

## **APLIKASI PUPUK HAYATI MIKORIZA PADA TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium cepa* var. *aggregatum*) DI TANAH LATOSOL DRAMAGA**

### ***Application of Mycorrhizal Biofertilizer on Shallot (*Allium cepa* var. *aggregatum*) Plant on Latosol Dramaga***

**Fahrizal Hazra<sup>1)\*</sup>, Fatimah Nur Istiqomah<sup>2)</sup>, dan Lusiana Adriani<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB University

<sup>2)</sup> PT. Intidaya Agrolestari (INAGRO)

#### **ABSTRACT**

*Mycorrhizal bio-fertilizers can maintain land productivity and are environmentally friendly. This study aims to analyze the effect of mycorrhizal biofertilizer on the growth of shallots (*Allium cepa* var. *Aggregatum*) and to determine root infection and its effect on soil N, P, K levels. The experimental design used was a completely randomized design (CRD). The treatment of biological fertilizer testing is carried out based on the Regulation of the Minister of Agriculture No. 70 / Permentan / SR. 140/10/2011, consisting of 6 treatments (AF) as follows: A) control, B) standard fertilizers, C) mycorrhizal biological fertilizers, D) mycorrhizal biological fertilizers + 25% standard fertilizers, E) mycorrhizal biological fertilizers + 50% standard fertilizer, F) mycorrhizal biological fertilizer + 75% standard fertilizer. There were 5 replications so that 30 experimental units were obtained. Mycorrhizal bio-fertilizers can reduce the need for standard fertilizers (PS) to 25% to 50%. The combination of biological fertilizer of 2.5 g per plant with 50% PS produces the best plant height and biomass weight, but economically it is recommended to use 25% PS. The treatment applied to mycorrhizae had a very high root infection value, which was above 75%. The types of spores that were successfully associated were *Acaulospora* sp., *Glomus etunicatum*, and *Glomus* sp. The application of mycorrhizae resulted in an increased response of 14.91% for P-available Latosol, while for K-dd and N-total there was no significant effect.*

*Keywords : generative, root infection, mycorrhizal biofertilizer, standard fertilizer, vegetative*

#### **ABSTRAK**

*Pupuk hayati mikoriza dapat mempertahankan produktivitas lahan dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh pemberian pupuk hayati mikoriza terhadap pertumbuhan bawang merah (*Allium cepa* var. *aggregatum*) serta mengetahui infeksi akar, dan pengaruhnya terhadap kadar N, P, K tanah. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan pengujian pupuk hayati yang dilakukan berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian No. 70/ Permentan/ SR. 140/10/2011, terdiri dari 6 perlakuan (A-F) sebagai berikut: A) kontrol, B) pupuk standar, C) pupuk hayati mikoriza, D) pupuk hayati mikoriza + 25% pupuk standar, E) pupuk hayati mikoriza + 50% pupuk standar, F) pupuk hayati mikoriza + 75% pupuk standar. Terdapat 5 ulangan sehingga diperoleh 30 satuan percobaan. Pupuk hayati mikoriza dapat mengurangi kebutuhan pupuk standar (PS) menjadi 25% sampai 50%. Kombinasi pupuk hayati 2.5 g per tanaman dengan 50% PS menghasilkan tinggi tanaman dan bobot biomassa terbaik, namun secara ekonomis lebih direkomendasikan pemakaian 25% PS. Perlakuan yang diaplikasikan mikoriza memiliki nilai infeksi akar yang sangat tinggi yaitu diatas 75%. Jenis spora yang berhasil berasosiasi adalah *Acaulospora* sp., *Glomus etunicatum*, dan *Glomus* sp. Pengaplikasian mikoriza menghasilkan respons peningkatan sebesar 14.91% pada P-tersedia Latosol, sedangkan terhadap K-dd dan N-total tidak berpengaruh nyata.*

*Kata Kunci : generatif, infeksi akar, pupuk hayati mikoriza, pupuk standar, vegetatif*

#### **PENDAHULUAN**

Bawang merah (*Allium cepa* var. *aggregatum*) termasuk tanaman musiman dengan puncak produksi panen terjadi pada bulan Juni-September. Akan tetapi komoditas hortikultura yang satu ini sangat umum dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia setiap hari, sehingga kebutuhan terhadap bawang merah bersifat merata atau stabil setiap saat. Kelangkaan pasokan yang terjadi pada bulan lewat musim panen mengakibatkan lonjakan harga, sehingga perlu adanya upaya untuk meningkatkan jumlah produksi bawang merah. Salah satunya dengan memperhatikan faktor budidaya seperti manajemen pemupukan. Pupuk hayati memiliki keuntungan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman serta menjaga lingkungan, sehingga

perlu adanya campuran pengaplikasian pupuk hayati untuk meningkatkan produksi dengan tetap menjaga produktivitas lahan, salah satunya adalah penggunaan pupuk hayati mikoriza.

