

PERTANIAN

PENGARUH INOKULASI JAMUR MIKORIZA ARBUSKULA DAN APLIKASI BATUAN FOSFAT TERHADAP PERTUMBUHAN PADI GOGO

The Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Inoculation and Rock Phosphate Application on Upland Rice Growth

Bhisma Prasetya Kartika Yudha¹, Bambang Hermiyanto^{1*} dan Raden Soedradjad¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember (UNEJ)

Jl. Kalimantan 37, Kampus Tegal Boto, Jember 68121

*E-mail: b.hermiyanto@gmail.com

ABSTRACT

Inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi can improve plant growth and yields. This research aimed to determine the effect of inoculation of mycorrhizal fungi and application of rock phosphate on the growth of upland rice. The research was conducted in Tempurejo Village, District of Tempurejo, Jember Regency. The experimental design used was split plot design, with a basic pattern of randomized block design with three replications. The main plot was the application of rock phosphate consisting of four levels: 0, 150, 300, and 600 kg/ha. The subplot was mycorrhizal inoculation, i.e. without inoculation of mycorrhizal fungi and with mycorrhizal fungi inoculation. Data were analyzed using analysis of variance continued with duncan multiple range test (α , 5%). The results showed that interaction of rock phosphate dose and mycorrhizal fungi inoculation had no significant effect on the variables of plant growth rate and grain weight per clump. The single effect of rock phosphate application with a dose of 150 kg/ha provided a significant and the best result on levels of P in the plant tissue.

Keywords: *Upland Rice, Arbuscular Mycorrhizal Fungi, Rock Phosphate*

ABSTRAK

Inokulasi jamur mikoriza arbuskula dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh inokulasi jamur mikoriza dan aplikasi batuan fosfat terhadap pertumbuhan padi gogo. Penelitian dilakukan di Desa Tempurejo, Kecamatan Tempurejo, Kabupaten Jember. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan petak terbagi, dengan pola dasar rancangan acak kelompok dengan tiga ulangan. Petak utama adalah aplikasi batuan fosfat yang terdiri atas empat taraf, yaitu 0, 150, 300, dan 600 kg/ha. Anak petak adalah inokulasi mikoriza, yaitu tanpa inokulasi dan inokulasi mikoriza. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji jarak berganda duncan (α , 5%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi dosis batuan fosfat dan inokulasi jamur mikoriza tidak memberikan pengaruh yang nyata pada variabel pengamatan laju pertumbuhan tanaman dan berat bulir per rumpun. Pengaruh tunggal aplikasi batuan fosfat dengan dosis 150 kg/ha memberikan hasil yang nyata dan terbaik terhadap kadar P pada jaringan tanaman.

Kata kunci: Padi Gogo, Jamur Mikoriza Arbuskula, Batuan Fosfat

How to cite: Yudha, B.P.K., H. Bambang, S. Raden. 2015. Pengaruh Inokulasi Jamur Mikoriza Arbuskula dan Aplikasi Batuan Fosfat Terhadap Pertumbuhan Padi Gogo. *Berkala Ilmiah Pertanian* 1(1): xx-xx

PENDAHULUAN

Beras merupakan makanan pokok masyarakat Indonesia pada umumnya. Berdasarkan proyeksi jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2050 sebesar 400 juta orang, maka akan dibutuhkan 48 juta ton beras atau setara dengan 80 juta ton padi apabila konsumsi beras mencapai 125kg/kapita/tahun (Setyawati, 2012). Sementara itu menurut data statistik yang dikeluarkan oleh BPS (2014) produksi padi tahun 2014 sebanyak 70,83 juta ton gabah kering giling (GKG) atau mengalami penurunan sebesar 0,45 juta ton (0,63 persen) dibandingkan tahun 2013.

Salah satu kendala yang dapat menghambat tingkat produksi beras nasional yaitu banyaknya proses konversi lahan sawah menjadi lahan non sawah. Menurut Irawan (2005) ketika produksi padi semakin sulit ditingkatkan akibat meningkatnya kendala perluasan lahan lahan sawah, stagnasi teknologi usahatani dan konversi lahan sawah ke penggunaan non pertanian, maka akan memperbesar masalah pangan, oleh karenanya perlu upaya pengendalian konversi lahan sawah untuk mendukung ketahanan pangan nasional.

