

## EFEKTIVITAS MIKORIZA DAN FOSFOR DARI BATUAN FOSFAT PADA PERTUMBUHAN DAN HASIL TERONG UNGU (*SOLANUM MELONGENA L.*)

### *Effectiveness of Mycorrhiza and Phosphorus of Phosphate Rock on Growth and Yield of Eggplant (*Solanum melongena L.*)*

Lilik Tri Indriyati<sup>1)\*</sup>, Marsya Muthya Zahran<sup>2)</sup>, Arwani Maulida Yusra<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB University, Jalan Meranti, Kampus IPB Darmaga 16680.

<sup>2)</sup> Program Studi Manajemen Sumberdaya Lahan, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB University, Jalan Meranti, Kampus IPB Darmaga 16680.

#### ABSTRACT

*In this study, effect of biofertilizer of mycorrhiza and phosphate rock on growth and yield of eggplant (*Solanum melongena L.*) under different fertilization rates had investigated. Biofertilizer of mycorrhiza were applied to soil as 0, 10, and 20 g per planting hole, meanwhile grinded phosphate rock were added into soil as 0, 45, and 90 kg  $P_2O_5$  ha<sup>-1</sup>. Interaction between mycorrhiza and phosphate rock significantly increased the height of eggplant, average weight of an eggplant, and eggplant yield compared to no fertilization treatment. Mycorrhiza application significantly increased the height of eggplant and the average weight of an eggplant, whereas phosphate rock application affected significantly only on the height of eggplant. In the treatment at 0 doses of phosphate rock with double doses of mycorrhiza showed that the average weight of an eggplant were significantly higher than without mycorrhiza application. It was determined that mycorrhiza had positive effect on growth and yield of eggplant and phosphorus bioavailability to eggplant.*

**Keywords:** mycorrhiza, P nutrient, phosphate rock, eggplant

#### ABSTRAK

Dalam percobaan ini dilakukan penelitian pengaruh pupuk hayati mikoriza dan batuan fosfat terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman terong (*Solanum melongena L.*) dengan takaran pupuk yang berbeda. Pupuk hayati mikoriza diberikan ke tanah sebesar 0, 10, dan 20 g per lubang tanam, sementara batuan fosfat yang telah dihaluskan diberikan ke tanah sebesar 0, 45, dan 90 kg  $P_2O_5$  ha<sup>-1</sup>. Interaksi antara mikoriza dan batuan fosfat nyata meningkatkan tinggi tanaman terong, bobot rata-rata terong per buah, dan hasil terong dibandingkan dengan tanpa pemberian pupuk. Aplikasi mikoriza nyata meningkatkan tinggi tanaman terong dan bobot rata-rata terong per buah, sedangkan aplikasi batuan fosfat hanya nyata memengaruhi tinggi tanaman terong. Pada perlakuan tanpa batuan fosfat dengan takaran dua kali mikoriza menunjukkan bahwa bobot rata-rata terong per buah nyata lebih tinggi daripada tanpa aplikasi mikoriza. Hal ini menunjukkan bahwa mikoriza mempunyai pengaruh positif terhadap pertumbuhan dan hasil terong dan pada ketersediaan fosfor bagi tanaman terong.

**Kata kunci:** mikoriza, hara P, batuan fosfat, terong

#### PENDAHULUAN

Tanah-tanah di wilayah tropika memperlihatkan kapasitas fiksasi fosfat yang tinggi dan ketersediaan fosfat yang rendah dalam tanah merupakan salah satu masalah utama pada tanah-tanah pertanian tropika. Ketersediaan fosfat (Pi) yang rendah dalam tanah merupakan akibat dari adanya reaksi jerapan ion-ion fosfat terlarut pada permukaan mineral-mineral tanah, yaitu klei dan oksida-oksida dan reaksi presipitasi dari ion-ion fosfat dengan ion-ion besi (Fe) dan aluminium (Al) (Smith, 2002; Khan *et al.*, 2007). Hal ini menyebabkan sebagian besar dari hara P yang diaplikasikan dari pupuk P larut air menjadi tidak tersedia bagi tanaman (Batti dan Yamar, 2010), sehingga petani harus mengaplikasikan pupuk P dalam takaran yang tinggi untuk memenuhi kebutuhan hara P tanaman. Penggunaan pupuk P dengan takaran yang tinggi ini menjadi kurang ekonomis dalam usaha tani, terutama untuk petani-petani dengan modal terbatas. Pilihan lain yang dilakukan petani dalam usaha untuk memenuhi kebutuhan hara P tanaman antara lain dengan penggunaan batuan fosfat yang lebih