Pupuk hayati mikoriza dapat mempertahankan produktivitas lahan dan ramah lingkungan, karena dapat mengurangi pemakaian pupuk an-organik yang merusak lingkungan apabila digunakan secara terus menerus. Pupuk hayati mikoriza membantu dalam proses efisiensi pemupukan, mengintensifkan fungsi akar, dan meningkatkan efisiensi serapan unsur hara. Spora mikoriza akan masuk menginfeksi akar tanaman inang, kemudian terbentuk serabut panjang bernama hifa yang berfungsi untuk penyerapan unsur hara. Hifa tersebut mampu mengambil hara P yang terfiksasi menjadi unsur yang

*\*) Penulis Korespondensi: Telp. +6285695768399; Email: fhazra2011@yahoo.com*

tersedia bagi tanaman, sehingga pertumbuhan dan perkembangan tanaman inang lebih cepat (Setiadi, 1991).

Latosol adalah jenis tanah yang mengandung banyak zat besi dan aluminium, memiliki ciri utama berwarna kemerahan, kecoklatan, hingga ke kuning-kuningan. Tanah ini sering disebut Laterit atau tanah merah karena warna yang dimilikinya. Latosol merupakan tanah yang tergolong muda, karena belum mengalami perkembangan. Persebaran tanah latosol di Indonesia terdapat di daerah Sumatera utara, Sumatera barat, Lampung, Jawa barat, Jawa tengah, Jawa timur, Bali, Kalimantan timur, Kalimantan selatan, Papua hingga Sulawesi. Latosol ialah jenis tanah yang banyak tersebar di Indonesia dengan luas mencapai sebesar 84.6 juta ha. Jenis tanah yang berbeda akan memberikan respon yang berbeda terhadap tanaman, dan perlu manajemen pemupukan yang berbeda pula. Namun berapa banyak dosis pupuk standar yang dikombinasikan dengan pupuk hayati mikoriza, serta pengaruh aplikasi pupuk hayati mikoriza terhadap bawang merah harus diteliti terlebih dahulu. Oleh karena itu penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui pengaruh aplikasi pupuk hayati mikoriza, dan berapa dosis pupuk standar yang dapat dikombinasikan dengan pupuk hayati mikoriza untuk meningkatkan pertumbuhan bawang merah pada Latosol.

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh aplikasi pupuk hayati mikoriza terhadap pertumbuhan bawang merah (*Allium cepa* var. *aggregatum*) serta mengetahui infeksi akar, dan pengaruhnya terhadap kadar N, P, K pada tanah Latosol Dramaga.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan dari bulan April - Oktober 2020, di laboratorium PT. INAGRO Ciseeng, Kabupaten Bogor, dan laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, IPB. Bahan yang digunakan adalah tanah Latosol Dramaga, Umbi Varietas Bima Brebes, pupuk hayati mikoriza MZ2000 (Bentuk granul, mengandung 3 jenis spora endomikoriza) milik PT. INAGRO, pupuk SP-36 dan NPK ponska, KOH 2.5%, HCl 0.1 N, *trypan blue* 0.02. Kemudian peralatan yang digunakan polibag (30 x 30), sekop, penggaris 30 cm, label, alat tulis, neraca analitik, botol kaca, saringan, pinset, gunting, *cover glass*, kaca preparat, cawan petri, batang pengaduk, saringan bertingkat berukuran 250 µm, 125 µm, dan 63 µm, mikroskop stereo.

Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan 6 perlakuan dan 5 ulangan sehingga terdapat 30 satuan percobaan. Perlakuan pengujian berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian No. 70/Permentan/SR. 140/10/2011, yaitu: A = kontrol, B = pupuk standar (PS), C = pupuk hayati mikoriza, D = pupuk hayati mikoriza + 25% PS, E = pupuk hayati mikoriza + 50% PS, F = pupuk hayati mikoriza + 75% PS. Dosis pupuk standar yang digunakan mengacu kepada Sugiartini *et al.* (2016), pemupukan standar untuk tanaman bawang merah yang dibudidayakan dalam *polybag* adalah pupuk SP-36 3 g per *polybag* pada saat tanam, pupuk NPK ponska 3 g per *polybag* pada umur 14 HST, dan pupuk NPK ponska 3 g per *polybag* pada umur 30 HST. Kemudian menurut Sumiati dan Gunawan (2006), dosis pupuk hayati mikoriza terbaik

yang diberikan untuk bawang merah adalah 2.5 g per umbi. Selanjutnya seluruh data yang diperoleh diuji dengan *Analysis of variances* (ANOVA) menggunakan perangkat lunak SAS 9.3, dengan uji lanjut Duncan pada taraf nyata 5%.

Persiapan media tanam diawali dengan mencampurkan tanah kering udara 4 kg per *polybag* dengan pupuk SP-36 sesuai dosis masing-masing perlakuan, kemudian disiram dan dibiarkan selama seminggu sebelum akhirnya dilakukan penanaman. Umbi yang digunakan adalah varietas Bima Brebes yang disimpan selama 5 bulan. Umbi dibersihkan dari kulit luar yang mengelupas kemudian ujung umbi dipotong sebelum akhirnya ditanamkan  $\frac{3}{4}$  bagian umbi ke dalam lubang tanam. Selanjutnya pupuk hayati mikoriza yang digunakan berbentuk granul, yang diaplikasikan 1 kali pada saat tanam dan diletakkan di bawah umbi benih, pada rizosfer (zona perakaran) sebanyak 2.5 g per umbi, setiap *polybag* ditanami 2 umbi.