Luasan total lahan sawah terdapat 8.183.886 ha dengan luasan sawah irigasi sebanyak 5.528.754 ha, dan sawah non irigasi sebanyak 2.655.132 ha, sedangkan laju konversi sawah di Indonesia saat ini sangat mengkhawatirkan dengan laju konversi 110.000 ha/tahunnya dan pencetakan sawah baru tiap tahunnya hanya sebesar 40.000 ha/tahun (Suswono, 2012). Oleh karenanya perlu adanya pemanfaatan luasan lahan yang masih tersedia salah satunya ialah lahan kering.

Dari total luas 148 juta ha, lahan kering yang sesuai untuk budi daya pertanian hanya sekitar 76,22 juta ha (52%), sebagian besar terdapat di dataran rendah (70,71 juta ha atau 93%) dan sisanya di dataran tinggi (Abdurachman *et al.*, 2008). Pemanfaatan lahan kering di Indonesia dapat dilakukan dengan menanam tanaman pangan lahan kering, salah satunya ialah padi gogo.

Secara umum potensi produksi padi gogo nasional baru mencapai 2,69 t/ha. Produktifitas padi gogo per hektarnya baru mencapai 2,56 t/ha atau sekitar 53 % dari potensi produktifitas padi sawah yang telah mencapai 4,78 t/ha (Toha, 2010). Menurut Badan Penelitian Tanaman Pangan (2012), pada tahun 2012 sumbangan padi gogo terhadap produksi padi nasional hanya

sebesar 2,69 juta ton atau sekitar 5,2 % dari total produksi beras nasional. Walaupun proporsi produksi nasional hanya sekitar 5,2%, tetapi memiliki nilai yang tinggi. Hal tersebut disebabkan panen padi gogo memiliki waktu panen yang pada umumnya jatuh pada saat paceklik dan waktu panen padi gogo termasuk paling awal dibandingkan padi sawah tadah hujan maupun sawah irigasi terbatas (Toha, 2010).

Bercocok tanam dilahan kering juga memiliki faktor pembatas seperti kurangnya air, tingkat kemasaman tanah yang tinggi sehingga hara yang diberikan dapat terkhelet khususnya hara P (Gunawan, 1993). Menurut Soepardi (1983) Kendala utama dalam pemanfaatan lahan kering adalah produktivitasnya yang rendah, antara lain disebabkan oleh kandungan P yang rendah dan tidak tersedia bagi tanaman. Pemecahan masalah pada lahan kering melalui pemupukan secara kimiawi seringkali tidak efisien karena P langsung difiksasi oleh aluminium (Grant et al., 2011). Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan di atas adalah pemanfaatan jamur mikoriza arbuskula.

Mikoriza merupakan cendawan yang hidup secara bersimbiosis dengan sistem perakaran tanaman. Gunawan (1993) menyatakan bahwa cendawan ini mampu melarutkan P yang sukar larut dengan menghasikan enzim fosfatase dan senyawa pengkhelet Al. Jamur mikoriza arbuskular juga dapat meningkatkan serapan P dengan adanya hifa eksternal yang memiliki jangkauan luas, mampu mempercepat tersedianya hara P sehingga akan dapat meningkatkan serapan P tanaman (Thangadurai et al., 2010).

Untuk mencoba mengkaji peluang dengan melihat sifat, karakteristik dan potensi dari lahan kering dalam pengembangannya untuk pertanian tanaman pangan khususnya padi gogo, maka akan dikaji mengenai pengaruh inokulasi mikoriza dan aplikasi batuan fosfat terhadap pertumbuhan padi gogo.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Desa Tempurejo, Kecamatan Tempurejo, Kabupaten Jember, Jawa Timur. Penelitian dilaksanakan mulai Bulan Juli sampai dengan Oktober 2014.

Pelaksanaan percobaan dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut:

Persiapan Media dan Bahan Tanam. Sebelum dilakukan penanaman, dilakukan analisis pendahuluan guna mengetahui jumlah spora mikoriza yang terkandung dalam propagul yang digunakan dalam penelitian ini. Setelah diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 100 kali, didapatkan 50 spora mikoriza per 10 g propagul. Penanaman padi gogo dilakukan dengan menggunakan polybag dengan diameter 30 cm yang disusun acak sesuai dengan jenis perlakuan. 14 hari sebelum tanam, padi gogo dibibitkan terlebih dahulu di bak pengecambah. Tanaman padi gogo yang diujikan ialah varietas Towuti. Pupuk yang digunakan ialah batuan fosfat alam sebagai penyedia unsur P.