ekonomis. Namun kelarutan batuan fosfat yang rendah dalam tanah menghambat penggunaannya sebagai sumber hara P bagi tanaman bila diaplikasikan untuk jangka pendek. Menurut Bohn *et al.* (1985) mekanisme jerapan Pi adalah (1) jerapan non-spesifik yang terdiri dari tarikan elektrostatis yang ditimbulkan dari muatan positif pada permukaan mineral tanah melalui gugus  $-OH_2^+$ . Pada jerapan elektrostatis ini Pi ditahan secara lemah dan dapat dipertukarkan dengan anion-anion lain seperti  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $Cl^-$  dari larutan tanah sehingga Pi menjadi tersedia bagi tanaman, dan (2) jerapan spesifik yang terjadi bila ion-ion Pi diikat kuat dengan membentuk ikatan tunggal (monodentat) atau ikatan ganda pada permukaan mineral-mineral tanah dengan menggantikan gugus  $OH^-$  atau  $OH_2^+$  sehingga tidak lagi tersedia bagi tanaman.

Batuan fosfat adalah istilah umum yang menggambarkan jenis-jenis mineral apatit  $[Ca_{10}(PO_4)_6(F,OH,Cl)_2]$  yang berbeda yang dipakai secara langsung sebagai pupuk fosfat yang kurang larut maupun sebagai bahan baku utama untuk pembuatan pupuk-pupuk

<sup>\*)</sup> Penulis Korespondensi; Telp. +62817153258; Email. tri1503@yahoo.co.id

DOI: <http://dx.doi.org/10.29244/jitl.27.1.51-55>

fosfat yang larut air (Zapata dan Roy, 2007). Batuan fosfat sering digunakan pada tanah-tanah yang memiliki kapasitas fiksasi Pi yang tinggi karena pupuk-pupuk Pi lainnya yang bersifat lebih larut segera difiksasi oleh komponen tanah menjadi bentuk tidak tersedia dan harganya lebih mahal daripada batuan fosfat. Beberapa perlakuan telah dilakukan untuk meningkatkan reaktivitas atau kelarutan batuan fosfat untuk mendapat hasil yang lebih baik, konsisten, dan segera antara lain penggilingan batuan fosfat menjadi ukuran yang halus (meningkatkan luas permukaan spesifik batuan fosfat), pengasaman sebagian dengan asam-asam kuat, dan pembakaran. Dalam kaitannya dengan pengelolaan tanah pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan dan berbiaya rendah, salah usaha yang dilakukan adalah mengintegrasikan fungi mikoriza ke dalam tanah dengan batuan fosfat untuk meningkatkan efektivitas agronomi dari batuan fosfat. Beberapa kelebihan FA dibandingkan dengan TSP atau SP-36, yaitu harganya yang lebih murah, ramah lingkungan karena umumnya FA tidak melalui proses pengolahan kimia, dan mengandung unsur Ca dan Mg serta beberapa unsur mikro seperti Fe, Cu, dan Zn yang relatif lebih tinggi (Parhusip *et al.*, 2020).

Mikoriza adalah struktur yang dihasilkan dari simbiosis antara fungi dan akar tanaman, dan terlibat langsung dalam ketersediaan hara mineral tanaman. Asosiasi simbiosis jamur akar meningkatkan serapan hara yang kurang mobil dalam tanah (Ortas *et al.*, 2001), seperti fosfor (P), juga hara mikro seperti seng (Zn) dan tembaga (Cu), dan simbiosis juga telah dilaporkan mempengaruhi penyerapan air (Ortas, 2010). Fungi mikoriza arbuskular (FMA) juga dapat memberikan manfaat bagi tanaman dengan menstimulasi produksi zat pengatur pertumbuhan, meningkatkan fotosintesis, meningkatkan penyesuaian osmotik pada cekaman kekeringan dan salinitas serta meningkatkan ketahanan terhadap hama dan penyakit yang ditularkan melalui tanah (Al-Karaki, 2006). Manfaat ini terutama disebabkan oleh peningkatan serapan hara fosfor (Plenchette *et al.*, 2005).