Setelah dilakukan penanaman kemudian dilanjutkan kepada pemeliharaan, yang meliputi penyiraman, pemupukan susulan, dan penyiangan. Penyiraman dilakukan secara rutin setiap pagi dan sore. Selanjutnya untuk pemupukan susulan NPK dilakukan pada umur 14 hari dan umur 30 hari. Berikutnya penyiangan dilakukan bersamaan dengan pengamatan tanaman, setiap 2 minggu sekali. Pemanenan dilakukan saat tanaman umur 12 MST dan dilanjutkan dengan pengamatan di laboratorium. Sampel tanah setelah panen untuk pengamatan jenis spora disaring dengan sistem saringan basah menggunakan saringan bertingkat berukuran 250 µm, 125 µm, dan 63 µm dibawah air mengalir, kemudian air pada saringan 63 µm dimasukkan ke dalam cawan petri, dan berikutnya diamati menggunakan mikroskop stereo. Selanjutnya untuk pengamatan infeksi akar, terlebih dahulu dilakukan pewarnaan akar, yang mengacu metode Clapp *et al.* (1996). Diawali dengan membersihkan akar pada air mengalir dan kemudian direndam dalam larutan KOH 10% sampai akar menjadi lunak dan terlihat bening, kurang lebih selama 24 jam. Akar selanjutnya dicuci dengan air mengalir dan selanjutnya dicelupkan ke dalam larutan HCl 2%, dan berikutnya direndam dalam larutan pewarna (*Trypan blue*) selama 24 jam. Akar yang telah direndam larutan pewarna kemudian dipotong dan dijejerkan di atas kaca preparat sebanyak 10 buah, kemudian ditutup kaca penutup, dan selanjutnya amati adanya infeksi akar menggunakan mikroskop. Persentase kolonisasi akar dihitung dengan rumus yang dikembangkan oleh Brundrett *et al.* (1996):

$$\% \text{ kolonisasi akar} = \frac{\Sigma \text{bidang pandang yang terkolonisasi}}{\Sigma \text{keseluruhan bidang pandang}} \times 100\%$$

Analisis kimia tanah diuji menggunakan tanah kering udara yang telah diayak pada saringan ukuran 2 mm untuk analisis K-dd dan 0.5 mm untuk analisis N-Total dan P-Tersedia. Metode yang digunakan adalah metode Kjeldhal untuk N-Total, Metode Bray1 untuk P-Tersedia, dan metode ekstraksi  $\text{NH}_4\text{OAc}$  untuk K-dd.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari analisis fase vegetatif tanaman, fase generatif tanaman, kolonisasi akar dan kimia tanah. Analisis fase vegetatif

tanaman terdiri dari parameter tinggi tanaman dan jumlah daun. Analisis fase generatif tanaman terdiri dari parameter jumlah umbi, bobot umbi, dan bobot biomassa.

**Fase Vegetatif Tanaman**

Fase vegetatif ditandai dengan perkembangan akar, daun dan batang. Tanaman bawang merah memulai fase vegetatif pada saat tanam berumur 11 – 35 hari setelah tanam (HST). Parameter fase vegetatif yang di ukur dalam penelitian ini adalah tinggi tanaman dan jumlah daun. Berdasarkan analisis ragam pada Tabel 1, diketahui bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman namun tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun bawang merah. Selanjutnya pengaruh perlakuan pemberian pupuk hayati mikoriza dan berbagai dosis pupuk standar pada media tanam Latosol terhadap tinggi tanaman bawang merah dapat diamati pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh pemberian pupuk hayati mikoriza dan berbagai dosis pupuk standar pada media tanam Latosol terhadap fase vegetatif bawang merah pada 12 MST

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah daun (helai per rumpun)
A. Kontrol	8.30 <sup>d</sup>	8
B. Pupuk Standar (PS)	16.50 <sup>bc</sup>	13
C. 0% PS + 2.5 g MZ2000	14.70 <sup>c</sup>	11
D. 25% PS + 2.5 g MZ2000	19.90 <sup>abc</sup>	16
E. 50% PS + 2.5 g MZ2000	22.60 <sup>a</sup>	17
F. 75% PS + 2.5 g MZ2000	20.75 <sup>ab</sup>	17

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan nilai tidak berbeda nyata pada taraf nyata 5% dengan Uji Wilayah Berganda Duncan.

Berdasarkan Tabel 1 tinggi tanaman terbaik ditunjukkan oleh perlakuan E (50% PS + 2.5 g MZ2000) sebesar 22.60 cm. Perlakuan ini berbeda nyata dengan kontrol namun tidak berbeda nyata dengan 2 perlakuan lainnya yaitu perlakuan F dan D. Sehingga secara ekonomis perlakuan D (25% PS + 2.5 g MZ2000) merupakan kombinasi terbaik yang dapat digunakan. Perlakuan kombinasi lainnya juga menunjukkan hasil yang berbeda nyata dibandingkan kontrol, termasuk perlakuan C yang hanya mengaplikasikan pupuk hayati mikoriza tanpa pupuk standar (PS). Menurut Musafa *et al.* (2015) mikoriza mampu memperbaiki akar dalam meningkatkan serapan unsur hara, menyediakan dan melepaskan unsur yang terikat atau yang terjepat pada partikel liat, unsur hara P yang tersedia dapat mempercepat pembelahan sel terutama pada perkembangan meristem sehingga berakibat lebih lanjut terhadap pertumbuhan tinggi tanaman.