Penelitian pengaruh inokulasi jamur mikoriza arbuskula dan aplikasi batuan fosfat terhadap pertumbuhan tanaman padi gogo, dilakukan menggunakan metode Rancangan Petak Terbagi (Split Plot Design) dengan pola dasar Rancangan Acak Kelompok (RAK). Dalam penelitian ini terdapat dua faktor, yaitu aplikasi batuan fosfat sebagai petak utama dan inokulasi jamur mikoriza sebagai anak petak. Aplikasi batuan fosfat sebagai petak utama terdiri atas empat taraf dosis yaitu 0 kg/ha (P_0), 150 kg/ha (P_1), 300 kg/ha (P_2), dan 600 kg/ha (P_3). Mikoriza sebagai anak petak yang terdiri atas dua taraf, yaitu M0 (non mikoriza) dan M1 (inokulasi mikoriza). Masing-masing kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali.

Aplikasi Batuan Fosfat. Aplikasi batuan fosfat dilakukan sebelum bibit ditanam dengan cara mencampur rata dengan media tanam

satu minggu sebelum tanam. Dosis batuan fosfat yang diaplikasikan sesuai dengan taraf masing-masing perlakuan, yaitu 0, 150, 300 dan 600 kg/ha.

Inokulasi Jamur Mikoriza Arbuskula. Inokulasi jamur mikoriza arbuskula diberikan pada lubang tanam sebelum bibit padi gogo ditanam. Dosis inokulasi mikoriza diambil dari 10 g propagul per lubang tanam dengan kerapatan 50 spora mikoriza. Adapun komposisi dari propagul ini ialah *Gigaspora* sp, *Glomus manihotis*, *Glomus etunicatum* dan *Acaulospora* sp.

Penanaman. Penanaman bibit dilakukan dengan menanam satu bibit padi gogo per lubangnya. Penanaman dilakukan dengan cara ditugal dengan kedalaman 10 cm, setelah itu baru masukkan bibit padi gogo kedalam lubang tanam dan tutup kembali dengan tanah.

Pemeliharaan. Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman yang dilakukan rutin dua kali sehari. Penyirangan dilakukan setiap 1 minggu sekali dengan mencabuti gulma yang tumbuh di polybag. Pengendalian hama dilakukan dengan cara mekanis dan penyakit dicegah dengan sanitasi lingkungan seperti menjaga kebersihan lingkungan dari gulma.

Variabel pengamatan yang diamati dalam percobaan ini terdiri dari :

a. Laju Pertumbuhan Tanaman

Pengukuran dilakukan dengan mengambil sampel berat kering tanaman yang dioven pada suhu 60° C selama tiga hari. Laju pertumbuhan tanaman padi diukur dengan cara mengambil data berat kering tanaman pada umur 20 HST dan 50 HST lalu dibagi dengan waktu pengamatan dengan satuan (g/hari).

b. Kadar P pada Jaringan Tanaman

Pengukuran kadar P tanaman dilakukan pada saat tanaman telah panen. Sampel yang digunakan pada pengukuran kadar P jaringan tanaman adalah semua bagian tanaman.

c. Berat Bulir per Rumpun

Pengukuran berat bulir per rumpun dilakukan setelah tanaman dipanen. Pengukuran bulir padi gogo dilakukan dengan cara memisahkan bulir dari malainya, untuk kemudian dikering anginkan dibawah sinar matahari selama tiga hari, lalu ditimbang bobotnya menggunakan timbangan analitik.

Data yang diperoleh dianalisis statistik dengan menggunakan analisis sidik ragam, jika menunjukkan berbeda nyata dilanjutkan dengan Uji Duncan 5%.

