatan jumlah cabang ini menunjukkan bahwa mikoriza berperan positif dalam memacu pertumbuhan vegetatif tanaman, termasuk perkembangan cabang. Mikoriza

meningkatkan kapasitas tanaman dalam menyerap air dan nutrisi, terutama fosfor, yang sangat penting bagi pembelahan sel dan pertumbuhan tanaman. Penelitian oleh Etesami *et al.*, (2021) juga menyebutkan bahwa mikoriza dapat merangsang pertumbuhan vegetatif tanaman melalui peningkatan penyerapan nutrisi terutama nutrisi yang sangat dibutuhkan pada fase vegetatif. Selain nutrisi, mikoriza juga dapat meningkatkan serapan air oleh tanaman yang berdampak pada peningkatan metabolisme karbohidrat, protein dan zat pengatur tumbuh serta vitamin kepada inangnya yang dapat memacu pertumbuhan tanaman.

Tanaman yang diberi mikoriza dan pupuk P sebesar 50% memberikan hasil terbaik dengan rata-rata 81,67 cabang. Ini mengindikasikan adanya pengaruh positif antara mikoriza dan pupuk P pada dosis berimbang (50%). Penelitian oleh Franczuk *et al.*, (2023) mendukung hal ini, pemberian mikoriza dan penurunan dosis pupuk hingga 50% tidak menurunkan pertumbuhan dan produksi tanaman. Hal ini karena mikoriza dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk P, sehingga dosis yang lebih rendah dari anjuran sudah cukup untuk mencapai hasil yang optimal. Penelitian oleh Sharma *et al.*, (2017) juga menemukan bahwa mikoriza meningkatkan jumlah cabang dan pertumbuhan vegetatif pada tanaman cabai, terutama ketika dikombinasikan dengan dosis fosfor yang berimbang.

Tanaman yang tidak diberi mikoriza (0 g per tanaman) memiliki luas daun yang jauh lebih rendah, dengan rata-rata 856,30 cm². Sedangkan tanaman yang diberi mikoriza (15 g per tanaman) menunjukkan peningkatan luas daun yang signifikan dengan rata-rata 1939,83 cm². Pada perlakuan mikoriza 0 g per tanaman dan luas daun tertinggi terjadi bersamaan dengan pupuk P sebesar 50% dari dosis anjuran yaitu (1020,92 cm²), sedangkan pada perlakuan mikoriza 15 g per tanaman luas daun tertinggi dengan dosis P 25% dari dosis anjuran yaitu (2103,55 cm²). Pada dosis ini, tanaman menunjukkan respon yang optimal dan dosis yang lebih tinggi (75% dan 100%) masih memberikan hasil yang baik, meskipun sedikit menurun pada dosis 75% (1638,59 cm²).

Penelitian oleh Chairunnisak *et al.*, (2023) juga menunjukkan bahwa tanaman yang diberi mikoriza memiliki luas daun yang lebih besar dibandingkan tanaman yang tidak diberi mikoriza, terutama pada kondisi pemupukan fosfor yang berimbang. Hal ini juga diperkuat oleh penelitian Talanca, (2010) yang menyatakan bahwa pada tanaman yang sudah terinfeksi mikoriza juga menghasilkan hormon-hormon seperti sitokinin, auksin, dan giberilin. Hormon sitokinin juga mempengaruhi pertumbuhan daun. Tanaman dengan mikoriza dan pupuk P 25% menghasilkan luas daun terbesar (2103,55 cm²), menunjukkan bahwa penggunaan mikoriza dapat mengurangi kebutuhan akan pupuk kimia.

Tanaman yang tidak diberi mikoriza memiliki bobot kering brangkasan yang lebih rendah (12,63 g) dibandingkan tanaman yang diberikan mikoriza (28,61 g). Ini menunjukkan peran mikoriza dalam meningkatkan biomassa tanaman, termasuk brangkasan, yang merupakan bagian vegetatif penting dari tanaman. Mikoriza meningkatkan penyerapan nutrisi, terutama fosfor (P), yang merupakan elemen penting dalam metabolisme energi tanaman dan pembentukan jaringan tanaman. Temuan ini senada dengan hasil penelitian Adetya *et al.*, (2018) yang menyatakan tanaman cabai dengan perlakuan mikoriza memberikan hasil bobot brangkasan kering paling tinggi karena peningkatan berat kering tanaman dipengaruhi oleh pertumbuhan vegetatif tanaman itu sendiri seperti tinggi tanaman dan luas daun.

