

APLIKASI MIKORIZA ARBUSKULA UNTUK MENINGKATKAN SERAPAN FOSFAT, PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum* L.)

Application Of Arbuscular Mycorrhiza For Improving Phosphorous Uptake, Growth And Production Of Shallot (*Allium ascalonicum* L.)

Muhammad Mujibur Rahman^{*)}, Akhmad Rizalli Saidy, Chatimatun Nisa

Program Studi Magister Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat
Jl. Jendral Ahmad Yani Km. 36, Banjarbaru 70714 Kalimantan Selatan, Indonesia

^{*)} e-mail: mmujibr16@gmail.com

Abstract

One of the problems in phosphate nutrient fertilization is a low level of efficiency, so the application of arbuscular mycorrhiza is often done to increase phosphate uptake. In this study mycorrhizal was applied to shallots which were given P fertilizer to assess the effect of mycorrhizal applications on growth, yield, and phosphate uptake. This research was carried out at the Faculty of Agriculture's Greenhouse of the University of Lambung Mangkurat Banjarbaru from March to May 2016. The seed of shallot was grown on 5 kg of soil and quartz sand (3:1) fertilized by P (0, 50, 100, 150, 200 and 250 kg SP-36 ha⁻¹) and applied with mycorrhiza (without and with 10 g of plant⁻¹ mycorrhizal inoculum) at planting. The observations made after 75 days after planting showed that the application of arbuscular mycorrhiza was effected to improve several observation variables, namely plant dry weight, bulb dry weight, phosphate nutrient uptake, and phosphate efficiency. The application of mycorrhiza at phosphate doses of 250 kg SP-36 ha⁻¹ can increase plant dry weight by 97% and bulb dry weight by 203% compared to without mycorrhiza. Whereas the application of mycorrhiza at a phosphate dose of 100 kg SP-36 ha⁻¹ is the best and most efficient treatment to increase phosphate nutrient uptake and phosphate efficiency. The results of this study show that the application of mycorrhizal can increase nutrient uptake of phosphate which ultimately increases the growth and production of shallot plants.

Keywords: shallot; phosphate fertilizers; mycorrhiza arbuscular

PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura bernilai ekonomis tinggi yang mulai dibudidayakan secara intensif di Kalimantan Selatan (Kalsel). Upaya ini dilakukan oleh pemerintah dalam rangka peningkatan produksi daerah sekaligus mengurangi ketergantungan pasokan dari luar daerah seperti Pulau Jawa. Penambahan luasan areal tanam tidak hanya dilakukan pada lahan persawahan, tetapi juga dilakukan pada lahan kering suboptimal

seperti di daerah Banjarbaru dan Kabupaten Hulu Sungai Selatan (HSS). Data dari Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura (Distantph) Kalsel (2014) memperlihatkan terjadinya penambahan luas areal panen bawang merah sebesar 387,50% dari tahun sebelumnya atau setara sekitar 39 ha dengan total produksi mencapai 474,9 ton.

Kendala utama yang dihadapi dalam pemanfaatan lahan kering suboptimal di Kalimantan Selatan adalah rendahnya tingkat kesuburan tanah, khususnya ketersediaan hara fosfat (P) bagi tanaman.

Rendahnya kesuburan tanah ini umumnya disebabkan oleh kandungan bahan organik rendah, kemasaman yang tinggi, erosi tanah, kandungan unsur N, P, K, Ca, Mg dan Na yang rendah serta tingginya kadar Al-dd yang bersifat toksik bagi tanaman (Noor *et al.*, 2014). Pada tanah-tanah tropika seperti di Kalimantan Selatan yang telah mengalami pelapukan lanjut, salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kondisi tanah demikian adalah dengan mengoptimalkan pemupukan dan pemanfaatan agen hayati ke dalam tanah.

Pemupukan fosfat pada dasarnya berupaya untuk meningkatkan ketersediaan hara fosfat bagi pertumbuhan dan pembentukan hasil bawang merah, serta menghindari terbentuknya zona *depleksi* fosfat di sekitar perakaran tanaman. Namun peningkatan dosis fosfat tidak selalu berbanding lurus dengan tingkat serapan hara fosfat oleh tanaman. Ketersediaan hara fosfat dalam tanah dapat dipengaruhi oleh kemasaman tanah, waktu, temperatur, jumlah bahan organik dan curah hujan (Jumin, 2008). Hasil penelitian Hamdani (2008) menunjukkan bahwa perlakuan tunggal dosis pupuk P hingga 240 kg P₂O₅ha⁻¹ tidak berpengaruh nyata terhadap serapan P tanaman bawang merah yang ditanam pada tanah Inceptisol dan Ultisol. Hal ini diduga karena tingginya kandungan Al dan Fe. Tingkat serapan pupuk P oleh tanaman seringkali sangat rendah sekitar 15-20% dari total pupuk yang diberikan (Santoso *et al.*, 2000). Oleh karena itu diperlukan penerapan teknologi pertanian lainnya yang ramah lingkungan seperti aplikasi mikoriza arbuskula (MA) untuk meningkatkan efisiensi pemupukan fosfat pada lahan kering suboptimal di Kalimantan Selatan.

Efektivitas mikoriza arbuskula berhubungan dengan optimalisasi peran mikoriza dalam menyediakan air dan unsur hara selama proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman inang dalam kondisi tertentu. Hasil penelitian Sumiati & Gunawan (2006) menyimpulkan bahwa kombinasi perlakuan pupuk NPK 15-15-15

dan mikoriza secara nyata mampu meningkatkan kandungan unsur hara N, P, K dan pertumbuhan bawang merah. Perlakuan tunggal aplikasi mikoriza Mycofer dosis 2,5-5,0 g tanaman⁻¹ secara nyata dapat meningkatkan bobot umbi bawang merah. Nurbaity dkk. (2011) menjelaskan bahwa pemberian mikoriza terhadap tanaman sorgum mampu meningkatkan serapan hara fosfat sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan secara umum. Pemberian mikoriza juga diketahui mampu meningkatkan jumlah daun, tinggi tanaman, diameter batang tanaman dan berat kering tajuk tanaman bawang putih (Wicaksono *et al.*, 2014). Meskipun sudah banyak penelitian tentang pengaruh aplikasi mikoriza terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman, informasi peranan mikoriza dalam meningkatkan serapan hara dan pertumbuhan tanaman pada tanah dengan kandungan Al dan Fe yang tinggi masih belum tersedia secara komprehensif.

Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh aplikasi mikoriza arbuskula pada bawang merah dan menentukan dosis pupuk P optimum pada bawang merah bermikoriza yang ditanam pada tanah Ultisols.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Tanah untuk media tanam bawang merah disampel dari lahan kering milik petani di Desa Guntung Manggis, Kota Banjarbaru, Provinsi Kalimantan Selatan. Tanah disampel dari kedalaman 0-30 cm dari permukaan tanah dari beberapa titik sampling, dibersihkan dari sisa-sisa tanaman, dikomposit dan kemudian ditransportasikan ke rumah kaca. Kemudian tanah dikering-anginkan selama 2 hari, sebelum akhirnya dihaluskan dan disaring dengan menggunakan ayakan 2 mm mesh. Sub-sampel tanah diambil dan dianalisa di laboratorium untuk mengetahui sifat kimia tanahnya. Tanaman bawang merah yang digunakan adalah bawang merah varietas Biru Lancor yang diperoleh dari petani

penangkar benih bawang merah di Desa Guntung Manggis, Kota Banjarbaru. Inokulum mikoriza arbuskula untuk penelitian ini diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro) Bogor.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial Tersarang dengan dua faktor perlakuan, dimana perlakuan aplikasi mikoriza arbuskula tersarang pada perlakuan dosis pupuk P. Faktor perlakuan dosis pupuk fosfat (P) terdiri dari : tanpa pupuk fosfat (p_0), 50 kg SP-36 ha⁻¹ (p_1), 100 kg SP-36 ha⁻¹ (p_2), 150 kg SP-36 ha⁻¹ (p_3), 200 kg SP-36 ha⁻¹ (p_4) dan 250 kg SP-36 ha⁻¹ (p_5). Faktor aplikasi mikoriza arbuskula (M) terdiri dari tanpa aplikasi mikoriza (m_0) dan dengan aplikasi mikoriza dengan jumlah 10 g tanaman⁻¹ (m_1). Dengan demikian diperoleh 12 kombinasi perlakuan, kemudian masing-masing kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 36 satuan percobaan.

Media tanam bawang merah yang digunakan adalah kombinasi antara tanah dan pasir kuarsa (3:1) yang telah disterilkan menggunakan autoklaf buatan dengan berat total 5 kg per polibag. Penanaman dilakukan dengan membenamkan umbi bawang merah yang telah dipotong $\frac{1}{4}$ bagian ke dalam lubang tanam sampai seluruh permukaan umbi tertutup tanah tipis. Umbi yang digunakan merupakan umbi benih sedang dengan berat 5-6 gram. Pupuk dasar berupa pupuk kotoran ayam matang 3 t ha⁻¹ diberikan 3 hari sebelum tanam. Pemupukan susulan menggunakan pupuk tunggal urea, SP-36 dan KCl. Pupuk urea 450 kg ha⁻¹ dan KCl 200 kg ha⁻¹ diberikan dua kali masing-masing setengah dosis pada umur 15 HST dan 30 HST, sedangkan pupuk SP-36 diberikan sekaligus sesuai dosis perlakuan bersamaan dengan pemberian pupuk kotoran ayam. Inokulum mikoriza arbuskula diaplikasikan satu kali saat tanam dengan jumlah 10 g tanaman⁻¹. Pemeliharaan tanaman seperti penyiraman, penyulaman, penyiangan dan pengendalian hama-penyakit dilakukan sesuai dengan

kondisi tanaman. Panen bawang merah dilakukan pada umur 75 HST dengan ciri-ciri tanaman seperti 75% daun tanaman mulai berwarna kuning, batang rebah dan umbi menyembul dipermukaan tanah.

Parameter yang diamati pada penelitian meliputi jumlah daun per tanaman, bobot kering tanaman, bobot kering umbi per tanaman, persentase kolonisasi mikoriza arbuskula, kandungan P pada tanaman, serapan hara P dan efisiensi pemupukan P. Data terlebih dahulu diuji kenormalan dan kehomogenannya, kemudian dilanjutkan dengan analisis ragam (uji F) pada tingkat α 5% untuk mengetahui adanya pengaruh dari perlakuan yang diberikan. Apabila diperoleh hasil berpengaruh nyata terhadap parameter pengamatan, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada tingkat α 5%. Uji korelasi-regresi linier sederhana juga dilakukan untuk mengetahui hubungan dari masing-masing dua variabel yang diamati.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Tanah

Hasil analisa laboratorium terhadap sampel tanah yang digunakan untuk penelitian menunjukkan bahwa tanah yang digunakan tergolong masam dan memiliki kadar P-tanah rendah. Selain itu, tanahnya juga bertekstur liat dan memiliki kandungan bahan organik rendah serta *bulk density* yang tinggi. Dengan demikian, tingkat kesuburan tanah penelitian yang digunakan tergolong rendah.

Tabel 1. Karakteristik tanah penelitian

Analisa Tanah	Nilai	Keterangan
BD (g.cm ⁻³)	1,24	Tinggi/padat
pH (H ₂ O)	5,73	Agak masam
P ₂ O ₅ (ppm)	10,92	Rendah

Menurut Hanafiah (2010), tanah mineral lapisan atas yang memiliki tekstur liat dan berstruktur granular memiliki nilai

bulk density antara 1,0 – 1,3 g cm⁻³, sedangkan pada tanah yang bertekstur kasar memiliki nilai *bulk density* antara 1,3 – 1,8 g cm⁻³. Tingginya nilai *bulk density* juga menggambarkan tingginya tingkat pemadatan tanah. Semakin meningkatnya kepadatan maka semakin meningkat nilai BD (Perdana & Wawan, 2015). Sifat fisik tanah seperti kepadatan tanah berpengaruh terhadap laju infiltrasi dan aktivitas perakaran tanaman. Aplikasi mikoriza akan membantu tanaman menyerap air dan unsur hara melalui pori-pori tanah yang lebih kecil.