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa jumlah daun bawang merah tidak berbeda nyata. Menurut hasil penelitian Mohamed *et al.* (2014), mikoriza dapat menghasilkan interaksi dalam tiga aspek, yaitu positif, netral dan negatif pada asosiasi akar. Pada penelitian ini mikoriza menghasilkan interaksi positif terhadap tinggi tanaman, dan interaksi netral terhadap jumlah daun bawang merah yang ditanam pada Latosol. Hal ini serupa dengan hasil penelitian tanaman bawang merah pada media tanam Regosol, perlakuan dengan aplikasi mikoriza menunjukkan hasil yang berbeda nyata (interaksi positif) terhadap tinggi tanaman, namun tidak berbeda nyata (interaksi netral) terhadap jumlah daun bawang merah (Hazra *et al.*, 2021). Jumlah daun yang tidak berbeda nyata tersebut didasarkan

karena tanaman bawang merah merupakan jenis tanaman yang mengutamakan dan melanjutkan pertumbuhan vegetatif jumlah daunnya, jumlah daun tersebut penting dan berhubungan dengan pembentukan anakan dan jumlah umbi bagi bawang merah. Berikutnya visualisasi tinggi tanaman bawang merah setelah 12 MST dapat diamati pada Gambar 1.



Gambar 1. Tinggi tanaman bawang merah umur 12 MST pada media tanam Latosol

Pada Gambar 1 tinggi tanaman bawang merah pada media tanam Latosol memiliki perbedaan yang sangat jelas dengan kontrolnya. Perlakuan E diamati pada Gambar 1 memiliki tinggi tanaman tertinggi. Selain itu perlakuan C yang hanya mengaplikasikan pupuk hayati mikoriza tanpa pupuk standar (PS) juga menunjukkan tinggi tanaman yang lebih tinggi dibandingkan kontrol. Hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan dengan aplikasi mikoriza dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman bawang merah.

**Fase Generatif Tanaman**

Tanaman bawang merah memulai fase generatif atau fase reproduktif pada saat tanam berumur 36 HST. Fase generatif ini terdiri dari fase pembentukan umbi pada umur 36 – 50 HST, dan fase pematangan umbi pada umur 51 – 56 HST. Pengaruh pemberian pupuk hayati mikoriza dan berbagai dosis pupuk standar pada media tanam Latosol terhadap bobot biomassa bawang merah dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh pemberian pupuk hayati mikoriza dan berbagai dosis pupuk standar pada media tanam Latosol terhadap fase generatif bawang merah pada 12 MST

Perlakuan	Jumlah umbi (bh per rumpun)	Bobot Umbi (g)	Bobot Biomassa (g)
A. Kontrol	0	0.60	1.92 <sup>c</sup>
B. Pupuk Standar (PS)	1	7.55	17.29 <sup>ab</sup>
C. 0% PS + 2.5 g MZ2000	2	6.18	10.58 <sup>b</sup>
D. 25% PS + 2.5 g MZ2000	1	6.95	19.44 <sup>a</sup>
E. 50% PS + 2.5 g MZ2000	1	9.23	23.41 <sup>a</sup>
F. 75% PS + 2.5 g MZ2000	1	7.72	21.70 <sup>a</sup>

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan nilai tidak berbeda nyata pada taraf nyata 5% dengan Uji Wilayah Berganda Duncan

Tabel 2 menunjukkan bahwa biomassa terberat terdapat pada perlakuan E (50% PS + 2.5 g MZ2000) sebesar 23.41 g per rumpun, perlakuan ini mengalami peningkatan sebesar 35.40% dibandingkan perlakuan pupuk standar. Perlakuan ini berbeda nyata dengan kontrol, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan F, D dan B. Secara ekonomis perlakuan D adalah kombinasi yang

paling disarankan untuk digunakan, dengan hasil sebesar 19.44 g per rumpun, dan peningkatan 12.43% dibandingkan pupuk standar. Berdasarkan Tabel 2 bobot biomassa pada perlakuan yang diaplikasikan mikoriza memiliki hasil lebih baik. Sama halnya dengan hasil penelitian Hazra *et al.* (2021), tanaman bawang merah dengan pegaplikasian mikoriza pada media tanam Regosol memberikan hasil terbaik, dengan peningkatan sebesar 18.78% dibandingkan pupuk standar. Respon peningkatan pada media tanam Regosol tersebut lebih rendah dibandingkan respon peningkatan media tanam Latosol, Hal ini diduga karena Latosol merupakan jenis tanah dengan pH rendah, sehingga mikoriza lebih memberikan respon yang signifikan. Selain itu menurut Farzaneh *et al.* (2011) mikoriza bekerja sangat baik terhadap bobot biomassa tanaman bawang merah, dengan meningkatkan penyerapan hara menjadi tersedia bagi tanaman karena jangkauan penyerapan unsur hara tanaman yang terkolonisasi mikoriza dapat meningkat lebih cepat daripada tanaman yang tidak terkolonisasi mikoriza. Jika unsur hara dalam keadaan cukup maka biosintesis berjalan lancar, sehingga karbohidrat yang dihasilkan akan semakin banyak dan disimpan sebagai cadangan makanan yang akan meningkatkan biomassa tanaman.