HASIL

Data hasil analisis sidik ragam dari variabel pengamatan yang diamati ditampilkan pada tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Rekapitulasi Nilai F-Hitung Variabel Pengamatan

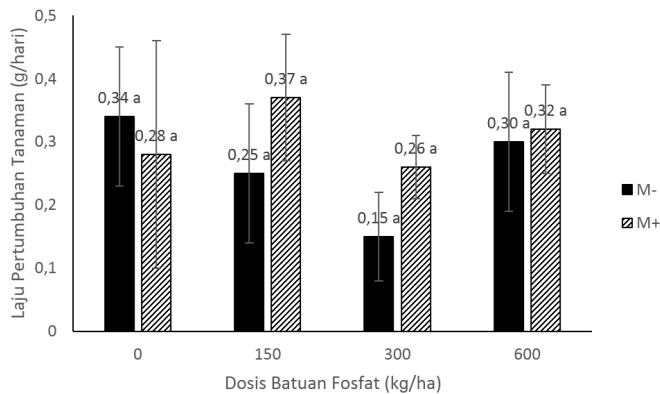
Variabel	F-Hitung		
	Batuan Fosfat (P)	Jamur Mikoriza (M)	Interaksi (P X M)
Laju Pertumbuhan Tanaman	0,89 ns	0,94 ns	0,82 ns
Kadar P pada Jaringan Tanaman	29,56 **	4,69 ns	0,83 ns
Berat Bulir per Rumpun	1,59 ns	3,82 ns	4,47 ns

Keterangan : * = Berbeda nyata

** = Berbeda sangat nyata

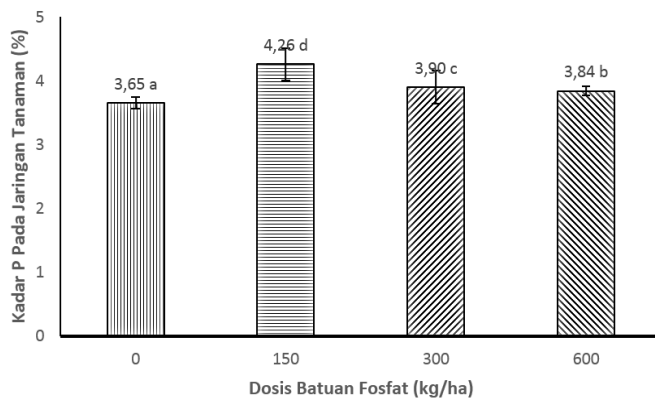
ns = Berbeda tidak nyata

Berdasarkan hasil analisis ragam (Tabel 1), maka dapat diketahui bahwa interaksi batuan fosfat dan jamur mikoriza tidak memiliki pengaruh yang nyata pada semua variabel yang diamati, akan tetapi pengaruh tunggal aplikasi batuan fosfat memiliki pengaruh yang sangat nyata pada variabel kadar P pada jaringan tanaman.



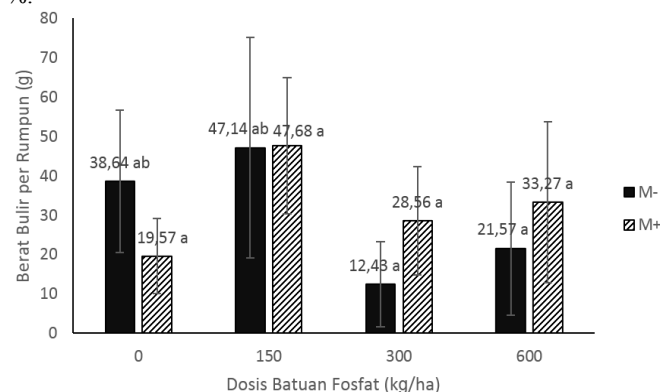
Gambar 1. Laju Pertumbuhan Tanaman Padi Gogo

Pada variabel laju pertumbuhan tanaman (Gambar 1) perlakuan tertinggi ditunjukkan pada inokulasi jamur mikoriza dan dosis batuan fosfat 150 kg/ha sebesar 0,37 g/hari dan terendah pada perlakuan tanpa inokulasi mikoriza dan dosis batuan fosfat 300 kg/ha sebesar 0,15 g/hari. Akan tetapi interaksi inokulasi jamur mikoriza dan aplikasi batuan fosfat tidak memiliki pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tanaman padi gogo.