Pemanfaatan lahan kering suboptimal umumnya terkendala oleh tingkat kemasaman (pH) tanah yang tinggi dan kesuburan tanah yang rendah. Tingginya curah hujan di Kalimantan Selatan menyebabkan tingginya pencucian hara basa tanah dan meninggalkan ion H dan Al dalam kompleks adsorpsi liat dan humus. Akibatnya tanah menjadi bereaksi masam dengan kejenuhan basa rendah dan ketersediaan fosfat menjadi rendah dengan tingkat fiksasi P yang tinggi oleh senyawa Fe dan Al (Noor *et al.*, 2014). *Input* teknologi seperti pemupukan dan pemanfaatan mikoriza akan membantu tanaman bawang merah dalam mencukupi kebutuhan unsur haranya selama proses pertumbuhan dan perkembangan.

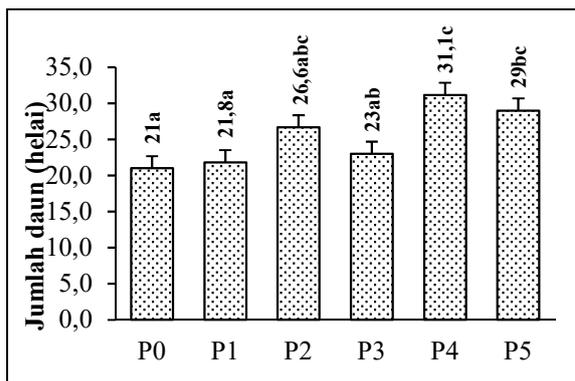
Jumlah Daun

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi mikoriza arbuskula (MA) pada beberapa dosis pupuk P berpengaruh tidak nyata terhadap variabel jumlah daun tanaman bawang merah. Menurut Setiadi (2000), tidak semua jenis mikoriza arbuskula dapat memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan suatu tanaman. Pengaruh ini sangat ditentukan oleh efektivitas isolat, status hara media dan tingkat ketergantungan tanaman terhadap mikoriza. Unsur nitrogen tergolong unsur hara yang mudah larut dan tersedia bagi tanaman sehingga dapat diserap langsung oleh akar tanaman. Tersedianya unsur N

yang cukup di dalam tanah, sebagai unsur penting pembentuk organ daun, diduga menyebabkan rendahnya ketergantungan tanaman terhadap mikoriza. Faktor lingkungan seperti pH tanah, kelembaban tanah, curah hujan, kandungan C-organik dan kadar hara NPK berpengaruh terhadap aktivitas mikoriza (Saputra *et al.*, 2015).

Hasil analisis ragam memperlihatkan bahwa tingkat pemupukan P berpengaruh terhadap jumlah daun tanaman bawang merah. Jumlah daun tertinggi yang diperoleh pada perlakuan pemberian pupuk P dengan dosis 200 kg SP-36 ha⁻¹ yaitu dengan rerata 31,17 helai, tetapi tidak berbeda nyata dengan hasil yang diperoleh pada perlakuan pemberian pupuk P dengan dosis 100 kg SP-36 ha⁻¹ dan 250 kg SP-36 ha⁻¹. Oleh karena itu, perlakuan terbaik ditunjukkan oleh pemberian pupuk P dengan dosis 100 kg SP-36 ha⁻¹ sebagai perlakuan paling efisien dengan rerata jumlah daun adalah 26,67 helai per tanaman (Gambar 1).

Daun merupakan salah satu organ utama tanaman yang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya proses fotosintesis. Peningkatan dosis pupuk P akan berpotensi meningkatkan ketersediaan hara P dan serapan P bagi tanaman. Senyawa ini kemudian digunakan oleh tanaman dalam proses fotosintesis. Fosfor diketahui berfungsi sebagai komponen penyusun ATP, PEP, NADPH dan komponen lainnya yang berfungsi penting dalam proses fotosintesis (Lakitan, 2010). Energi yang diperoleh dari proses fotosintesis dan metabolisme karbohidrat kemudian digunakan untuk proses pertumbuhan tanaman seperti pembentukan daun.



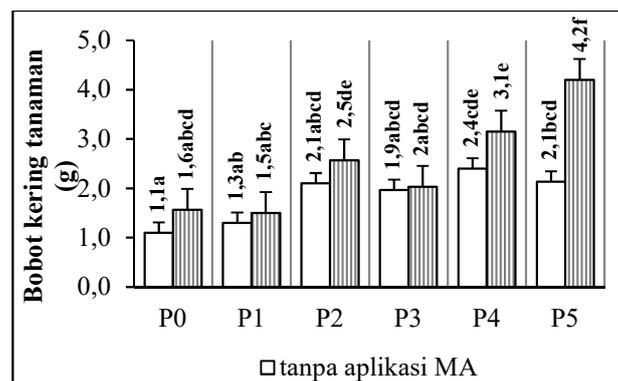
Gambar 1. Pengaruh perlakuan dosis pupuk P terhadap rerata jumlah daun. Huruf yang berbeda di atas batangan menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda berdasarkan uji BNT tingkat α 5%.

Bobot Kering Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi MA pada beberapa dosis pupuk P berpengaruh nyata terhadap bobot kering tanaman bawang merah. Perlakuan aplikasi MA mampu meningkatkan bobot kering tanaman pada masing-masing dosis pupuk P, tetapi tidak semuanya berbeda nyata jika dibandingkan dengan perlakuan tanpa aplikasi MA. Pada perlakuan pemberian pupuk P dengan dosis 250 kg SP-36 ha⁻¹, bobot kering tanaman meningkat 97% dengan aplikasi MA (Gambar 2). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Valentine *et al.* (2017) memperlihatkan bahwa tanaman melon hibrida yang diaplikasikan mikoriza 9 g tanaman⁻¹ memiliki bobot kering total tanaman lebih tinggi 19% dibandingkan tanaman tanpa mikoriza.