Terong ungu (*Solanum melongena* L.) adalah jenis tanaman hortikultura yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Terong ungu memiliki banyak manfaat bagi kesehatan antara lain memiliki kandungan pigmen betalain dan antosianin sebagai penangkal radikal bebas (Sari *et al.*, 2018). Hasil panen terong dan kandungan metabolit terong yang berguna bagi kesehatan manusia tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor budidaya, termasuk pemupukan P. Berdasarkan uraian di atas, maka tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi efektivitas mikoriza dan pupuk P dari batuan fosfat terhadap pertumbuhan dan hasil terong ungu (*Solanum melongena* L.).

## BAHAN DAN METODE

Percobaan efektivitas mikoriza ini dilakukan dengan percobaan lapangan di Latosol Dramaga, Bogor dengan cara membandingkan pengaruh mikoriza yang dikombinasikan dengan pupuk P (batuan fosfat) terhadap beberapa peubah pertumbuhan dan hasil terong ungu. Sumber hara P yang digunakan adalah batuan fosfat dengan kandungan 20%  $P_2O_5$ . Urea dan KCl diberikan sebagai pupuk dasar dengan takaran masing-masing sebesar 135 kg N  $ha^{-1}$  atau setara dengan 300 kg urea  $ha^{-1}$ , dan KCl dengan takaran sebesar 120 kg  $K_2O$   $ha^{-1}$  atau setara dengan 200 kg KCl  $ha^{-1}$ .

Tanaman indikator yang digunakan adalah tanaman terong ungu (*Solanum melongena* L.). Takaran pupuk hayati mikoriza yang diberikan adalah 0, 10, dan 20 gram per lubang tanam masing-masing untuk perlakuan H0, H1, dan H2, sedangkan batuan fosfat yang diberikan sebesar 0, 45, dan 90 kg  $P_2O_5$  per ha atau setara dengan 0, 225, dan 450 kg batuan fosfat per ha masing-masing untuk perlakuan P0, P1, dan P2. Batuan fosfat diberikan dua minggu sebelum tanam dengan cara ditebar pada baris tanam dan selanjutnya dicampurkan dengan tanah. Pupuk hayati mikoriza diberikan pada lubang tanam saat tanam bibit terong umur 4 minggu setelah semai (4 mss) sesuai perlakuan. Bahan organik (BO) diberikan dalam bentuk pupuk kandang sebanyak 8.5 ton  $ha^{-1}$ .

Pada saat tanam dibuat lubang dan pada setiap lubang diberi furadan dan satu bibit terong ungu yang berumur 4 mss. Satu minggu setelah tanam dilakukan penyulaman pada lubang tanam yang bibit terong ungunya tidak tumbuh normal atau terkena serangan hama dan atau penyakit dengan bibit terong umur yang sama. Pupuk urea dan KCl diberikan dua kali, yaitu 1 minggu setelah tanam (mst) dan 3 mst, masing-masing  $\frac{1}{2}$  kali takaran. Tanaman terong ungu (*Solanum melongena* L.) mulai dipanen pada 5 mst dan setiap 3-4 hari sekali. Pengumpulan data pertumbuhan dan produksi terong (pemanenan) ditetapkan sampai 10 mst. Pengamatan tanaman (agronomi) dilakukan pada tinggi tanaman pada 4, 6, 8, dan 10 mst, dan peubah produksi terong ungu diperoleh dari bobot total terong per petak sampai pemanenan 10 mst dan rata-rata bobot terong per buah. Produksi total terong per petak selanjutnya dikonversi menjadi ton per hektar. Perlakuan dan takaran pupuk pengujian efektivitas mikoriza disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perlakuan Mikoriza Mikoriza dan Pupuk P terhadap Pertumbuhan Tanaman Terong ungu (*Solanum melongena* L.).