Gambar 2. Kadar P pada Jaringan Tanaman

Pada data Kadar P pada jaringan tanaman (Gambar 2), aplikasi batuan fosfat memiliki pengaruh yang sangat nyata. Perlakuan dosis batuan fosfat 150 kg/ha memiliki hasil yang terbaik sebesar 4,26 %, sedangkan terendah pada perlakuan 0 kg/ha sebesar 3,65 %.



Gambar 3. Berat Bulir per Rumpun Tanaman Padi Gogo

Pada variabel berat bulir per rumpun (gambar 3), hasil tertinggi didapatkan pada perlakuan inokulasi mikoriza dan dosis batuan fosfat 150 kg/ha sebesar 47,68 g dan terendah pada perlakuan tanpa inokulasi mikoriza dan dosis batuan fosfat 300 kg/ha sebesar 12,43 g. Akan tetapi interaksi inokulasi jamur mikoriza dan aplikasi batuan fosfat tidak memiliki pengaruh yang nyata terhadap hasil tanaman padi gogo.

PEMBAHASAN

Indonesia memiliki lahan kering sekitar 148 juta ha dan lahan basah (*wet lands*) seluas 40,20 juta ha dari 188,20 juta ha total luas daratan (Abdurachman *et al.*, 2008). Bercocok tanam dilahan kering juga memiliki faktor pembatas seperti kurangnya air, tingkat kemasaman tanah yang tinggi sehingga hara yang diberikan dapat terkelat khususnya hara P (Gunawan, 1993). Beberapa kendala dalam pemanfaatan lahan kering adalah produktivitasnya yang rendah, antara lain disebabkan oleh kandungan P yang rendah dan tidak tersedia bagi tanaman (Soepardi, 1983). Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan di atas adalah pemanfaatan jamur mikoriza arbuskula.

Inokulasi jamur mikoriza pada tanaman pangan mampu meningkatkan serapan air dan menyediakan kebutuhan air yang cukup untuk kebutuhan fisiologi tanaman, khususnya pada kondisi kering. Inokulasi mikoriza juga mampu meningkatkan serapan P, terutama pada kondisi tanah kering dan kadar P tanah yang rendah dengan menghasilkan senyawa organik berupa enzim fosfatase untuk memecah P tak tersedian menjadi bentuk tersedia (Thangadurai *et al.*, 2010).

Pada Gambar 1 tentang laju pertumbuhan tanaman, tidak didapatkan pengaruh yang nyata pada seluruh perlakuan. Hal itu dapat disebabkan efektifitas mikoriza dalam pertumbuhan vegetatif sangat tergantung pada inokulasi dini pada masa pembibitan dibandingkan dengan tanaman yang diinokulasi pada saat umur tanam, sedangkan pada penelitian ini inokulasi mikoriza diberikan saat tanam. Menurut Grant *et al.*, (2011) aplikasi mikoriza yang tidak dilakukan dari fase pembibitan membuat inokulan mikoriza harus dapat beradaptasi pada lingkungan yang baru, dan proses infeksi berjalan lebih lambat dibandingkan saat dilakukan inokulasi lebih awal pada masa pembibitan.

Selain itu pengaruh mikoriza cenderung lebih baik ketika mendekati fase pembungaan dimana pada fase tersebut mikoriza cenderung lebih aktif dalam mengkolonisasi akar dan membantu dalam penyerapan hara terutama P dibandingkan pada fase vegetatif tanaman.

Fosfor (P) termasuk unsur hara makro yang dibutuhkan oleh tanaman. Fosfat banyak tersedia di alam sebagai batuan fosfat dengan kandungan tri kalsium fosfat yang tidak larut dalam air. Agar dapat dimanfaatkan tanaman, batuan fosfat alam harus diubah menjadi senyawa fosfat yang larut dalam air (Budi *et al.*, 2009). Apabila kekurangan unsur P maka pertumbuhan tanaman akan terhambat. Menurut Kasno *et al.*, (2007) Fungsi penting P lainnya adalah sebagai penyusun adenosin triphosphate (ATP) yang terkait dalam metabolisme tanaman. Pada Gambar 2 didapatkan hasil terbaik untuk kadar P pada jaringan tanaman dengan dosis batuan fosfat 150 kg/ha sebesar 4,26 %. Hal tersebut menyatakan bahwa dosis batuan fosfat 150 kg/ha telah mencukupi kebutuhan tanaman. Semakin tinggi dosis batuan fosfat, maka akan mengakibatkan penurunan kadar P pada jaringan tanaman. Berdasarkan penelitian Widodo (2006) perlakuan dosis batuan fosfat 600 kg/ha menyebabkan suasana

daerah perakaran sudah mulai turun pH tanahnya, sehingga ketersediaan unsur hara mulai menurun.