Berdasarkan Tabel 2 mikoriza menghasilkan interaksi positif terhadap bobot biomassa dan interaksi netral terhadap jumlah umbi dan bobot umbi pada media tanam Latosol. Hal ini serupa dengan hasil penelitian tanaman bawang merah pada media tanam Regosol. Perlakuan dengan aplikasi mikoriza menunjukkan hasil yang berbeda nyata terhadap bobot biomassa, namun tidak berbeda nyata terhadap jumlah umbi dan bobot umbi bawang merah (Hazra *et al.*, 2021). Hasil umbi yang tidak berbeda nyata ini berkorelasi positif dengan jumlah daun (Tabel 1) yang juga tidak berbeda nyata. Menurut Ansyar *et al.* (2017), jumlah daun menentukan anakan dan berat umbi. Pembentukan umbi bawang merah berasal dari lapisan daun yang membesar dan menyatu, lapisan-lapisan daun yang terbentuk selanjutnya berkembang menjadi umbi bawang merah, kemudian jumlah daun yang banyak akan meningkatkan fotosintat yang akan ditranslokasikan ke organ-organ tanaman seperti umbi yang juga akan mempengaruhi lilit umbi yang akhirnya akan menentukan berat umbi. Brangkas bawang merah setelah 12 MST terdapat pada Gambar 2.

Berdasarkan Gambar 2, diketahui brangkas bawang merah pada media tanam Latosol memiliki perbedaan yang sangat jelas apabila dibandingkan dengan kontrolnya. Perlakuan C yang hanya mengaplikasikan pupuk hayati mikoriza tanpa pupuk standar (PS) juga menunjukkan brangkas yang lebih baik dibandingkan kontrol. Hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan dengan aplikasi mikoriza dapat meningkatkan hasil brangkas bawang merah.

#### Kolonisasi atau Infeksi Akar

Parameter untuk menentukan tingkat keberhasilan simbiosis mikoriza dengan tanaman inangnya adalah infeksi mikoriza. Persentase infeksi mikoriza pada akar merupakan jumlah dari akar yang terinfeksi pada setiap bidang pandang yang dilihat menggunakan mikroskop. Pengaruh pemberian pupuk hayati mikoriza dan berbagai dosis pupuk standar pada media tanam Latosol terhadap infeksi akar bawang merah terdapat pada Tabel 3.



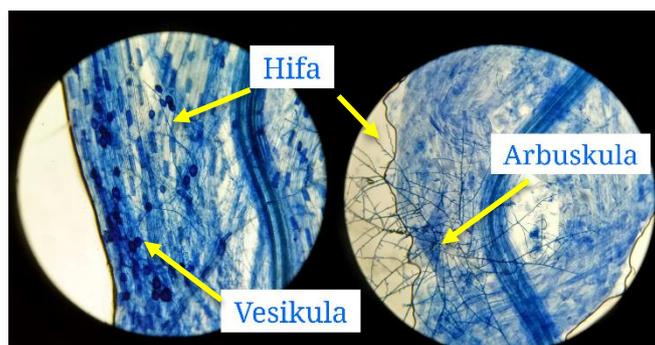
Gambar 2. Brangkas bawang merah umur 12 MST dengan perlakuan A-F di media tanam pada tanah Latosol

Tabel 3. Pengaruh pemberian pupuk hayati mikoriza dan berbagai dosis pupuk standar pada media tanam Latosol terhadap infeksi akar bawang merah pada 12 MST

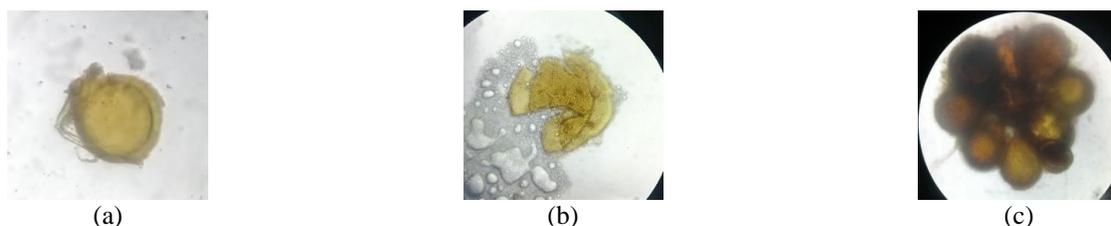
Perlakuan	Infeksi akar (%)
A. Kontrol	13.33 <sup>b</sup>
B. Pupuk Standar (PS)	16.7 <sup>b</sup>
C. 0% PS + 2.5 g MZ2000	75.3 <sup>a</sup>
D. 25% PS + 2.5 g MZ2000	100 <sup>a</sup>
E. 50% PS + 2.5 g MZ2000	100 <sup>a</sup>
F. 75% PS + 2.5 g MZ2000	100 <sup>a</sup>