Pada tanaman tanpa mikoriza, pemberian pupuk P sebesar 25% dari dosis anjuran menghasilkan bobot kering tertinggi (13,77 g), tetapi semakin tinggi dosis P di atas 50%, bobot kering tidak mengalami peningkatan yang signifikan. Ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk P dalam jumlah berlebih tanpa mikoriza tidak efisien untuk meningkatkan bobot kering tanaman. Sebaliknya, pada tanaman yang diberi mikoriza, pemberian pupuk P hingga 50% dari dosis anjuran memberikan bobot kering tertinggi (33,53 g). Ini menegaskan bahwa mikoriza secara signifikan meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk P, sehingga tanaman mampu memanfaatkan dosis fosfor yang lebih rendah untuk meningkatkan produksi biomassa. Temuan ini juga diperkuat oleh pendapat Etesami *et al.*, (2021) Peningkatan laju serapan P dengan mikoriza disebabkan oleh tingginya efektivitas permukaan hifa dalam menyerap P dari tanah, dibandingkan dengan permukaan akar yang tidak terinfeksi mikoriza. Dosis pemupukan P yang lebih rendah sebesar 50% dan 25% dari anjuran tidak berkontribusi terhadap penurunan jumlah fosfor yang terakumulasi dalam hasil buah tanaman yang diteliti (Franczuk *et al.*, 2023). Sehingga tanaman mendapatkan unsur hara fosfor yang cukup.

Kombinasi mikoriza dengan pupuk P memberikan hasil terbaik pada dosis pupuk P 50%, dengan bobot kering brangkasan mencapai 33,53 g. Hal ini mengindikasikan adanya interaksi positif antara mikoriza dan pupuk P pada tingkat dosis yang lebih sesuai. Tanaman tanpa mikoriza, meskipun diberikan pupuk P dalam dosis tinggi, hanya mampu menghasilkan bobot kering brangkasan yang jauh lebih rendah. Ini menunjukkan pentingnya peran mikoriza dalam meningkatkan ketersediaan fosfor, yang mendukung pertumbuhan vegetatif lebih baik. Temuan ini sejalan dengan penelitian Ghaisani *et al.*, (2020) Berat kering tanaman berkaitan erat dengan pertumbuhan vegetatif tanaman, selain faktor unsur fosfat, unsur hara nitrogen juga diperlukan untuk meningkatkan berat kering tanaman. Peningkatan berat kering brangkasan pada tanaman cabai rawit diduga akibat serapan P dan N yang baik pada tanaman yang terinfeksi mikoriza, hal ini diperkuat oleh penelitian Meo, (2023) mikoriza dapat menyerap dan mengumpulkan Nitrogen, Fosfor, Kalsium dan Kalium dalam lebih baik dibandingkan dengan akar yang tidak bermikoriza.

Penggunaan mikoriza terbukti meningkatkan bobot kering brangkasan tanaman cabai rawit, terutama ketika dikombinasikan dengan dosis pupuk P yang ideal (25%-50% dari dosis anjuran).

Produktivitas Tanaman

Tanaman yang tidak diberi mikoriza memiliki jumlah buah rata-rata yang lebih rendah (47,40 buah) dibandingkan dengan tanaman yang diberi mikoriza (90,13 buah). Hal ini menunjukkan bahwa mikoriza berperan signifikan dalam meningkatkan produksi buah cabai rawit. Penelitian terdahulu juga menyampaikan hasil yang sama, dimana tanaman yang diberikan mikoriza memiliki jumlah buah yang lebih tinggi dari tanaman tanpa mikoriza (Abror, 2015). Hasil buah yang tinggi ini salah satu korelasi positif inokulasi mikoriza dalam penyerapan P. Peranan penting fosfat dalam fase generatif adalah pembentukan primordial bunga dan pemasakan buah dan biji. (Ghaisani *et al.*, 2020). Selain itu menurut Abror, (2015) peran fosfor juga sebagai kofaktor berbagai enzim, pergerakan stomata dan P mengotimalkan transportasi unsur hara dan asimilat dari daun keseluruh jaringan, hal ini mengakibatkan fotosintat bertambah dan meningkatkan hasil, demikian pula serapan N yang tinggi oleh tanaman menyebabkan pembentukan protein yang lebih banyak pada buah.