Ketidakmampuan dari aplikasi mikoriza dalam meningkatkan bobot kering tanaman secara nyata pada beberapa dosis pupuk P diduga karena adanya kompetisi penggunaan fotosintat antara tanaman inang dengan mikoriza pada perakaran tanaman. Bobot kering total tanaman merupakan hasil penimbunan fotosintat sepanjang masa pertumbuhannya (Zamski & Schaffer, 1996). Mikoriza membutuhkan fotosintat dari tanaman inang sebagai sumber energi, sedangkan tanaman inang membutuhkan

unsur hara yang diserap dari mikoriza. Hasil penelitian Bertham & Inorihah (2009) menunjukkan bahwa hasil tanaman kedelai terganggu akibat adanya aliran karbon kepada mitra simbiosisnya *Gigaspora margarita* selama fase generatif, sedangkan pada fase vegetatif mikoriza dapat membantu pertumbuhan secara optimal.



Gambar 2. Pengaruh perlakuan aplikasi MA pada beberapa dosis pupuk P terhadap rerata bobot kering tanaman. Huruf yang berbeda di atas batangan menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda berdasarkan uji BNT tingkat α 5%.

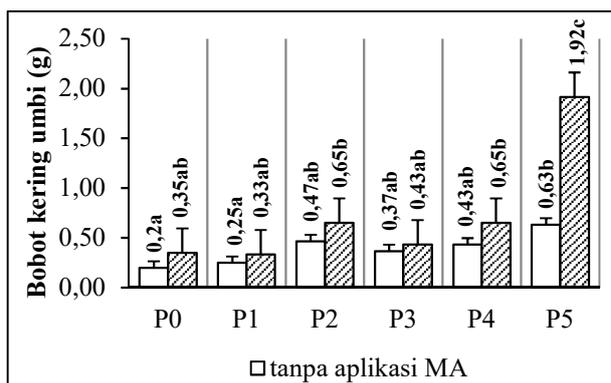
Selain itu, faktor-faktor seperti waktu, temperatur, dan kemasaman tanah dapat mempengaruhi ketersediaan hara fosfat di dalam tanah. Pada tanah dengan tingkat fiksasi tinggi, kandungan Al, Fe dan Ca tinggi, ketersediaan waktu yang panjang (masa tanam) menyebabkan kemungkinan terbentuknya Al-P, Fe-P atau Ca-P juga semakin tinggi sehingga P menjadi sukar larut dan tidak tersedia bagi tanaman (Jumin, 2008). Pada penelitian ini pemberian pupuk P dilakukan bersamaan dengan pemberian pupuk organik yaitu 3 hari sebelum tanam. Oleh karena itu, tanaman bermikoriza yang diaplikasikan dengan dosis pupuk P lebih tinggi diduga mampu menyerap unsur P lebih banyak. Fosfat yang cukup di dalam tanah akan membantu penyerapan unsur hara lainnya yang berperan penting bagi proses metabolisme tanaman (Nartea, 1990). Hasil

serapan kemudian dimanifestasikan untuk proses pertumbuhan dan produksi tanaman.

Bobot Kering Umbi

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi MA pada beberapa dosis pupuk P berpengaruh nyata terhadap perubahan bobot kering umbi tanaman bawang merah. Gambar 3 menunjukkan bobot kering umbi pada dosis pupuk P 0 kg SP-36 ha⁻¹, 50 kg SP-36 ha⁻¹, 100 kg SP-36 ha⁻¹, 150 kg SP-36 ha⁻¹ dan 200 kg SP-36 ha⁻¹ tidak mengalami peningkatan yang signifikan dengan aplikasi mikoriza, sedangkan aplikasi mikoriza pada dosis pupuk P 250 kg SP-36 ha⁻¹ mampu meningkatkan bobot kering umbi hingga 202%. Hasil penelitian lain telah membuktikan bahwa tanaman bawang merah yang ditanam pada tanah Inceptisol dan diaplikasikan mikoriza mampu mengalami peningkatan bobot umbi kering per plot sebesar 19,5% dibanding tanaman tanpa mikoriza (Murniati, 2006). Aplikasi mikoriza 10 g tanaman⁻¹ juga diketahui mampu meningkatkan bobot umbi per tanaman bawang merah yang ditanam dengan teknik pengairan *intermittent* (Saleh & Atmaja, 2017).

Ketidakmampuan aplikasi mikoriza dalam meningkatkan bobot kering umbi pada beberapa dosis pupuk P diduga berhubungan dengan fungsi mikoriza yang lebih optimal pada kondisi kekurangan P. Pada kondisi ketersediaan hara yang rendah, pengaruh mikoriza terhadap serapan hara menjadi tinggi karena hifa eksternal dapat menyerap hara yang tidak dapat dijangkau oleh akar tanaman. Namun pada kondisi P yang cukup, akar tanaman dapat berperan sebagai organ penyuplai hara sehingga tanaman dapat mengakumulasi fotosintat dalam jumlah yang tinggi (Widiastuti *et al.*, 2002).



Gambar 3. Pengaruh perlakuan aplikasi MA pada beberapa dosis pupuk P terhadap rerata bobot kering umbi bawang merah. Huruf yang berbeda di atas batangan menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda berdasarkan uji BNT tingkat α 5%.

