

Pengaruh Fungsi Mikoriza Arbuskular (FMA) dan Dosis Pupuk NPK terhadap Hasil Bawang Merah di Tanah Aluvial

Priska Via Cintya^{1)*}, Iwan Sasli²⁾, Tris Haris Ramadhan²⁾

¹⁾Program Studi Magister Agroteknologi, Jurusan Budidaya Pertanian,
Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Kalimantan Barat

²⁾Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura, Pontianak

Email: priskaviacintya@gmail.com

Abstract

*Alluvial soil holds considerable potential for shallot (*Allium ascalonicum* L.) cultivation, but unfavorable physical and chemical properties — including nutrient deficiency and low permeability — remain major limiting factors. Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) combined with balanced NPK fertilization offers a strategic alternative to improve nutrient and water uptake efficiency under such constraints. This study aimed to examine the effect of AMF inoculation and NPK fertilizer dose on the yield of shallot grown in alluvial soil. A split-plot design based on a randomized complete block design was used, with AMF (non-mycorrhiza and mycorrhiza) as the main plot factor and NPK dose (650, 550, and 450 kg/ha) as the subplot factor. Results showed that the interaction between AMF inoculation and NPK dose significantly affected the physiological parameters and yield components of shallot. The combination of AMF inoculation and 550 kg/ha NPK produced the best outcome, maintaining fresh tuber weight per clump and relative growth rate (at 21–28 and 28–35 days after planting) that were statistically comparable to the highest-input treatment (non-mycorrhiza, 650 kg/ha NPK), while reducing fertilizer input by 100 kg/ha*

Keywords: *alluvial soil; arbuskular mycorrhizal fungi; NPK; shallot*

PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) adalah salah satu komoditas hortikultura utama di Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan peranan strategis dalam menjaga stabilitas inflasi nasional. Kebutuhan akan bawang merah terus meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk, perkembangan industri kuliner dan diversifikasi pemanfaatan produk olahan hortikultura. Produksi bawang merah di Kalimantan Barat pada tahun 2020 226,9 ton, tahun 2021 sebanyak 103,7 ton, dan pada tahun 2022 44,04 ton (BPS, 2023). Keberhasilan budidaya bawang merah dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah media tumbuh. Bawang merah dapat tumbuh dengan baik di tanah yang gembur, drainase baik, mengandung bahan organik yang baik, subur, dan memiliki pH relatif basa berkisar 5,6 – 6,5. Salah satu tanah yang umum digunakan untuk budidaya bawang merah adalah tanah aluvial.

Pengembangan bawang merah untuk wilayah Kalimantan Barat memiliki potensi yang besar bila dikembangkan sebagai kawasan agribisnis hortikultura baru khususnya untuk tanaman bawang merah. Kendati demikian, pemanfaatan lahan-lahan suboptimal seperti tanah aluvial yang ada di Kalimantan Barat memiliki kendala fisik dan kimia. Karakteristik utama tanah aluvial yakni bertekstur liat, lembab, basah, dan kering serta memiliki permeabilitas yang rendah. Tanah ini memiliki permasalahan yakni miskin akan kandungan unsur hara dan tergolong tanah yang tidak subur baik secara fisik maupun kimia.

Berdasarkan uraian di atas, usaha-usaha intensifikasi sangat diperlukan dalam hal ini, yaitu dengan perbaikan teknik budidaya yang dapat memberikan kondisi sesuai bagi tanaman bawang merah. Alternatif yang dapat dikembangkan untuk mengatasi masalah tersebut adalah pemanfaatan FMA dan berbagai dosis pupuk NPK yang digunakan. Penggunaan pupuk NPK secara berlebihan dalam jangka waktu yang panjang tidak hanya meningkatkan biaya produksi secara tidak efisien, tetapi juga mempercepat degradasi struktur tanah, mengganggu aktivitas mikroorganisme dan memicu permasalahan lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan sebuah

pendekatan strategis melalui integrasi pengelolaan hara kimia dan pemanfaatan agen hayati guna mengoptimalkan efisiensi serapan hara sekaligus memperbaiki respons fisiologis tanaman bawang merah.