Pada tanaman yang tidak diberi mikoriza, jumlah buah tertinggi diperoleh pada dosis pupuk P 25% dari dosis anjuran (64,67 buah), sedangkan dosis pupuk yang lebih tinggi tidak memberikan hasil yang signifikan dan bahkan cenderung menurun pada dosis 100% (30,67 buah). Ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk P dalam dosis tinggi tanpa mikoriza tidak efektif dalam meningkatkan jumlah buah. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya, di mana fosfor yang berlebihan tanpa keberadaan mikoriza tidak dapat diserap secara optimal oleh tanaman, karena fosfor cenderung terikat di tanah dalam bentuk yang tidak tersedia bagi tanaman.

Tanaman yang tidak diberi mikoriza memiliki bobot buah rata-rata yang lebih rendah (82,87 g) dibandingkan dengan tanaman yang diberi mikoriza (147,06 g). Ini menegaskan bahwa mikoriza memiliki peran signifikan dalam meningkatkan bobot buah cabai rawit. Penelitian lain juga menunjukkan hasil tanaman yang diberi mikoriza memiliki bobot buah lebih tinggi dari tanaman yang tidak diberikan mikoriza seiring dengan jumlah buah yang juga lebih tinggi (Abror, 2015).

Studi oleh Smith, (2009) menyebutkan bahwa mikoriza dapat meningkatkan bobot buah dengan meningkatkan ketersediaan hara, termasuk fosfor, yang membantu proses fisiologis tanaman menjadi lebih efisien. Tanaman yang diberi mikoriza mampu memanfaatkan nutrisi lebih baik, yang menghasilkan peningkatan bobot buah.

Pada tanaman tanpa mikoriza, bobot buah tertinggi tercapai pada pemberian pupuk P sebesar 25% dari dosis anjuran (107,27 g), sementara pemberian pupuk P yang lebih tinggi tidak menghasilkan peningkatan yang signifikan, bahkan cenderung menurun pada dosis 100% (61,87 g). Ini mengindikasikan bahwa tanpa bantuan mikoriza, tanaman tidak dapat memanfaatkan fosfor secara optimal, sehingga pemberian pupuk dalam jumlah berlebih tidak efektif meningkatkan bobot buah. Fosfor yang diberikan dalam jumlah berlebihan cenderung terikat dalam bentuk yang tidak tersedia bagi tanaman.

Pada tanaman yang diberi mikoriza, bobot buah tertinggi diperoleh pada pemberian pupuk P 50% dari dosis anjuran (154,57 g), dan bahkan pada dosis yang lebih tinggi (75% dari dosis anjuran), bobot buah tetap tinggi (175,13 g). Ini menunjukkan bahwa mikoriza mampu meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk P. Tanaman yang diberi mikoriza dapat mencapai bobot buah yang lebih tinggi dengan dosis pupuk P yang lebih rendah dibandingkan tanaman tanpa mikoriza. Hal ini karena mikoriza memperluas area penyerapan akar dan memfasilitasi penyerapan fosfor serta nutrisi lainnya.

Infeksi Akar dan Serapa Fosfat

Dari hasil penelitian terhadap infeksi mikoriza, terlihat bahwa tanaman yang tidak diberi mikoriza (dosis mikoriza 0) menunjukkan persentase infeksi yang sangat rendah, dengan nilai berkisar antara 10% hingga 26,67%. Ini konsisten dengan kenyataan bahwa tanpa inokulasi mikoriza, akar tanaman tidak memiliki hubungan simbiotik dengan jamur mikoriza, sehingga infeksi terjadi secara alami dengan intensitas yang rendah atau bahkan tidak ada.