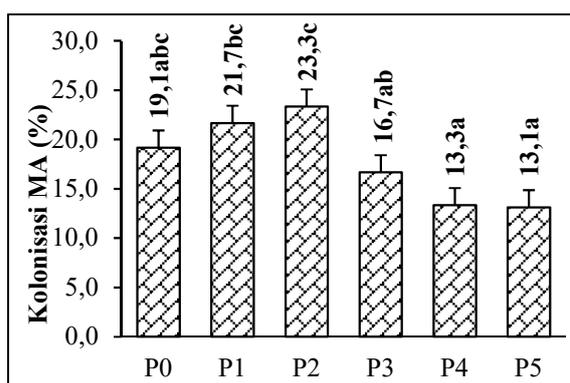
Tanaman bermikoriza pada dosis fosfat 250 kg SP-36 ha⁻¹ memiliki rerata bobot kering umbi paling tinggi yaitu 1,92 g. Ketersediaan unsur hara P yang mencukupi akan membantu pertumbuhan tanaman sekaligus fungsi mikoriza pada akar tanaman. Tanaman menyediakan sumber energi berupa karbon melalui fotosintat (Koide *et al.*, 1988), sedangkan mikoriza memperluas permukaan akar untuk menyerap unsur hara (Khalil *et al.*, 1994) dan air (Elias dan Safir, 1987), serta menghasilkan metabolit yang dapat melarutkan unsur hara P terikat (Kape *et al.*, 1992). Fosfor digunakan oleh tanaman sebagai unsur penting penyusun substrat berenergi tinggi (ATP, ADP, NADPH) yang berperan dalam proses metabolisme tanaman. Kegiatan metabolisme tanaman yang ditunjang dengan energi yang cukup dapat meningkatkan organ hasil secara berkelanjutan (Widi & Wilarso, 2010).

Persentase Kolonisasi MA

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi MA pada beberapa dosis pupuk P berpengaruh nyata terhadap persentase kolonisasi MA pada perakaran tanaman bawang merah. Hasil penelitian

lainnya (Wicaksono *et al.*, 2014) menunjukkan bahwa pemberian mikoriza berpengaruh sangat nyata terhadap infeksi akar tanaman bawang putih. Perlakuan aplikasi mikoriza pada dosis pupuk P 50 kg SP-36 ha⁻¹ memiliki tingkat kolonisasi tertinggi yaitu 46,67%. Menurut Wulandari *et al.* (2014), inokulasi spora jenis *Glomus sp.* pada tanaman inang jarak pagar, bawang merah dan jagung menghasilkan persentase koloni masing-masing 31%, 56% dan 58%.

Mikoriza arbuskula tergolong dalam kelompok endomikriza dan merupakan cendawan obligat, dimana kelangsungan hidupnya berasosiasi dengan akar tanaman inang. Menurut Baptista *et al.* (2011), proses kolonisasi akar terbagi menjadi 4 tahapan yaitu sebelum infeksi, penetrasi hifa pada akar tanaman, hifa tumbuh dan berkembang pada sel akar dan terakhir mikoriza akan membantu penyerapan hara dan air bagi tanaman inang. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa adanya kolonisasi pada akar tanaman yang diaplikasikan mikoriza arbuskula dan ditandai dengan adanya struktur khas endomikoriza seperti hifa internal, vesikel, arbuskula atau hifa eksternal, sedangkan pada akar tanaman tanpa mikoriza tidak terlihat adanya kolonisasi.



Gambar 4. Pengaruh perlakuan dosis pupuk P terhadap rerata persentase kolonisasi MA. Huruf yang berbeda di atas batangan menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda berdasarkan uji BNT tingkat α 5%.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan dosis pupuk P berpengaruh nyata terhadap persentase kolonisasi mikoriza arbuskula pada perakaran tanaman. Tinggi rendahnya persentase kolonisasi MA pada akar tanaman dipengaruhi oleh banyaknya dosis MA dan pupuk yang diberikan (Muzar, 2006), serta jenis spesies mikoriza yang digunakan (Sumiati & Gunawan, 2006). Hasil uji BNT menunjukkan bahwa tingkat kolonisasi mikoriza tertinggi diperoleh pada perlakuan pemberian pupuk P dengan dosis 50 kg SP-36 ha⁻¹, tetapi mulai menurun seiring peningkatan dosis pupuk P yang diberikan. Menurut Pulungan (2013), semakin tinggi ketersediaan hara dalam tanah maka tingkat kolonisasi mikoriza pada akar tanaman akan semakin rendah.

Kandungan P-Tanaman

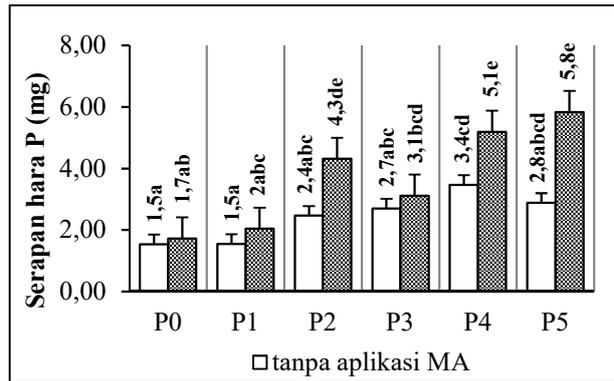
Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi MA pada beberapa dosis pupuk P berpengaruh tidak nyata terhadap kandungan P-tanaman bawang merah. Hasil yang sama ditunjukkan pada penelitian Pamuna *et al.* (2013), dimana aplikasi mikoriza dan pupuk fosfat berpengaruh tidak nyata terhadap perubahan kandungan P-tanaman, tetapi berpengaruh nyata terhadap serapan hara P dan bobot kering tajuk tanaman. Hasil penelitian lain menunjukkan perlakuan tunggal dosis mikoriza arbuskula berpengaruh nyata terhadap kadar P tanaman jagung (Kandowangko, 2007).