Perlakuan	P	H	Urea	KCl	BO
			(kg $ha^{-1}$ )		
H0P0	0	0	300	200	8.500
H0P1	225	0	300	200	8.500
H0P2	450	0	300	200	8.500
H1P0	0	10	300	200	8.500
H1P1	225	10	300	200	8.500
H1P2	450	10	300	200	8.500
H2P0	0	20	300	200	8.500
H2P1	225	20	300	200	8.500
H2P2	450	20	300	200	8.500

Keterangan: BO = pupuk kandang

Latosol (Inceptisol) dari Dramaga termasuk kelas tekstur klei dengan kandungan klei, debu, dan pasir masing-masing sebesar 89.8%, 5.6%, dan 4.6%, bereaksi masam dengan nilai pH 4.9 dan N total, K dapat ditukar ( $K_{-dd}$ ), serta kejenuhan basa (KB) tergolong rendah. Kandungan P-Bray sebesar 13.9 ppm termasuk tinggi, Ca dan Mg dapat dipertukarkan ( $Ca_{-dd}$  dan  $Mg_{-dd}$ ) tergolong sedang.

Percobaan ini disusun dalam rancangan acak kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor yaitu pupuk hayati mikoriza (terdiri dari tiga takaran mikoriza mikoriza: 0, 10, dan 20 gram per lubang tanam) dan bantuan fosfat yang sudah dihaluskan dengan kandungan 20%  $P_2O_5$  (terdiri dari tiga takaran P: 0, 45, dan 90 kg  $P_2O_5$  per ha). Setiap perlakuan diulang tiga kali sehingga diperoleh 27 satuan percobaan (petak percobaan). Pengaruh perlakuan pupuk terhadap tinggi tanaman dan hasil terong ungu

dilakukan analisis ragam (*analysis of variance*, anova) dengan menggunakan Program SAS. Perlakuan yang nyata terhadap peubah yang diukur kemudian diuji lanjut dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf nyata ( $\alpha$ ) 5% untuk melihat perbedaan antar perlakuan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran tinggi tanaman terong ungu disajikan dalam Tabel 2. Pada 4 mst pemberian mikoriza dan interaksinya dengan batuan fosfat berpengaruh nyata ( $P < 0.01$ ) terhadap tinggi tanaman terong ungu, sedangkan pada 6, 8, dan 10 mst pemberian mikoriza, batuan fosfat maupun interaksi keduanya menunjukkan pengaruh yang nyata ( $P < 0.01$ ) terhadap tinggi tanaman terong ungu. Tabel 2 menunjukkan bahwa pada 10 mst tinggi tanaman terong nyata meningkat dengan bertambahnya takaran batuan fosfat (P), sedangkan pemberian mikoriza (H) dengan takaran 10 gram per lubang tanam (H1) menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman terong dibandingkan tanpa mikoriza (H0) dan H2. Perlakuan H2 tidak berbeda nyata dengan H0 terhadap tinggi tanaman terong ungu. Tinggi tanaman terong yang nyata meningkat dengan pemberian batuan fosfat diduga karena meningkatnya reaktivitas atau kelarutan batuan fosfat pada tanah masam seperti Inceptisol dari Dramaga, Kabupaten Bogor (pH tanah 4.9) yang digunakan sebagai media tumbuh tanaman terong ungu. Havlin *et al.* (2004) menyatakan bahwa pada pH tanah yang rendah ( $pH < 5.5$ ) batuan fosfat akan melarut lebih cepat. Selain itu aplikasi batuan fosfat satu minggu sebelum tanam bibit terong ungu memberikan waktu terjadinya reaksi batuan fosfat untuk melarut dalam tanah sehingga P menjadi tersedia selaras dengan tingkat kebutuhan hara tanaman yang sedang tumbuh. Interaksi antara mikoriza dan batuan fosfat nyata meningkatkan pertumbuhan terong ungu dibandingkan dengan tanpa pupuk (H0P0). Tinggi tanaman terong pada perlakuan interaksi antara mikoriza dan pupuk P secara umum menunjukkan bahwa penambahan takaran pupuk P tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata, baik pada kombinasinya dengan H1 maupun dengan H2. Pratama *et al.* (2019) mengemukakan bahwa P-tersedia yang cukup tinggi di dalam tanah mengakibatkan pemberian mikoriza dan batuan fosfat tidak memberikan respon signifikan terhadap tinggi tanaman. Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian mikoriza meningkatkan efektivitas batuan fosfat dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman terong ungu dalam periode waktu yang pendek yaitu sekitar 10 mst.