Sebaliknya, pada perlakuan dengan dosis mikoriza (15 g), tingkat infeksi mikoriza meningkat drastis, mencapai 73,33% hingga 96,67% tergantung pada dosis pupuk P yang diberikan. Ini menunjukkan bahwa inokulasi mikoriza secara efektif meningkatkan kolonisasi akar tanaman cabai rawit. Studi oleh Smith, (2009) menyatakan bahwa inokulasi mikoriza pada akar tanaman dapat meningkatkan persentase infeksi mikoriza hingga lebih dari 80%, tergantung pada kondisi lingkungan dan jenis tanaman. Hal ini memperkuat bukti bahwa inokulasi mikoriza sangat berpengaruh terhadap kolonisasi akar.

Pada tanaman tanpa mikoriza, tingkat infeksi mikoriza cenderung rendah pada semua level pemberian pupuk P, dengan nilai tertinggi sebesar 26,67% pada dosis pupuk P 25%. Ini mungkin menunjukkan adanya mikoriza alami di tanah, tetapi populasinya kompatibilitasnya tidak cukup untuk mendukung tingkat infeksi yang tinggi. Lebih jauh lagi, pemberian pupuk P yang tinggi (75% dan 100% dari dosis anjuran) tanpa inokulasi mikoriza justru menurunkan infeksi

mikoriza (10%), yang bisa disebabkan oleh peningkatan ketersediaan fosfor yang mengurangi ketergantungan tanaman pada simbiosis mikoriza.

Pada perlakuan dengan inokulasi mikoriza dan pemberian pupuk P, terlihat bahwa tingkat infeksi mikoriza tertinggi tercapai pada dosis pupuk P 100% (96,67%) dan 75% (93,33%), diikuti oleh 50% (83,33%) dan 25% (76,67%). Temuan ini juga sesuai dengan hasil penelitian Adetya *et al.*, (2018) yang menunjukkan bahwa kombinasi mikoriza dengan konsentrasi pupuk P semakin meningkat menghasilkan infeksi mikoriza yang semakin baik. Pemberian pupuk P dalam dosis yang sesuai tidak menghambat infeksi mikoriza, tetapi justru mendukung pertumbuhan mikoriza yang optimal. Hasil uji BNT menunjukkan bahwa infeksi mikoriza secara signifikan berbeda antara perlakuan tanpa dan dengan inokulasi mikoriza. Tanaman yang diinokulasi dengan mikoriza menunjukkan tingkat infeksi yang jauh lebih tinggi, dan pemberian pupuk P hingga dosis 100% tetap menghasilkan kolonisasi mikoriza yang baik, dengan nilai infeksi tertinggi pada dosis pupuk P 100% (96,67%). Tingginya infeksi, menurut penulis akibat metode analisis infeksi yang digunakan. Analisis infeksi dengan metode kormanik dan McGraw (1982), yakni setiap potong akar yang diamati dengan mikroskop tidak menunjukkan selisih temuan infeksi, antara satu perlakuan dengan perlakuan lainnya ternyata hanya selisih 1 - 2 potong akar saja yang tidak terinfeksi..

Dari hasil analisis laboratorium (Gambar 1) menunjukkan bahwa serapan fosfat tanaman yang diberi mikoriza lebih tinggi dari pada tanaman yang tidak diberi mikoriza. Data hasil laboratorium menunjukkan akumulasi kandungan fosfat tertinggi terdapat pada perlakuan mikoriza dan P 75% namun tidak berbeda nyata dengan konsentrasi P 50% dan 25%. Penelitian terdahulu juga menyampaikan temuan bahwa mikoriza mempunyai kemampuan untuk berasosiasi dengan seluruh jenis tanaman dan membantu dalam meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara terutama fosfat (Abror, 2015). Penelitian Hapsani & Basri, (2018) juga mengkonfirmasi temuan bahwa penggunaan mikoriza dapat meningkatkan kandungan fosfat pada jaringan tanaman jagung, singkong dan sorgum. Serapan fosfat yang optimal menjadi faktor dasar tanaman cabai yang diinfeksi mikoriza dapat menyerap unsur hara dengan baik sehingga seluruh parameter yang diteliti pada tanaman yang diberikan mikoriza lebih baik dari tanaman yang tidak diberikan mikoriza baik pada pertumbuhan vegetatif maupun generatif.