Serapan hara P

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi MA pada beberapa dosis pupuk P berpengaruh terhadap serapan hara P tanaman bawang merah. Gambar 5 menunjukkan bahwa serapan hara P pada dosis pupuk fosfat 100 kg SP-36 ha⁻¹, 200 kg SP-36 ha⁻¹ dan 250 kg SP-36 ha⁻¹ meningkat secara signifikan dengan aplikasi mikoriza dosis 10 g tanaman⁻¹. Sedangkan aplikasi mikoriza pada dosis fosfat 0 kg SP-

36 ha⁻¹, 50 kg SP-36 ha⁻¹ dan 150 kg SP-36 ha⁻¹ tidak menyebabkan perubahan nyata serapan hara P. Hasil penelitian Abdelmoneim *et al.* (2013) juga menyatakan bahwa pemberian mikoriza arbuskula mampu meningkatkan serapan hara P pada tanaman jagung. Tanaman yang bermikoriza memiliki kemampuan menyerap unsur P dan nutrient lain seperti N, K dan Mg pada zona *depleksi* di sekitar akar dan perakarannya memiliki hifa-hifa eksternal yang dapat memperluas permukaan serapan akar (Hartoyo *et al.*, 2011). Aplikasi mikoriza pada dosis fosfat 100 kg SP-36 ha⁻¹ dapat meningkatkan total serapan hara P sebesar 74%. Sedangkan pada dosis fosfat 200 kg SP-36 ha⁻¹ dan 250 kg SP-36 ha⁻¹, aplikasi mikoriza dapat meningkatkan total serapan hara P masing-masing sebesar 49% dan 102%. Pada kondisi ketersediaan P rendah, fungsi aplikasi mikoriza arbuskula menjadi lebih terlihat. Sedangkan pada kondisi ketersediaan P cukup, penambahan dosis pupuk P akan meningkatkan kandungan P-terlarut di dalam tanah.

Orcutt & Nielsen (2000) menyatakan bahwa mikoriza arbuskula mampu meningkatkan serapan hara dengan cara berikut: (1) memperluas permukaan akar dengan adanya jaringan hifa eksternal yang berukuran jauh lebih kecil dibandingkan dengan rambut akar sehingga dapat menembus pori-pori tanah, (2) mempercepat pergerakan P menuju akar melalui peningkatan afinitas P ke akar sehingga mengurangi terjadinya daerah *depleksi*, (3) mengubah lingkungan rhizosfer secara kimia melalui pelepasan asam organik dan peningkatan aktivitas fosfatase, dan (4) meningkatkan produksi fitohormon yang dapat mengubah fenotipe akar sehingga meningkatkan kapasitas penyerapan hara total.



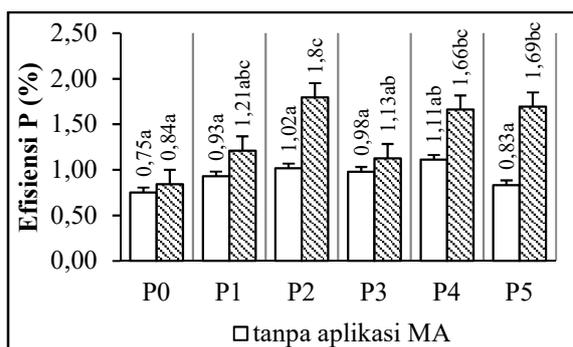
Gambar 5. Pengaruh perlakuan aplikasi MA pada beberapa dosis pupuk P terhadap rerata serapan hara P. Huruf yang berbeda di atas batangan menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda berdasarkan uji BNT tingkat α 5%.

Efisiensi P

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi MA pada beberapa dosis pupuk P berpengaruh secara nyata terhadap efisiensi P tanaman bawang merah. Gambar 6 menunjukkan bahwa efisiensi P pada dosis pupuk fosfat 100 kg SP-36 ha⁻¹ dan 250 kg SP-36 ha⁻¹ meningkat secara signifikan dengan aplikasi mikoriza dosis 10 g tanaman⁻¹. Sedangkan aplikasi mikoriza pada dosis fosfat 0 kg SP-36 ha⁻¹, 50 kg SP-36 ha⁻¹, 150 kg SP-36 ha⁻¹ dan 200 kg SP-36 ha⁻¹ tidak menyebabkan perubahan nyata efisiensi P. Inokulasi mikoriza merupakan salah satu cara yang efektif untuk meningkatkan efisiensi pupuk P an-organik (FAO, 2005) dan efektif dalam mengatasi biaya pemupukan fosfat pada industri perkebunan (Rahim, 2002). Menurut Prihastuti (2007), mikoriza arbuskula dapat hidup dengan baik pada kondisi pH rendah. Pada kondisi tanah masam, mikoriza mampu meningkatkan kadar sitrat dan asam oksalat dalam tanah. Kedua senyawa ini merupakan asam organik yang dapat membantu menguraikan P terfiksasi sehingga tersedia bagi tanaman. Aktivitas mikoriza juga diketahui mampu memproduksi enzim fosfatase yang dapat

memecah senyawa P terikat (Charisma *et al.*, 2012).

Pada perlakuan pemberian pupuk P dengan dosis 100 kg SP-36 ha⁻¹, dihasilkan tingkat efisiensi P sebesar 1,8% dengan aplikasi mikoriza. Sedangkan pada perlakuan pemberian pupuk P dengan dosis lebih tinggi yaitu 250 kg SP-36 ha⁻¹, dihasilkan tingkat efisiensi P sebesar 1,69% dengan aplikasi mikoriza (Gambar 6). Menurut Swift (2004) pada tanah yang mengalami defisiensi fosfor, simbiosis mikoriza pada akar tanaman akan lebih menguntungkan. Hasil ini juga menunjukkan bahwa tanaman bermikoriza dapat menyerap hara fosfor tidak hanya dari pupuk P yang diberikan, tetapi juga dari media tanah dan bahan organik yang diberikan, sehingga efisiensinya menjadi lebih tinggi.



Gambar 6. Pengaruh perlakuan aplikasi MA pada beberapa dosis pupuk P terhadap rerata efisiensi P. Huruf yang berbeda di atas batangan menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda berdasarkan uji BNT tingkat α 5%.