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan nilai tidak berbeda nyata pada taraf nyata 5% dengan Uji Wilayah Berganda Duncan

Berdasarkan Tabel 3, diketahui bahwa semua perlakuan dengan pengaplikasian pupuk hayati mikoriza menghasilkan infeksi akar yang tinggi dan berbeda nyata jika dibandingkan dengan perlakuan tanpa penggunaan pupuk hayati mikoriza. Hal ini karena dengan adanya aplikasi pupuk hayati mikoriza, terbentuk hifa eksternal pada bagian akar tanaman bawang dan memperluas bidang serapan akar terhadap air dan unsur hara. Hifa ini berfungsi untuk penyerapan larutan nutrisi di dalam tanah dan sebagai alat transportasi nutrisi dari tanah menuju akar (Rini *et al.* 2019). Infeksi akar yang diperoleh pada perlakuan yang diaplikasikan mikoriza termasuk ke dalam kriteria sangat tinggi, karena memiliki nilai infeksi diatas 75%. Kriteria ini mengacu pada pernyataan Rajapakse dan Miller (1992), yang menyatakan kolonisasi atau infeksi akar kurang dari 5% sangat rendah, 6 – 25% rendah, 26 – 50% sedang, 51 – 75% tinggi, dan di atas 75% sangat tinggi. Kurniawati (2011) menyatakan bahwa kolonisasi atau infeksi akar dapat dihitung berdasarkan kenampakan struktur mikoriza, seperti arbuskula, hifa, spora, vesikel, atau salah satu di antaranya. Gambar 3 terdapat hifa, vesikel dan arbuskula yang dihasilkan oleh infeksi mikoriza pada bawang merah.



Gambar 3. Akar bawang merah yang terinfeksi oleh mikoriza diamati dengan mikroskop (perbesaran 100x)



Gambar 4. Spora yang berhasil berasosiasi dengan tanaman bawang merah: *Acaulospora* (a), *Glomus etunicatum* (b), *Glomus* sp. (c)

Gambar 3 merupakan gambar penampang akar bawang merah yang telah terinfeksi oleh mikoriza, yaitu hifa, vesikel (vesikula) dan arbuskula. Hifa merupakan struktur mikoriza yang berbentuk benang berfungsi sebagai penyerap hara. Vesikel berbentuk lonjong atau bulat, mengandung cairan lemak yang berfungsi sebagai organ penyimpanan makanan atau berkembang menjadi klamidospora. Arbuskula merupakan hifa yang bercabang-cabang seperti pohon-pohon kecil berfungsi sebagai tempat pertukaran zat-zat metabolit primer antara mikoriza dan akar tanaman. (Novtiar, 2019). Spora yang berhasil berasosiasi dengan tanaman bawang merah dapat terdapat pada Gambar 4.

Gambar 4 merupakan spora mikoriza yang berhasil berasosiasi dengan tanaman bawang merah. Formula pupuk hayati mikoriza MZ2000 yang diaplikasikan tersusun dari 5 spesies mikoriza yaitu *Acaulospora* sp., *Glomus etunicatum*, *Glomus* sp., *Glomus maniholtis*, dan *Gigaspora* sp. Namun yang berhasil berasosiasi hanya 3 spesies, yaitu *Acaulospora* sp. (a), *Glomus etunicatum* (b), dan *Glomus* sp. (c), sedangkan *Glomus maniholtis*, dan *Gigaspora* sp., tidak terdeteksi lagi pada akhir penelitian. Menurut Sumiati dan Gunawan (2006), hubungan simbiotik antara cendawan mikoriza tertentu terjadi karena informasi spesifik yang dihasilkan oleh akar tanaman untuk menarik mikoriza agar dapat bersimbiosis dengannya. Akar bawang merah diduga mengeluarkan eksudat yang berbentuk gas. Eksudat dapat larut dalam air atau molekul yang terikat pada permukaan akar. Pada penelitian ini diduga *Glomus maniholtis*, dan *Gigaspora* sp. menunjukkan respons tidak cocok dan tidak menyukai tanaman bawang merah sebagai inangnya, sehingga tidak terjadi infeksi dan penetrasi ke dalam akar tanaman bawang merah, yang mengakibatkan pada akhirnya *Glomus maniholtis*, dan *Gigaspora* sp. mati dan tidak terdeteksi di akhir pengamatan.