KESIMPULAN

Pada keseluruhan parameter pengamatan, faktor tunggal penggunaan mikoriza memberikan hasil lebih tinggi dari tanaman tanpa mikoriza. Perlakuan mikoriza dosis 15 g per tanaman dan pupuk P 50% dari dosis anjuran menghasilkan pertumbuhan dan hasil terbaik pada tanaman cabai rawit. Infeksi akar pada mikoriza terbukti meningkatkan serapan fosfat, sehingga mikoriza mampu mengurangi penggunaan pupuk P hingga 25-50% dan memberikan hasil terbaik. Hasil penelitian ini mengindikasikan, penggunaan mikoriza sangat tepat pada kondisi tanah masam (ultisol) dengan ketersediaan P rendah atau terikat oleh Al atau Fe.

DAFTAR PUSTAKA

- Abror, M. (2015). Pengaruh pemberian Mikoriza terhadap efisiensi penyerapan fosfat dan pertumbuhan dan produksi Cabai Rawit (*Capsicum frutescens L.*). *Jurnal Universitas Muhammadiyah Sidoarjo*, 12(1), 3.
- Adetya, V., Nurhatika, S., & Muhibuddin, A. (2018). Pengaruh Pupuk Mikoriza Terhadap Pertumbuhan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) di Tanah Pasir. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 7(2), 77.
- Firnia, D. (2018). Dinamika Unsur Fosfor pada tiap Horison Profil Tanah Masam. *Jur. Agroekotek Universitas Sultan Ageng Tirtayasa*, 10(1), 45–52.
- Franczuk, J., Tartanus, M., Rosa, R., Zaniewicz-Bajkowska, A., Dębski, H., Andrejiová, A., & Dydiv, A. (2023). The Effect of Mycorrhiza Fungi and Various Mineral Fertilizer Levels on the Growth, Yield, and Nutritional Value of Sweet Pepper (*Capsicum annuum L.*). *Agriculture(Switzerland)*, 13(4), 1–19. <https://doi.org/10.3390/agriculture13040857>.
- Harlis, & Murni, P. (2008). Pengaruh Jenis dan Dosis Cendawan Mikoriza Arbuskular Terhadap Pertumbuhan Cabai (*Capsicum annuum L.*) Pada Tanah Ultisol. *Biospecies*, 1(2), 59–62.
- Istina, I. N. (2016). Peningkatan Produksi Bawang Merah Melalui Teknik Pemupukan NPK. *Jurnal AGRO*, 3(1), 36–42. <https://doi.org/10.15575/810>.
- Khan, F., Siddique, A. B., Shabala, S., Zhou, M., & Zhao, C. (2023). Phosphorus Plays Key Roles in Regulating Plants' Physiological Responses to Abiotic Stresses. *Plants*, 12(15). <https://doi.org/10.3390/plants12152861>.
- Mustaqim, W. A. (2018). Hukum Minimum Liebig - Sebuah Ulasan dan Aplikasi Dalam Biologi Kontemporer. *Bumi Lestari Journal of Environment*, 18(1), 28. <https://doi.org/10.24843/blje.2018.v18.i01.p04>.
- Nasamsir, N., Nengsih, Y., & Purba, H. P. (2022). Kandungan Pospor-tersedia Pada Berbagai Kondisi Lahan Yang Berbeda dan Produktivitas Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis Jacq.*) Afdeling IV Rimsa PTPN VI Persero Rimbo Bujang Kabupaten Tebo Jambi. *Jurnal Media Pertanian*, 7(1), 11. <https://doi.org/10.33087/jagro.v7i1.142>.
- Rianditya, O., & Hartatik, S. (2018). Pengaruh Pemberian Pupuk Fosfor Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Var. Bululawang hasil Mutasi. *Berkala Ilmiah PERTANIAN*, 5(1), 52–57.

- Robifahmi, N., Anas, I., Setiadi, Y., Ishak, & Citraresmini, A. (2020). Uji Kemampuan Mikoriza dalam Meningkatkan Serapan P, Efisiensi Pupuk dan Hasil Tanaman Sorgum pada Tanah Latosol Menggunakan Teknik Isotop ^{32}P . *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop Dan Radiasi*, 16(1), 50.
- Sekretariat Jenderal Pertanian,.(2022). Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. *Pusat Data Dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal-Kementerian Pertanian 2022*, i–62.
- Syarif, A. (2022). Pengaruh Amelioran terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens L.*). *Jagro Universitas Batanghari*, 7(2), 148–157. <https://doi.org/10.33087>.