Hasil terong ungu dari pemanenan sejak 7 mst sampai 11 mst ditunjukkan pada Tabel 3 dan 4. Tabel 3 menunjukkan bahwa pemberian mikoriza dan kombinasinya dengan batuan fosfat berpengaruh nyata terhadap bobot terong per buah, tetapi perlakuan takaran batuan fosfat tidak berpengaruh nyata terhadap bobot terong ungu per buah. Pemberian pupuk hayati mikoriza dengan takaran 20 gram per lubang tanam (H2) nyata meningkatkan bobot terong per buah dibandingkan dengan tanpa mikoriza (H0) dan H1. Sementara itu perlakuan mikoriza dengan takaran 10 gram per lubang tanam (H1) tidak berbeda nyata dengan H0 terhadap bobot terong per buah. Peningkatan takaran pupuk hayati mikoriza menambah jumlah inokulan mikoriza dalam tanah dan meningkatkan peluang akar tanaman yang dikolonisasi oleh mikoriza sehingga

meningkatkan serapan hara, terutama P, oleh tanaman terong. Simbiosis mikoriza ini dengan akar tanaman dapat memfasilitasi serapan hara, terutama P dan sampai tingkat tertentu N, dan juga serapan air (Golubkina *et al.*, 2020), dan berkontribusi terhadap manfaat kesehatan tanah lainnya (Bennet *et al.*, 2022; Mickan, 2014). Fosfor (P) bertanggung jawab terhadap perkembangan reproduksi tanaman seperti pembentukan bunga, buah, dan biji serta kematangan tanaman pada waktu yang tepat (Anjum *et al.*, 2023). Selanjutnya Powell dan Rillig (2018) dan Rillig *et al.* (2019) menyatakan bahwa potensi kontribusi mikoriza terhadap kesehatan tanah berkisar dari peningkatan efisiensi pupuk hingga kontribusinya pada tingkat ketahanan struktur tanah dan dalam menciptakan lingkungan yang mendukung kesuburan biologis tanah.

Tabel 2. Pengaruh Mikoriza dan Pupuk P terhadap Rataan Tinggi Tanaman Terong Ungu pada 4, 6, 8 dan 10 Minggu Setelah Tanam (mst).

Perlakuan	H0	H1	H2	Rata-rata
Tinggi Tanaman (cm) pada 4 mst				
P0	12.3 c	15.8 ab	16.8 a	15.0 y
P1	17.4 a	17.0 a	16.2 ab	16.9 x
P2	16.4 a	16.3 ab	14.7 b	15.8 y
Rata-rata	15.4 p	16.4 p	15.9 p	
Tinggi Tanaman (cm) pada 6 mst				
P0	17.4 d	27.9 b	25.4 c	23.6 y
P1	32.8 a	26.4 bc	25.3 c	28.2 x
P2	27.8 b	28.3 b	26.0 bc	27.4 x
Rata-rata	26.0 q	27.5 p	25.6 q	
Tinggi Tanaman (cm) pada 8 mst				
P0	21.8 f	47.9 bc	34.3 e	34.7 z
P1	53.6 a	34.6 e	39.8 de	42.7 y
P2	44.3 cd	52.8 ab	40.4 d	45.9 x
Rata-rata	39.9 q	45.1 p	38.2 q	
Tinggi Tanaman (cm) pada 10 mst				
P0	29.6 f	65.5 cd	49.1 e	48.1 z
P1	76.5 ab	57.3 de	63.4 cd	65.7 y
P2	70.5 bc	82.5 a	62.8 cd	71.9 x
Rata-rata	58.9 q	68.4 p	58.4 q	

Keterangan: Angka rata-rata dalam kolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji DMRT pada taraf uji 5 %; P = batuan fosfat, H = mikoriza

Tabel 3. Pengaruh Perlakuan Mikoriza dan Batuan Fosfat terhadap Bobot Rata-rata Terong Ungu (*Solanum melongena* L.) per Buah (gram buah<sup>-1</sup>) dari Hasil Panen pada 7 - 11 mst.