FMA memiliki peran fungsional yakni sebagai bioprosesor dimana FMA dapat membantu tanaman dalam menyerap hara dan air dari lokasi yang tidak terjangkau oleh akar rambut dengan memperluas permukaan akar. Hal ini menunjukkan bahwa FMA mempunyai kontribusi penting dalam kesuburan tanah dengan meningkatkan kemampuan tanaman dalam penyerapan air dan unsur hara, seperti fosfat, kalsium, natrium, mangan, kalium magnesium maupun tembaga. Selain itu, serapan air yang lebih besar oleh tanaman bermikoriza dapat membawa unsur hara yang mudah larut dan terbawa oleh aliran massa seperti P, K, dan S sehingga serapan unsur tersebut juga makin meningkat.

Tidak hanya serapan hara melalui aliran masa, serapan posfat yang tinggi juga disebabkan karena hifa fungi mengeluarkan enzim phosphatase yang mampu melepaskan posfat dari ikatan spesifik, sehingga unsur tersebut tersedia bagi tanaman. Pemupukan adalah upaya dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara didalam tanah dengan menggunakan pupuk organik atau pupuk kimia. Pupuk kimia seperti NPK, berperan penting dalam menyediakan unsur hara didalam tanah, sehingga dapat membantu meningkatkan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman serta hasil panen.

Tingkat keefektifan pemanfaatan FMA dalam hal ini dapat tinjau dari peranan simbiosisnya dengan akar tanaman bawang merah yang diduga akan memberikan pengaruh terhadap morfologi dan fisiologi yang dicirikan oleh bawang merah akibat adanya perlakuan pupuk NPK. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas inokulasi FMA dan pemberian berbagai dosis pupuk NPK terhadap berat segar umbi perumpun dan laju pertumbuhan relatif pada tanaman bawang merah.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Jalan Pararel Perbatasan, Kecamatan Jagoi Babang, Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat, pada bulan Desember-Februari 2025. Bahan yang digunakan meliputi umbi bawang merah varietas bima brebes, tanah aluvial, fungi mikoriza arbuskula, polybag ukuran 20x20 cm, arang sekam padi, pupuk kandang ayam, kapur pertanian, dan pupuk NPK.

Penelitian menggunakan Rancangan Petak Terbagi (*split plot*) dengan pola rancangan acak kelompok. Faktor petak utama faktor fungi mikoriza arbuskula (M): m_0 (tanpa pemberian fungi mikoriza arbuskula) dan m_1 (pemberian fungi mikoriza arbuskula). Anak petak pupuk NPK (P): p_1 (650 kg/ha), p_2 (550 kg/ha) dan p_3 (450 kg/ha). Setiap percobaan diulang sebanyak 3 kali ulangan dan setiap perlakuan diambil 7 sampel, sehingga jumlah keseluruhan yakni 378 tanaman.

Adapun parameter pengamatan yang dilakukan yakni terdiri dari berat segar umbi perumpun dan laju pertumbuhan relatif. Pengamatan berat segar umbi perumpun dihitung setelah panen yang terdiri dari umbi dan daun. Pengamatan laju pertumbuhan relatif dilakukan secara berkala mulai umur 2 MST sampai 5 MST menggunakan tanaman sampel destruktif kemudian dikeringkan menggunakan oven selama 36 jam dengan suhu 100°C sampai berat kering tanaman konstan dan selanjutnya tanaman ditimbang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Besar Segar Umbi Perumpun (g)

Berat segar umbi perumpun bawang merah menurut hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi interaksi yang berpengaruh nyata akibat inokulasi mikoriza dan dosis pemupukan NPK. Selanjutnya hasil uji BNJ menunjukkan bahwa penurunan dosis pupuk NPK pada tanaman bawang merah yang bermikoriza menunjukkan adanya peningkatan terhadap parameter berat segar umbi perumpun. Rata-rata berat segar umbi tertinggi diperoleh pada perlakuan tanpa mikoriza dan NPK 650 kg/ha sebesar 97,92 g, namun berbeda tidak nyata dibandingkan dengan pemberian mikoriza dan NPK 650 kg dan perlakuan mikoriza dan NPK 550 kg/ha.