Hubungan antar Variabel Pengamatan

Hasil uji korelasi menunjukkan adanya keeratan hubungan yang beragam antara parameter efisiensi P dengan pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah. Hasil uji korelasi menunjukkan bahwa peubah persentase kolonisasi MA tidak berkorelasi nyata terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah. Sedangkan peubah kandungan P-tanaman

diketahui hanya berkorelasi nyata terhadap jumlah daun tanaman. Koefisien korelasi P-tanaman dengan jumlah daun cukup substansial yaitu $r = 0,447$. Jumlah daun bawang merah akan meningkat sejalan dengan meningkatnya kandungan P-tanaman (Tabel 2). Menurut Liferdi *et al.* (2005), kandungan P-tanaman meningkat pada fase vegetatif dan mengalami penurunan pada saat fase trubus dan generatif. Hasil ini juga mengindikasikan bahwa pola distribusi P lebih dominan pada saat fase vegetatif tanaman dan perkembangan kolonisasi mikoriza. Pada gambar 2 dan 3 terlihat bahwa aplikasi mikoriza pada dosis pupuk P 0 kg sampai 200 kg SP-36 ha⁻¹ tidak mampu meningkatkan bobot kering tanaman dan bobot kering umbi bawang merah.

Hasil uji korelasi lainnya menunjukkan bahwa peubah serapan hara P dan efisiensi P berkorelasi nyata terhadap jumlah daun, bobot kering tanaman dan bobot kering umbi bawang merah. Koefisien korelasi serapan hara P dengan bobot kering tanaman dan bobot kering umbi menunjukkan derajat asosiasi yang tinggi yaitu masing-masing $r = 0,911$ dan $r = 0,762$. Sedangkan koefisien korelasi efisiensi P dengan bobot kering tanaman juga tinggi yaitu $r = 0,758$ (Tabel 2). Dari hasil ini diketahui bahwa tingkat serapan hara P oleh tanaman dapat digunakan untuk memprediksi potensi produksi. Tersedianya fosfor yang cukup akan mendorong tanaman untuk berproduksi lebih optimal. Pada gambar 2 dan 3 terlihat bahwa aplikasi mikoriza pada dosis pupuk P 250 kg SP-36 ha⁻¹ mampu meningkatkan bobot kering tanaman dan bobot kering umbi bawang merah secara nyata.

Tabel 2. Hasil uji korelasi

Peubah	Jumlah Daun	Bobot Kering Tanaman	Bobot Kering Umbi
Kolonisasi MA	0,268ns	0,206ns	0,205ns
P-tanaman	0,447**	0,270ns	0,168ns
Serapan Hara P	0,619**	0,911**	0,762**
Efisiensi P	0,569**	0,758**	0,586**

KESIMPULAN

1. Aplikasi mikoriza arbuskula pada beberapa dosis fosfat berpengaruh nyata terhadap perubahan bobot kering tanaman, bobot kering umbi, serapan hara P dan efisiensi P.
2. Aplikasi mikoriza arbuskula pada dosis pupuk P 250 kg SP-36 ha⁻¹ menunjukkan hasil terbaik pada variabel pengamatan bobot kering tanaman dan bobot kering umbi.
3. Aplikasi mikoriza arbuskula pada dosis pupuk P 100 kg SP-36 ha⁻¹ menunjukkan respon terbaik pada variabel pengamatan serapan hara P dan efisiensi P.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelmoneim, T.S., Moussa, T.A., Almaghrabi, O.A., Alzahrani, H.S. and Abdelbagi, I., 2014. Increasing plant tolerance to drought stress by inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi. *Life Sci J*, 11, pp.10-17.
- Baptista, P., Tavares, R. M., & Lino-Neto, T. (2011). Signaling in ectomycorrhizal symbiosis establishment. In *Diversity and Biotechnology of Ectomycorrhizae* (pp. 157-175). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Bertham, Y. H. & E. Inorihah. 2009. Dampak inokulasi ganda cendawan mioriza arbuskula dan rhizobium indogenous pada tiga genotip kedelai di tanah ultisol. *J. Akta Agrosia* 12(2) : 155-166.
- Charisma, A. M., S. R. Yuni & Isnawati. (2012). Pengaruh kombinasi kompos *Trichoderma* sp. dan mikoriza vesikular arbuskular (MVA) terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max.* (L.) Merrill) pada media tanam tanah kapur. *J. Lentera Bio* 1(3) : 111-116.
- Distantph Kal-Sel. (2014). *Produksi, luas panen dan produktivitas bawang merah*. Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi Kalimantan Selatan. Banjarbaru. Diakses pada 17 Juli 2017.
- Elias, K. S., & Safir, G. R. (1987). Hyphal elongation of *Glomus fasciculatus* in response to root exudates. *Appl. Environ. Microbiol.*, 53(8), 1928-1933.
- FAO. (2005). Analysis of the FAO-BioDeC data on non-GM biotechnologies. in *Status of research and application of crop biotechnologies in developing countries*. Preliminary assessment. Rome: Food and Agriculture Organization of The United Nations. Pp. 5-18.
- Hamdani, S. J. (2008). Pertumbuhan dan hasil bawang merah kultivar Kuning pada status hara P total tanah dan dosis pupuk fosfat yang berbeda. *Jurnal Agrikultura* 19(1) : 42-49.
- Hardjowigieno, S. (1995). *Ilmu Tanah*. Akademik Presindo. Jakarta.
- Hartoyo, B., Ghulamahdi, M., Darusman, L. K., Aziz, S. A., & Mansur, I. (2011). Keanekaragaman fungi mikoriza arbuskula (FMA) pada rizosfer tanaman pegagan (*Centella asiatica* (L.) urban). *Jurnal Penelitian Tanaman Industri (Industrial Crops Research Journal)*, 17(1), 32-40.
- Jumin, B. H. (2008). *Dasar-Dasar Agronomi*. ed. revisi 6. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Kandowanko, Y. N. 2007. Respon tanaman jagung (*Zea mays* L.) yang tercekam kekeringan selama fase pembungaan sampai pengisian biji terhadap inokulasi *Azospirillum* sp. dan fungi mikoriza arbuskula. *Prosiding Seminar Nasional Mikoriza II*. Bogor. 76-81.
- Kape, R., Wex, K., Parniske, M., Gorge, E., Wetzel, A., & Werner, D. (1993). Legume root metabolites and VA-mycorrhiza development. *Journal of plant physiology*, 141(1), 54-60.
- Khalil, S., Loynachan, T. E., & Tabatabai, M. A. (1994). Mycorrhizal