Perlakuan	H0	H1	H2	Rata-rata
P0	80.9 d	98 cd	120.3 a	99.7 x
P1	116.8 ab	97.3 cd	103.3 abc	105.8 x
P2	101.6 bc	100.7 bc	104.9 abc	102.4 x
Rata-rata	99.8 q	98.7 q	109.5 p	

Keterangan: Rata-rata perlakuan yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom (a,b,c) atau baris (x, y, z) atau kolom (p,q,r) menunjukkan tidak ada beda nyata pada Uji DMRT pada taraf nyata 5%.

Tabel 4. Pengaruh Perlakuan Mikoriza dan Pupuk P terhadap Produksi Total Terong Ungu (*Solanum melongena* L.) dari Hasil Panen (ton ha<sup>-1</sup>) pada 7 - 11 mst.

Perlakuan	H0	H1	H2	Rata-rata
P0	0.5 cd	3.9 a	0.4 d	1.6 x
P1	3.1 ab	1.2 bcd	2.7 ab	2.3 x
P2	2.4 abcd	1.3 bcd	2.6 abc	2.1 x
Rata-rata	2.0 p	2.1 p	1.9 p	

Interaksi perlakuan mikoriza dan batuan fosfat menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap bobot terong

per buah dan bobot total terong (Tabel 3 dan 4). Secara umum perlakuan interaksi antara mikoriza dan batuan fosfat nyata meningkatkan bobot terong per buah dan bobot total terong hasil pemanenan pada 7 mst sampai 11 mst dibandingkan dengan tanpa pemberian mikoriza dan batuan fosfat (HOP0) atau kontrol. Selain pengaruh reaksi tanah (pH) yang masam meningkatkan kelarutan batuan fosfat sehingga meningkatkan ketersediaan P bagi tanaman, nampaknya pengaruh interaksi antara mikoriza dan batuan fosfat ini juga menunjukkan pengaruh positif dari mikoriza terhadap ketersediaan P dari batuan fosfat dan sebaliknya. Beberapa pendapat dikemukakan terkait peranan mikoriza dalam meningkatkan ketersediaan Pi dalam tanah, antara lain : (1) Hifa mikoriza memperlihatkan eksudasi proton yang lebih aktif dibandingkan akar saja, sehingga hal ini mendukung pelarutan batuan fosfat yang lebih cepat (Vassilev *et al.*, 2001), (2) P-organik diambil dari larutan tanah masuk ke dalam sel hifa dengan menggunakan *transpoter* dan dimasukkan ke dalam molekul ATP (*adenosin triphosphate*), yang selanjutnya dipolimerisasi menjadi polifosfat untuk diakumulasi dan selanjutnya dipecah menjadi Pi (Saito dan Ozawa, 2016), dan (3) Fungi mikoriza menghasilkan asam organik dan enzim yang melarutkan P dalam tanah yang disebut enzim fosfatase, sehingga P-tersedia meningkat (Chu *et al.*, 2020). Di sisi lain, mikoriza meningkatkan serapan hara melalui peningkatan luas serapan akar, dan juga melepaskan senyawa kimia seperti glomalin, suatu glikoprotein yang dikeluarkan oleh hifa dan spora-spora mikoriza. Glomalin dalam tanah membantu serapan hara seperti Fe dan P yang sulit melarut (Smith dan Read, 2008; Miransari, 2010; Emran *et al.*, 2017; Begum *et al.*, 2019). Lebih lanjut Etesami *et al.* (2021) menambahkan bahwa hara Pi tersedia mudah diserap dari partikel-partikel tanah sehingga penipisan Pi terbentuk di daerah sekitar akar. Hifa mikoriza pada akar tanaman dapat menjangkau zona yang jauh dari zona yang kekurangan Pi tersebut.