### Analisis Kimia Tanah

Analisis kimia tanah dilakukan untuk mengetahui kandungan hara tanah yang ada pada tanah setelah panen bawang merah. Kadar kimia tanah yang diukur dalam penelitian ini adalah N-total tanah, P-tersedia tanah, dan K-dd tanah. Pengaruh pemberian pupuk hayati mikoriza dan berbagai dosis pupuk standar terhadap kadar N, P, K tanah terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh pemberian pupuk hayati mikoriza dan berbagai dosis pupuk standar pada media tanam Latosol terhadap kadar N, P, K Tanah

Perlakuan	N- Total (%)	P-Tersedia (ppm)	K-dd (cmol kg <sup>-1</sup> )
A. Kontrol	0,12	9,23 <sup>b</sup>	0,06 <sup>d</sup>
B. Pupuk Standar (PS)	0,14	25,68 <sup>a</sup>	0,14 <sup>a</sup>
C. 0% PS + 2,5g MZ2000	0,12	23,15 <sup>a</sup>	0,11 <sup>c</sup>
D. 25% PS + 2,5g MZ2000	0,13	24,17 <sup>a</sup>	0,12 <sup>bc</sup>
E. 50% PS + 2,5g MZ2000	0,13	27,86 <sup>a</sup>	0,12 <sup>bc</sup>
F. 75% PS + 2,5g MZ2000	0,14	29,51 <sup>a</sup>	0,13 <sup>b</sup>

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan nilai tidak berbeda nyata pada taraf nyata 5% dengan Uji Wilayah Berganda Duncan.

Tabel 4 menunjukkan bahwa mikoriza berpengaruh nyata dalam meningkatkan kadar P-tersedia tanah Latosol. Kandungan P-tersedia tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan F (75% PS + 2.5 g MZ2000) sebesar 28.51 ppm. Ini membuktikan bahwa pengaplikasian pupuk hayati mikoriza 2.5 g per tanaman dapat meningkatkan kandungan P-tersedia tanah, yaitu sebesar 14.91% pada Latosol dibandingkan dengan pupuk standar. Hal ini serupa dengan hasil penelitian tanaman bawang merah pada media tanam Regosol. Perlakuan dengan aplikasi mikoriza dapat meningkatkan kandungan P-tersedia tanah, yaitu sebesar 11.23% (Hazra *et al.* 2021). Peningkatan P-tersedia tanah pada Latosol lebih tinggi dibandingkan pada Regosol, hal ini didasarkan karena Latosol merupakan tanah yang memiliki pH lebih rendah, sesuai dengan pernyataan Galii *et al.* (1993) mikoriza memiliki kemampuan yang spesifik untuk meningkatkan penyerapan P pada tanah-tanah pH

rendah, tingkat kesuburan tanah yang rendah, dan membantu memperluas fungsi sistem perakaran dalam memperoleh nutrisi. Selain itu hasil penelitian Musfal (2008) juga menyatakan bahwa dengan pemberian mikoriza pada tanaman jagung di tanah Inceptisols mampu meningkatkan P-tersedia sebesar 45% dibandingkan pupuk standar.

Penyerapan unsur hara tanaman yang terkolonisasi mikoriza dapat meningkat lebih cepat daripada tanaman yang tidak terkolonisasi mikoriza. Mikoriza mampu melepaskan unsur P yang difiksasi menjadi tersedia bagi tanaman. Hasil ini sesuai dengan penelitian Mohamed *et al.* (2014), kadar P-tersedia tanah dengan komoditas tanaman bawang merah dan jagung memberikan respons positif terhadap mikoriza arbuskula setelah 60 dan 90 hari tanam. Sesuai dengan Feng *et al.* (2003), bahwa mikoriza sangat berperan dalam meningkatkan ketersediaan P melalui jaringan hifa ekstrenal, yang dapat menghasilkan enzim fosfatase yang dilepaskan dalam tanah sehingga mampu melepaskan P yang terfiksasi oleh ion Al dan Fe.

Berdasarkan Tabel 4, diketahui bahwa nilai tertinggi untuk kadar K-dd tanah sebesar 0.14 cmol kg<sup>-1</sup>, ditunjukkan oleh perlakuan B yang merupakan perlakuan pupuk standar (PS). Selanjutnya untuk kadar N-total tanah, menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan memberikan hasil yang tidak berbeda nyata. Menurut Nurmasiyah *et al.* (2013), penentuan dosis mikoriza berpengaruh sangat nyata terhadap N-total tanah, adanya suatu komposisi tertentu mengenai dosis antara pupuk standar dan pupuk hayati mikoriza agar dapat meningkatkan N-total tanah. Selain itu komoditas yang ditanam juga berpengaruh dalam peningkatan N-total tanah, seperti tanaman legum.