Tabel 1. Rata-rata berat segar umbi perumpun (g) pada interaksi perlakuan fungi mikoriza arbuskula dan dosis pupuk NPK

Perlakuan		Rata-rata Berat Basah
Mikoriza	Pupuk NPK (Kg)	
Tanpa Mikoriza	650	97,92 a
Tanpa Mikoriza	550	76,31 c
Tanpa Mikoriza	450	76,57 c
Mikoriza	650	94,59 a
Mikoriza	550	94,04 a
Mikoriza	450	84,11 b
BNJ 5%		4,57

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom, berbeda tidak nyata berdasarkan uji BNJ 5%

Hasil akhir berupa berat segar umbi perumpun merupakan cerminan integral dari seluruh proses fisiologi, mulai dari asimilasi karbon, pembelahan sel hingga berat kering tanaman. Interaksi antara pemberian mikoriza dan dosis pupuk NPK memberikan pengaruh yang signifikan terhadap komponen hasil bawang merah, khususnya pada variabel berat segar umbi perumpun. Fenomena ini menunjukkan adanya efisiensi serapan hara yang dimediasi oleh mikoriza ketika ketersediaan pupuk didalam tanah dikurangi. Pada kondisi tanpa mikoriza, penurunan dosis pupuk NPK yang lebih rendah (550 kg/ha dan 450 kg/ha) menyebabkan penurunan berat segar umbi yang sangat tajam dan signifikan, yaitu dari 97,92 turun menjadi 76,31 dan 76,57 g. Hal ini membuktikan bahwa tanpa inokulasi mikoriza, tanaman bawang merah sangat bergantung pada input pupuk yang tinggi untuk mencapai pertumbuhan optimal. Ketika dosis pupuk dikurangi, ketersediaan unsur hara didalam tanah menjadi pembatas, sehingga menurunkan laju fotosintesis dan translokasi asimilat ke umbi.

Hal yang menarik terjadi Ketika mikoriza diplikasikan kedalam tanah. Ketika dosis NPK diturunkan dari 650 kg/ha ke 550 kg/ha pada perlakuan bermikoriza, berat segar umbi tidak mengalami penurunan yang nyata. Fenomena ini menunjukkan bahwa aplikasi mikoriza mampu menghemat penggunaan pupuk NPK hingga taraf dosis 550 kg/ha tanpa menurunkan produktivitas tanaman. Secara biologis, hifa eksternal mikoriza memperluas zona perakaran tanaman dibandingkan akar pada umumnya tanpa mikoriza. Peningkatan ini tentunya sejalan dengan kemampuan mikoriza yang memaksimalkan perannya dengan memperluas area penyerapan, memungkinkan tanaman untuk menyerap nutrisi yang sebelumnya tidak dapat diserap secara langsung (Sarah, 2022).

Mikoriza berasosiasi dengan akar tanaman yang memperluas bidang serapan air, dan unsur hara dimana hifa mikoriza sendiri berukuran lebih halus dari bulu-bulu akar yang memungkinkan untuk masuk kedalam pori-pori tanah sehingga mampu menyerap air pada kondisi kadar air yang sangat rendah (Basri, 2018). Penyerapan hara oleh mikoriza akan meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman, yang mendukung pertumbuhan, produksi buah dan kekebalan terhadap penyakit (Suryatmana *et al.*, 2023). Menurut penelitian Suhardjadinata *et al.*, (2020), aplikasi mikoriza mengurangi penggunaan pupuk hingga 50% dari dosis rekomendasi dan meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat. Peningkatan ini sejalan dengan hasil penelitian Subardja (2016) dimana pemanfaatan mikoriza membantu penyerapan hara fosfor yang berperan aktif pada masa pertumbuhan daun dan perkembangan organ fotosintesis.

Peningkatan pada berat segar umbi bawang merah ini berkorelasi linear dengan tingginya LPR pada fase-fase kedepannya. Dimana pasokan unsur hara dan air yang efisien akan menghasilkan luas daun maksimal sehingga akan berdampak pada proses fotosintesis. Karbohidrat yang diproduksi pada daun kemudian akan ditranslokasikan menuju umbi (*bulb*) dimana berfungsi sebagai *sink*. Mikoriza mempermudah suplai unsur hara yang memicu sintesis pati didalam umbi, serta hara K yang mendorong translokasi sukrosa melalui pembuluh floem (Marschner, 2012).

Laju Pertumbuhan Relatif

Laju pertumbuhan relatif (LPR) merupakan salah satu indikator fisiologis penting yang mencerminkan kemampuan tanaman dalam mengakumulasi bobot kering per satuan bobot kering awal dalam satu periode tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi interaksi yang berpengaruh nyata akibat inokulasi mikoriza dan dosis pemupukan NPK pada parameter LPR 21-28 HST (fase vegetatif) dan 28-35 HST (fase generatif). Rata-rata LPR pada 21-28 HST dan 28-35 HST tertinggi diperoleh pada pemberian mikoriza dan NPK 650 kg namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan mikoriza dan NPK 550 kg/ha.