Ketersediaan P yang meningkat dengan meningkatnya kelarutan batuan fosfat dalam tanah juga memengaruhi perkembangan akar, dan hal ini selanjutnya dapat mengubah sejauh mana koloni mikoriza terbentuk dan berkembang. Zhang *et al.* (2021) menyatakan bahwa jenis, takaran, dan lama pemupukan dapat nyata memengaruhi kelimpahan, komposisi dan keragaman mikoriza. Pupuk P, dalam hal ini batuan fosfat, memengaruhi kelimpahan relatif dari mikoriza pada akar tanaman. Perbedaan kepekaan mikoriza terhadap P mungkin disebabkan oleh perbedaan kebutuhan terhadap karbohidrat terlarut (Johnson, 1993), dan P berperan penting dalam mengurangi konsentrasi karbohidrat dalam eksudat akar (Graham *et al.*, 1981; Ratnayake *et al.*, 1998).

### SIMPULAN

Interaksi antara mikoriza dan batuan fosfat nyata meningkatkan tinggi tanaman terong, bobot rata-rata terong per buah, dan hasil terong dibandingkan dengan tanpa pemberian pupuk. Aplikasi mikoriza nyata meningkatkan tinggi tanaman terong dan bobot rata-rata terong per buah, sedangkan aplikasi batuan fosfat hanya nyata memengaruhi tinggi tanaman terong. Pada perlakuan tanpa batuan fosfat dengan takaran dua kali mikoriza menunjukkan bahwa bobot rata-rata terong per buah nyata lebih tinggi daripada

tanpa aplikasi mikoriza. Hasil ini menunjukkan bahwa mikoriza mempunyai pengaruh positif terhadap pertumbuhan dan hasil terong dan pada ketersediaan fosfor bagi tanaman terong.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anjum, N., T. Hoque, D. Sarkar, R. Datta, M. Kibria, R. Ullah, N. Ahmed, M.A. Hossain, and A. Masood. 2023. Sustainable Management of Phosphorus in Agriculture for Environmental Conservation. *In: Phosphorus in Soils and Plants*. Edited by Naser A. Anjum, Asim Masood, Shahid Umar and Nafees A. Khan. Open access peer-reviewed chapter. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.113086>
- Barto, E.K., F. Alt, Y. Oelmann, W. Wilcke, and M.C. Rillig. 2010. Contributions of biotic and abiotic factors to soil aggregation across a land use gradient. *Soil Biol. Biochem.*, 42: 2316–2324.
- Begum, N., C. Qin, M.A. Ahanger, S. Raza, M.I. Khan, and M. Ashraf. 2019. Role of arbuscular mycorrhizal fungi in plant growth regulation: implications in abiotic stress tolerance. *Front. Plant Sci.*, 10: 1068. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01068>
- Bennett, A.E., and K. Grotten. 2022. The costs and benefits of plant–arbuscular mycorrhizal fungal interactions. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 73: 649–672.
- Chu, Q., L. Zhang, J. Zhou, L. Yuan, F. Chen, F. Zhang, G. Feng, and Z. Rengel. 2020. Soil plant-available phosphorus levels and maize genotypes determine the phosphorus acquisition efficiency and contribution of mycorrhizal pathway. *Plant and Soil*, 449: 357–371. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-020-04494-4>
- Emran, M., M. Rashad, M. Gispert, and G. Pardini. 2017. Increasing soil nutrients availability and sustainability by glomalin in alkaline soils. *Agricul. Biosystems Eng.*, 2: 74–84.
- Etesami, E., B.R. Jeong, and B.R. Glick. 2021. Contribution of Arbuscular Mycorrhizal Fungi, Phosphate–Solubilizing Bacteria, and Silicon to P Uptake by Plant. *Frontiers in Plant Science*, 12: 699618. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.699618>
- Graham, J.H., R.T. Leonard, and J.A. Menge. 1981. Membrane-mediated decrease in root exudation responsible for phosphorus inhibition of vesicular-arbuscular mycorrhiza formation. *Plant Physiol.*, 68: 548–552.
- Golubkina, N., L. Krivenkov, A. Sekara, V. Vasileva, A. Tallarita, and G. Caruso. 2020. Prospects of arbuscular mycorrhizal fungi utilization in production of *Allium* plants. *Plants*, 9: 279. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants9020279>
- Johnson, N.C. 1993. Can fertilization of soil select less mutualistic mycorrhizae? *Ecol. Appl.*, 3: 749–757.
- Mickan, B. 2014. Mechanisms for Alleviation of Plant Water Stress Involving Arbuscular Mycorrhizas.