## SIMPULAN

Pupuk hayati mikoriza dapat mengurangi kebutuhan pupuk standar (PS) menjadi 25% sampai 50%. Kombinasi pupuk hayati 2.5 g per tanaman dengan 50% PS menghasilkan tinggi tanaman dan bobot biomassa terbaik, namun secara ekonomis lebih direkomendasikan pemakaian 25% PS. Perlakuan yang diaplikasikan mikoriza memiliki nilai infeksi sangat tinggi di atas 75%. Jenis spora yang berhasil berasosiasi adalah *Acaulospora* sp., *Glomus etunicatum*, dan *Glomus* sp. Pengaplikasian mikoriza menghasilkan respons peningkatan sebesar 14.91% pada P-tersedia Latosol, sedangkan terhadap K-dd dan N-total tidak berpengaruh nyata.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ansyar, I.A., Silvina, F., Murniati. 2017. Pengaruh pupuk kascing dan mikoriza terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *JOM Faperta*, 4(1): 1-13.
- Brundertt, M.N., Bougher, B., Dell, T.G., Malayczuk, N. 1996. *Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture. ACIAR Monograph 32*. Australian Centre for International Agriculture Research. Canberra (AU).
- Clapp, J.P., Fitter, A.H., Merryweather, J.W. 1996. Arbuskular mycorrhizas. Di dalam: Hall GS, Lasserre P, Hawksworth DL, editor. *Methods for the Examination of Organismal Diversity in Soils and Sediments*. CAB International. Wallingford (UK).
- Farzaneh, M., Vierheilig, H., Lossl, A., Kaul, H.P. 2011. Arbuscular mycorrhiza enhances nutrient uptake in chickpea. *Plant Soil Environ*, 57: 465-470.
- Feng, G., Song, Y.C., Li, X.L., Christie, P. 2003. Contribution of arbuscular mycorrhizal fungi to utilization of organic sources of phosphorus by red clover in a calcareous soil. *Appl Soil Ecol.*, 22(1): 139-148.
- Galii, U., Meier, M., Brunold, C. 1993. Effect of cadmium on non-mycorrhizal and mycorrhizal fungus (*Laccaria laccata* Scop.Ex.Fr) Bk and Br: sulphate reduction, thiols and distribution of the heavy metal. *New Phytol.*, 125(1): 837-843.
- Hazra, F., Istiqomah, F.N., Adriani, L. 2020. Efektivitas mikoriza dalam meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi pupuk pada tanaman bawang merah (*Allium Ascalonicum* L.). *Prosiding Seminar Nasional PERHORTI 2020. Sinergisme Membangun Kawasan Hortikultura Tangguh dan Menyenangkan*. Perhimpunan Hortikultura Indonesia (PERHORTI), 17 November 2020, Hal. 257-264.
- Hazra, F., and Novtiar R.P. 2020. Effectiveness of MZ2000 mycorrhizal biofertilizer on the growth of Sengon seedlings. *Journal of Soil Science and Environment*, 22(1): 35-39.
- Hazra, F., Gusmaini, dan Wijayanti D. 2019. Aplikasi bakteri endofit dan mikoriza terhadap kandungan unsur N, P, dan K pada pembibitan tanaman Lada. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 21(1): 42-50.
- Kurniawati, P. 2011. Pengaruh pemberian inokulum mikoriza dan pemupukan NPK terhadap pertumbuhan semai longkida (*Nauclea orientalis* L.) pada kondisi tergenang dan tidak tergenang [skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor (ID).
- Mohamed, A.A., Eweda, W.E.E., Heggo, A.M., Hassan, E.A. 2014. Effect of dual inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi and sulphur-oxidising bacteria on onion (*Allium cepa* L.) and maize (*Zea mays* L.) grown in sandy soil under green house conditions. *J. Annals of Agricultural Science*, 59(1): 109-118.
- Musafa, M.K., Aini, L.Q., Prasetya, B. 2015. Peran mikoriza arbuskula dan bakteri pseudomonas fluorescens dalam meningkatkan serapan P dan pertumbuhan tanaman jagung pada Andisol. *J. Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 2(2): 191-197.
- Musfal. 2008. Efektivitas cendawan mikoriza arbuskular (CMA) terhadap pemberian pupuk spesifik lokasi tanaman jagung pada tanah Inceptisol [Tesis]. Sekolah Pasca Sarjana USU. Medan (ID).
- Novtiar, R.P. 2019. Aplikasi pupuk hayati mikoriza pada semai sengon buto (*Enterolobium cyclocarpum*

- Griseb.) [skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor (ID).
- Nurmasyitah, Syafruddin, Sayuthi, M. 2013. Pengaruh jenis tanah dan dosis fungi mikoriza arbuskular pada tanaman kedelai terhadap sifat kimia tanah. *J. Agrista*, 17(3): 103-110.
- Permentan. 2011. Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah. Peraturan Menteri Pertanian No. 70/ Permentan/ SR. 140/10/2011.
- Rajakakse, S., Miller, J.C. 1992. 15 Methods for studying vesicular-arbuscular mycorrhizal root colonization and related root physical properties. *Methods In Microbiology*, 24 (1): 301-316.
- Rini, M.A., Safitri, N., Bakrie, A.H. 2019. Penggunaan berbagai jenis dan dosis fungi mikoriza arbuskula untuk meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman tomat. Hal 307-314. *Dalam* H. Susanti, D.E. Adriani, R.I. Septiani, D. Pebriani, H. Saputra (eds.). *Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Hortikultura Indonesia 2019. Hortikultura Berkontribusi Menyehatkan Bangsa*. Banjarmasin, 21-22 Agustus 2019
- Setiadi, Y. 1991. *Aplikasi N Mutu Bidang Pertanian*. Direktorat Perguruan Tinggi Swasta, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Swasta. Jakarta (ID).
- Sugiartini, E., Mayasari, K., Ikrarwati. 2016. *Petunjuk Teknis Budidaya Bawang Merah di Lahan dan di dalam Pot atau Polybag*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jakarta. Jakarta (ID).
- Sumiati, E., Gunawan, O.S. 2006. Aplikasi pupuk hayati mikoriza untuk meningkatkan efisiensi serapan unsur hara NPK serta pengaruhnya terhadap hasil dan kualitas umbi bawang merah. *J. Hort.*, 17(1): 34-42.
-