Tabel 2. Rata-rata laju pertumbuhan relatif (LPR) pada interaksi perlakuan fungsi mikoriza arbuskula dan dosis pupuk NPK

Perlakuan		Laju Pertumbuhan Relatif 21-28	Laju Pertumbuhan Relatif 28-35
Mikoriza	Pupuk NPK (Kg)		
Tanpa Mikoriza	650	1,332 b	1,33 b
Tanpa Mikoriza	550	1,218 c	1,21 c
Tanpa Mikoriza	450	1,278 bc	1,27 bc
Mikoriza	650	1,575 a	1,57 a
Mikoriza	550	1,511 a	1,51 a
Mikoriza	450	1,328 b	1,33 b
BNJ 5%		0,07	0,07

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom, berbeda tidak nyata berdasarkan uji BNJ 5%

Pada periode 21-28 HST, tanaman yang diinokulasi mikoriza menunjukkan tren LPR yang lebih tinggi dan stabil dibandingkan dengan tanaman bawang merah tanpa mikoriza. Pada periode 21-28 HST, tingginya nilai LPR didorong oleh percepatan pembelahan sel dan pembentukan organ fotosintetik (daun) yang optimal. Sehingga fase vegetatif ini, tanaman membutuhkan suplai hara makro yang cepat guna mendukung pembelahan sel dan pembentukan klorofil. Menurut Taiz *et al.*, (2015), ketersediaan nitrogen yang optimal berperan langsung dalam sintesis asam amino dan protein struktural yang menyusun kloroplas, sedangkan hara P sangat krusial dalam transfer energi berupa ATP. Mikoriza berperan sebagai akselerator serapan hara P pada tanah aluvial yang secara alami memiliki masalah fiksasi P tinggi oleh mineral liat melalui sekresi enzim fosfatase asam.

Mekanisme simbiosis mutualisme mikoriza mempermudah aliran massa air dan hara terlarut menuju akar tanaman. Mikoriza dapat meningkatkan efisiensi pemupukan NPK karena membentuk simbiosis mutualistik dengan akar tanaman yang memperluas jaringan serapan hara melalui miselium eksternal yang jauh lebih luas dibandingkan akar tanaman sendiri, sehingga memperbaiki serapan N dan P dari pupuk serta tanah, yang pada akhirnya proses metabolisme tanaman dapat lebih efektif dan mendukung dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Tanaman yang terinfeksi mikoriza memiliki efisiensi serapan nutrisi yang lebih baik melalui jaringan miselium mikoriza, sedangkan tanpa mikoriza penurunan dosis NPK langsung berdampak negatif pada pertumbuhan karena keterbatasan akses hara di rizosfer (Wu *et al.*, 2024). Tingginya kandungan air dan hara yang dibutuhkan tanaman pada masa pertumbuhan, menjadikan proses fotosintesis berlangsung baik. Menurut Rahmah (2014), terjadinya peningkatan biomassa suatu tanaman yang dapat menggambarkan laju pertumbuhan relatif suatu tanaman pada fase-fase pertumbuhannya dikarenakan tanaman menyerap air dan unsur hara lebih banyak, unsur hara memacu pertumbuhan akar sehingga tanaman akan menyerap hara dan air lebih banyak.

Memasuki fase 28-35 HST, terjadi transisi fisiologis dimana tanaman bawang merah mulai mengalihkan akumulasi asimilat dari pertumbuhan vegetatif ke generatif yakni pembentukan umbi. Data penelitian menunjukkan keunggulan nilai LPR pada perlakuan kombinasi mikoriza dengan dosis pupuk NPK yang berimbang. Kehadiran mikoriza berperan sebagai bioaktivator dan

bioprotektor yang menjaga stabilitas fisiologis tanaman. Ketersediaan hara kalium (K) dari pupuk NPK yang diserap secara efektif oleh tanaman bermikoriza memegang peranan krusial pada fase ini dimana hara tersebut bertujuan untuk optimalisasi komponen hasil tanaman.