- In: Mycorrhizal Fungi: Use in Sustainable Agriculture and Land Restoration. Solaiman, Z.M., Abbott, L.K., Varma, A., (Eds.). Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, pp. 225–239.
- Miransari, M. 2010. Contribution of arbuscular mycorrhizal symbiosis to plant growth under different types of soil stress. *Plant Biol.*, 12: 563–569.
- Parhusip, D., N. Hutapea, G. Harahap, T. Handayani, A. Thohir, N. Harahap, dan S.M. Harahap. 2020. Peningkatan produksi tanaman jagung melalui pemberian pupuk an-organik fosfat alam. *Jurnal Agrica Ekstensia*, 14(2): 113-118.
- Plant Science, www.frontiersin.org 1 July 2021, Volume 12, Article 699618; DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.699618>
- Powell, J.R., and M.C. Rillig. 2018. Biodiversity of arbuscular mycorrhizal fungi and ecosystem function. *New Phytol.*, 220: 1059–1075.
- Pratama, R.A., A. Nizar, dan T. Siswancipto. 2019. Pengaruh pemberian berbagai dosis cendawan mikoriza arbuskular (CMA) dan pupuk fosfat alam terhadap pertumbuhan dan hasil kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) lokal Garut. *Jurnal Agro Wiralodra*, 2(2): 43-51.
- Ratnayake, M., R. Leonard, and J. Menge. 1998. Root exudation in relation to supply of phosphorus and its possible relevance to mycorrhizal formation. *New Phytol.*, 81: 543–552.
- Rillig, M.C., C.A. Aguilar-Trigueros, T. Camenzind, T.R. Cavagnaro, F. Degruene, P. Hohmann, D.R. Lammel, I. Mansour, J. Roy, and M.G.A. van der Heijden. 2019. Why farmers should manage the arbuscular mycorrhizal symbiosis. *New Phytol.*, 222: 1171–1175.
- Saito, K., and T. Ezawa. 2016. Phosphorus metabolism and transport in arbuscular mycorrhizal symbiosis in molecular mycorrhizal symbiosis. *Hoboken Inc.*, 31: 197–216. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781118951446>
- Sari, N.P.Y.W., I.D.G.M. Permana., dan I.M. Sugitha. 2018. Pengaruh perbandingan terong belanda (*Solanum betaceum* Cav.) dengan rumput laut (*Eucheuma cottonii*) terhadap karakteristik leather. *Jurnal ITEPA*, 7 (2): 65-75. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/itepa/article/view/41132>
- Smith, S.E., and D.J. Read. 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*. London: Academic Press.
- Thomson, B.D., A.D. Robson, and L.K. Abbott. 1990. Mycorrhizas formed by *Gigaspora calospora* and *Glomus fasciculatum* on subterranean clover in relation to soluble carbohydrate concentrations in roots. *New Phytol.*, 114: 217–225.
- Vassilev, N., M. Vassileva, M. Fenice, and F. Federice. 2001. Immobilized cell technology applied in solubilation of insoluble inorganic (Rocks) phosphates and P plant acquisitions. *Bioresoruce Technology*, 79: 263–271.
- Zhang, S., P. Luo, J. Yang, M. Irfan, J. Dai, N. An, N. Li, and X. Han. 2021. Responses of arbuscular mycorrhizal fungi diversity and community to 41-Year rotation fertilization in Brown Soil Region of Northeast China. *Front. Microbiol.*, 12: 742651.