Pada hasil kadar P pada jaringan tanaman, tidak didapatkan pengaruh dari inokulasi jamur mikoriza. Selain itu pengambilan sampel dilakukan pasca panen, sehingga serapan fosfat yang ada merupakan sisa hasil pengisian bulir yang belum digunakan tanaman. Seiring bertambahnya pertumbuhan tanaman berpacu dengan waktu, maka kolonisasi akar juga semakin meningkat, terutama pada saat fase pembungaan adalah fase dimana mikoriza paling efektif dalam menyerap hara P. Setelah fase pembungaan akan terjadi tingkat penurunan infeksi dan efektifitas mikoriza, karena tanaman padi cenderung mengalokasikan karbohidrat untuk proses pengisian biji, sehingga suplai bagi mikoriza juga berkurang. Hal tersebut mengakibatkan serapan P pada saat pasca panen lebih rendah dibandingkan pada saat proses awal pertumbuhan hingga fase pembungaan. Jaringan hifa mikoriza mengkonsumsi banyak hasil fotosintat seperti karbohidrat (Tong-Jian *et al.*, 2010) dan mulai menurun ketika P dalam jaringan tanaman telah cukup tersedia, juga ketika tanaman mulai mengakhiri fase pembungaan, dan memasuki fase pengisian bulir (Zhang *et al.*, 2012).

Rendahnya kadar P pada jaringan tanaman, juga dapat mempengaruhi hasil tanaman. Kadar P pada jaringan tanaman yang rendah pada perlakuan dosis batuan fosfat 0 dan 600 kg/ha juga dapat mempengaruhi dalam proses pemasakan dan kuantitas bulir yang dihasilkan, sementara itu fungsi dari fosfat adalah untuk pemasakan biji dan buah serta dari peranan P yang cukup besar dalam metabolisme tanaman dan berperan penting dalam proses metabolisme energi yang dibutuhkan untuk pembentukan malai dan biji (Widodo, 2006).

Pada Gambar 3 tidak didapatkan hasil yang nyata pada seluruh perlakuan. Hal tersebut diduga karena banyaknya bulir hampa pada bulir per rumpun yang dihasilkan, selain itu jumlah anakan produktif per rumpun yang lebih sedikit dibandingkan tanpa pemberian mikoriza, sehingga dapat mempengaruhi jumlah bulir yang dihasilkan. Selain itu banyaknya malai yang memiliki gabah hampa dan pembentukan malai yang tidak serempak, sehingga beberapa diantaranya tidak mengalami pengisian bulir yang optimal pada saat masa pemanenan. Salah satu pengaruh yang dapat mempengaruhi efektifitas simbiosis mikoriza dengan tanaman inang untuk meningkatkan berat bulir per rumpun, ialah kadar klorofil yang rendah. Menurut Zuroidah (2011) kandungan klorofil memiliki korelasi yang positif dengan kuantitas dan kualitas bulir yang dihasilkan, semakin banyak klorofil yang terkandung pada daun maka laju fotosintesis juga akan meningkat, sehingga semakin banyak karbohidrat yang terbentuk.