- dependency and nutrient uptake by improved and unimproved corn and soybean cultivars. *Agronomy journal*, 86(6), 949-958.
- Koide, R., Li, M., Lewis, J., & Irby, C. (1988). Role of mycorrhizal infection in the growth and reproduction of wild vs. cultivated plants. *Oecologia*, 77(4), 537-543.
- Lakitan, B. (2010). *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Rajawali Pers. Jakarta.
- Liperdi, R. P., & Darus-man, L. K. (2005). Perubahan karbohidrat dan nitrogen empat varietas rambutan. *J. Hort*, 16(2), 134-141.
- Murniati. (2006). *Efisiensi pupuk nitrogen pada tanaman bawang merah dengan penggunaan CMA*. Disampaikan pada Semirata BKS-B PTN di Fakultas Pertanian Universitas Jambi, 26-28 April 2006.
- Muzar, A. (2006). Respons tanaman jagung (*Zea mays* L.) kultivar Arjuna dengan populasi tanaman bervariasi terhadap mikoriza vesikula-arbuskula (MVA) dan kapur pertanian superfosfat (KSP) pada Ultisol. *Jurnal Akta Agrosia*. 9(2) : 75-85.
- Nurbaity, A., A. Setiawan & O. Mulyani. (2011). Efektivitas arang sekam sebagai bahan pembawa pupuk hayati mikoriza arbuskula pada produksi sorgum. *J. Agrinimal* 1(1): 1-6.
- Orcutt, D.M. & E.T. Nielsen. (2000). *The physiology of plants under stress: soil and biotic factors*. John Wiley & Sons Inc. New York.
- Pamuna, K., S. Darman & Y.S. Pata'dungan. (2013). Pengaruh pupuk SP-36 dan fungi mikoriza arbuskula terhadap serapan fosfat tanaman jagung (*Zea mays* L.) pada oxisol. *Berkala Penelitian Hayati* 12 : 99-106.
- Pulungan, A. S. S. (2013). Infeksi fungi mikoriza arbuskula pada akar tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Jurnal Biosains* 1(1) : 43-46.
- Nartea, R. N. (1990). *Soil phosphorus: Basic soil fertility*. Diliman-Quezon city: Univ. of the Philippines.
- Noor, A., Khairudin & M. Yasin. (2014). Prospek dan kendala lahan kering di Kalimantan Selatan sebagai sumber produksi jagung. *Prosiding Seminar Nasional "Inovasi Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi."* hlm: 323-334.
- Rahim, K. A. (2002). Biofertilizer in Malaysian agriculture: Perception, demand and promotion. *Proc. FNCA Joint Workshop on Mutation Breeding and Biofertilizer*, August 20-23. Beijing, China. 6 p.
- Saleh, I., & Atmaja, I. S. W. (2017). Efektivitas Inokulasi Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) terhadap Produksi Bawang Merah dengan Teknik Pengairan Berbeda. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 8(2), 120-127.
- PURNOMO, J., WIGENA, I. G. P., & LEFROY, R. (2012). Management of Phosphorus and Organic Matter on an Acid Soil in Jambi, Indonesia. *Jurnal Tanah dan Iklim*, (18), 64-72.
- Saputra, H., & Rizalinda, I. L. (2015). Jamur Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) pada Perakaran Tanaman Bawang Merah (*Eleutherine americana* Merr.). *Protobiont*, 4(1). 143-150.
- Setiadi, Y. (2000). Status penelitian dan pemanfaatan CMA dan Rhizobium untuk merehabilitasi lahan terdegradasi. *Dalam Prosiding Seminar Nasional Mikoriza I*. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam. Departemen Kehutanan dan Perkebunan.
- Sumiati, E., & Gunawan, O. S. (2007). Aplikasi pupuk hayati mikoriza untuk

- meningkatkan efisiensi serapan unsur hara NPK serta pengaruhnya terhadap hasil dan kualitas umbi bawang merah. *Jurnal Hortikultura*, 17(1). 34-42.
- Swift, C. E. (2004). *Mycorrhiza and soil phosphorus levels*. Colorado State University, Cooperation Extention. 1-4.
- Valentine, K., Herlina, N., & Aini, N. (2018). Pengaruh Pemberian Mikoriza dan *Trichoderma* sp. Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Produksi Benih Melon Hibrida (*Cucumis melo* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(7).1085-1092.
- Wicaksono, M. I., Rahayu, M., & Samanhudi, S. (2014). Pengaruh Pemberian Mikoriza Dan Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan Bawang Putih. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 29(1), 35-44.
- Agustin, W. (2017). Inokulasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dan pemupukan P untuk meningkatkan hasil dan mutu benih cabai (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 38(3).218-224.
- Widiastuti, H., Guhardja, E., Soekarno, N., Darusman, L. K., Goenadi, D. H., & Smith, S. (2002). Optimasi simbiosis cendawan mikoriza arbuskula *Acaulospora tuberculata* dan *Gigaspora margarita* pada bibit kelapa sawit di tanah masam. Optimizing arbuscular mycorrhizal fungi symbiosis *Acaulospora tuberculata* and *Gigaspora margarita* with oil palm seedling in acid soil. *E-Journal Menara Perkebunan*, 70(2): 50-57.
DOI: <http://dx.doi.org/10.22302/iribb.jur.mp.v70i2.128>
- Wulandari, G., & Noli, Z. A. (2014). Kompatibilitas Spora *Glomus* Hasil Isolasi dari Rizosfer *Macaranga triloba* dengan Tiga Jenis Tanaman
- Inang. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 3(2): 116-122.
- Zamski, E. and AA Schaffer. (1996). *Photoassimilate distribution in plants and crops*. Marcel Dekker Inc. New York.