Beberapa hasil penelitian mengungkapkan bahwa tanaman bermikoriza memiliki produksi buah lebih tinggi karena peningkatan efisiensi fotosintesis, translokasi fotosintat, serta peningkatan integritas jaringan buah selama proses pembesaran (Franczuk *et al.*, 2023; Subedi *et al.*, 2023). Efisiensi pemupukan NPK yang meningkat pada tanaman bermikoriza juga menyebabkan penggunaan pupuk yang lebih hemat namun tetap menghasilkan produksi buah yang lebih besar, integrasi mikoriza dan NPK dapat meningkatkan bobot buah secara signifikan meskipun dosis pupuk diturunkan (Khan *et al.*, 2022).

KESIMPULAN

Efektivitas inokulasi fungi mikoriza arbuskula dan pupuk NPK berpengaruh nyata terhadap peningkatan berat segar umbi perumpun dan laju pertumbuhan relatif (21-28 HST dan 28-35 HST). Pemberian mikoriza dan pupuk NPK 550 kg/ha secara konsisten mampu meningkatkan berat segar umbi perumpun dan nilai laju pertumbuhan relatif 21-28 HST dan 28-35 HST. Inokulasi mikoriza terbukti efektif memodifikasi kapasitas hidrolik perakaran tanaman sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan air sekaligus pupuk NPK.

Penelitian lanjutan disarankan untuk menambah parameter hasil lain, seperti jumlah umbi per rumpun dan diameter umbi, serta mengkaji aspek ekonomi berupa efisiensi biaya pupuk pada kombinasi mikoriza dan dosis NPK yang diuji, guna memperkuat rekomendasi dosis pupuk NPK optimal pada budidaya bawang merah bermikoriza di tanah aluvial secara agronomis maupun finansial.

REFERENSI

- Basri, AHH. 2018. *Kajian Peranan Mikoriza Dalam Bidang Pertanian*. Agrica Ekstensia. Vol.12(2):74-78
- BPS, Kal-Bar. 2023. *Produksi Tanaman Sayuran dan Buah Semusim*. Kalimantan Barat: Badan Pusat Statistik
- 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*, 13(4), 857. <https://doi.org/10.3390/agriculture13040857>
- Khan, Y., Shah, S., & Hui, T. 2022. The Roles of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Influencing Plant Nutrients, Photosynthesis, and Metabolites of Cereal Crops—A Review. *Agronomy*, 12(9), 2191. <https://doi.org/10.3390/agronomy12092191>
- Marschner, P. 2012. *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants (3rd ed)*. San Diego: Academic Press
- Rahmah, A. 2014. Pengaruh Pupuk Organik Cair Berbahan Dasar Limbah Sawi Putih (*Brassica Chinensis* L.) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung Manis (*Zea mays* L. var. *saccharata*). *Laporan Penelitian*. Universitas Diponegoro. Semarang
- Sarah, M., & Retno, D. 2022. Identifikasi Fungi Mikoriza Arbuskula Pada Areal Tanaman Perkebunan Dan Hortikultura Di Desa Pemo Kelimutu. *AGRICA*, Vol.15(2)
- Subardja, D., Sofyan, R. Markus, A., Sukarman., Erna. S., Rudi., Subandino. 2014. *Klasifikasi Tanah Nasional*. Balai Besar Penelitian Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor. 45 Hal
- Suhardjadinata, F. Kurniati, dan D. H. N. Lulu. 2020. Pengaruh inokulasicendawan mikoriza arbuskular dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Media Pertanian*, 5(1), hh. 20 –30
- Suryatmana, P., Silvia, L., Setiawati, M. R., Sofyan, E. T., Kamluddin, N. N., dan Fitriatin, B. N. 2023. Status Hara (Rasio C/N dan C/P), Derajat Infeksi Akar dan Bobot Kering Tanaman Jagung (*Zea mays*) Akibat Perlakuan Inokulasi Mikoriza dan Aplikasi Kompos pada *Inceptisol Jatnangor*, "soil rens, 21(1), hal. 18-25

- Taiz, L., E. Zeiger, I.M. Møller, dan A. Murphy. 2015. Plant physiology and development. 6th ed. Sinauer Associates. Massachusetts.
- Wu, Y., Chen, C., & Wang, G. 2024. Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi improves plant biomass and nitrogen and phosphorus nutrients: a meta-analysis. BMC Plant Biology. 24: 960. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-05638-9>