Kadar P pada jaringan tanaman yang rendah juga dapat mempengaruhi jumlah bulir yang dihasilkan, karena kecukupan hara P juga dapat mempercepat pembungaan, pemasakan bulir dan buah. Inokulasi mikoriza memiliki hasil yang lebih rendah pada dosis fosfat alam 0 kg/ha, hal tersebut diduga karena tanaman memiliki kadar P jaringan yang paling rendah dari perlakuan lainnya, sehingga pertumbuhan tanaman tidak berjalan dengan baik, pembentukan malai terlambat dan pengisian bulir tidak optimal. Selain itu kadar P pada jaringan tanaman yang rendah pada perlakuan dosis batuan fosfat 0 kg/ha juga dapat mempengaruhi dalam proses pemasakan dan kuantitas bulir yang dihasilkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh inokulasi jamur mikoriza arbuskula dan aplikasi batuan fosfat terhadap pertumbuhan padi gogo dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Inokulasi jamur mikoriza dan aplikasi batuan fosfat menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada seluruh variabel pengamatan.
2. Inokulasi jamur mikoriza menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada seluruh variabel pengamatan. Hal tersebut disebabkan jamur mikoriza tidak dapat menopang tanaman untuk meningkatkan kadar P pada jaringan tanaman.
3. Aplikasi batuan fosfat dengan dosis 150 kg/ha memberikan pengaruh yang sangat nyata dan terbaik terhadap kadar P jaringan tanaman sebesar 4,26 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A., Dariah dan Mulyani. 2008. Strategi dan Teknologi Pengelolaan Lahan Kering Mendukung Pengadaan pangan Nasional. *Jurnal Litbang Pertanian*, 27(2) : 43 – 49.
- Badan Penelitian Tanaman Pangan. 2012. *Kajian Peningkatan Produksi Padi Gogo Melalui Pemanfaatan Lahan Seladi Natara karet Muda di Kabupaten Kuantan Singingi Provinsi Riau*. Riau.
- Badan Pusat Statistik. 2014. Produksi Padi Tahun 2014 (Angka Sementara) Diperkirakan Turun 0,63 Persen. <http://www.bps.go.id/brs/view/id/1122>. Diakses pada tanggal 12 Oktober 2014.
- Budi, F.S., dan P. Apriliana. 2009. Pembuatan Pupuk Fosfat dari Batuan Alam Secara Acidulasi. *Jurnal Teknik*, 30(2): 93 – 98.
- Grant, C., B. Shabtai, M. Marcia, P. Christian, and M. Christian. 2011. Soil and Fertilizer Phosphorus: Effects on Plant P Supply and Mycorrhizal Development. *Journal Plant of Science*. 1 – 12.
- Gunawan, A.W. 1993. *Mikoriza Arbuskular*. PAU Ilmu Hayat IPB. Bogor.
- Irawan, B. 2005. Konversi Lahan Sawah : Potensi Dampak, Pola Pemanfaatannya, dan Faktor Determinan. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 23(1): 1 – 18.
- Kasno, A., Setyorini, dan I.G.P. Wigena. 2007. *Aplikasi P-alam berkadar P tinggi pada tanah masam Inceptisol untuk Tanaman Jagung*.
- Setyawati, T. 2012. Dinamika produksi Padi di Jawa Timur vs target Surplus 10 Juta Ton Beras Nasional 2014. *Seminar Nasional : kedaulatan Pangan dan energi*. Madura.
- Soepardi, G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Departemen Ilmu-ilmu Tanah Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Suswono. 2012. *Penyediaan Lahan Pangan*. Jakarta Food Security Summit.
- Thangadurai, D., A.B. Carlos, dan H. Mohamed. 2010. *Mycorrhizal Biotechnology*. Science Publishers. Enfield, USA.

- Toha, H.M. 2010. *Pengembangan Padi Gogo Mengatasi Rawan Pangan Wilayah Marginal*. Balai Penelitian Tanaman Padi Sukamandi.
- Tong-Jian, X., Q. Yang, W. Ran, G. Xu, and Q. Shen. 2010. Effect of Inoculation with Arbuscular Mycorrhizal Fungus on Nitrogen and Phosphorus utilization in Upland Rice-Mungbean Intercropping System. *Journal of Agricultural Sciences in China*, 9(4): 528 – 535.
- Widodo. 2006. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi Gogo CV.IR-64 pada Pemberian Batuan Fosfat dan Kedalaman Air Irigasi di tanah Gambut. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia*, 6(1) : 43 – 49.
- Zhang, T., Y.T. Chang, S. Yu, B. Dengsha, and F. Gu. 2012. Dynamics of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Associated with Desert Ephemeral Plants in Gurbantunggut Desert. *Arid Land Journal*, 4(1) : 43-51.
- Zuroidah, I.R. 2011. *Pengaruh Pemberian Cendawan Mikoriza Arbuskular (CMA) dan Rhizobium Terhadap karakteristik Anatomi Daun dan Kadar Klorofil Tanaman Kacang koko Pedang*. Universitas Airlangga.