

Tanggapan Dua Puluh Lima Kultivar Padi (*Oryza sativa* L.) Terhadap Infeksi Cendawan Mikoriza Arbuskular

Response of Twenty-Five Rice Cultivars (*Oryza sativa* L.) to Arbuscular Mycorrhizal Fungi Infection

Nanung A. Winata¹, Panjisakti Basunanda², Supriyanta²

ABSTRACT

Intraspecific variability of crop, e.g. maize and rice has been known on mycorrhiza infectivity, but limited studies on its genetic aspects were limited. This study aimed at getting information on intercultural variability to arbuscular mycorrhizal fungi infection of twenty-five rice cultivars, evaluating the mycorrhizal responsiveness of twenty-five rice cultivars, and comparing the agronomic traits of rice infected MA with non MA in nuted water condition. The research was conducted from June to December 2013 at Tridharma experimental field, Faculty of Agriculture, Gadjah Mada University, Bangutapan, Yogyakarta. Twenty five rice cultivars were subjected to two conditions: with and without mycorrhizal fungi applications. Five plants for each combination were planted in polypropylen bag. Fungi infectivity, plant height, tiller number, shoot fresh weight, shoot dry weight, root dry weight, and root volume were observed, as well as calculated. The data were analyzed with analysis of variance (Anova) $\alpha = 5\%$, the significant differences among treatment was further analyzed use Honestly Significant Different $\alpha = 5\%$ (HSD Tukey) procedure. The results show that among twenty-five rice cultivars show diverse respons to mycorrhizal infectivity. Upland and lowland cultivars show positive responsiveness to mycorrhiza, except in some lowland cultivars, i.e. 'Cimelati-3', 'Arias', 'Mayang Sari 20', 'Situ Bagendit', 'Anak Daro' and 'Anak Daro 30'. 'Lumbuk' showed best growth symbiosis with mycorrhizal indicated by increase in the tillers number, shoot fresh weight and shoot dry weight.

Key words : *arbuscular mycorrhizal fungi, mycorrhizal responsiveness, rice*

INTISARI

Keragaman tanggapan intraspecies terhadap infeksi cendawan mikoriza telah diketahui pada jagung dan padi. Namun demikian, belum ada kajian luas mengenainya. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan informasi variasi infektivitas cendawan mikoriza arbuskular pada dua puluh lima nomor padi yang diuji, mengetahui tingkat ketanggapan antara kultivar padi gogo dan kultivar padi sawah terhadap cendawan mikoriza arbuskular, dan membandingkan karakter agronomi antara padi yang diinfeksi dengan tidak diinfeksi cendawan MA pada kondisi kekurangan air. Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Juni 2013 sampai dengan Desember 2013, di kebun percobaan Tridharma, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Bangutapan, Yogyakarta. Dua puluh lima kultivar padi dengan latar belakang budidaya sawah dan lahan kering dibandingkan infektivitas dan ketanggapan morfologisnya pada dua kondisi: dengan dan tanpa infeksi mikoriza pada lima individu setiap kombinasi. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis varians $\alpha = 5\%$, beda nyata antar perlakuan dilanjutkan dengan uji lanjut menurut prosedur HSD Tukey $\alpha = 5\%$. Hasil

¹Alumni Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

²Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

penelitian menunjukkan bahwa dua puluh lima kultivar padi yang diuji menunjukkan beragam tanggapan terhadap infektivitas mikoriza. Kelompok gogo dan kelompok sawah menunjukkan ketanggapan positif dengan mikoriza, kecuali pada beberapa kelompok sawah yaitu 'Cimelati-3', 'Arias', 'Mayang Sari 20', 'Situ Bagendit', 'Anak Daro', dan 'Anak Daro 30'. 'Lumbuk' menunjukkan ketanggapan terbaik bersimbiosis dengan mikoriza ditunjukkan dengan peningkatan jumlah anakan, bobot segar tajuk, dan bobot kering tajuk.

Kata kunci : cendawan mikoriza arbuskular, ketanggapan mikoriza, padi

PENDAHULUAN

Permasalahan saat ini adalah produksi padi menurun disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya yaitu konversi lahan pertanian menjadi perumahan. Untuk itu perlu dilakukan upaya peningkatan produksi dengan memanfaatkan lahan marginal seperti lahan kering, lahan masam, maupun lahan salin.

Lahan kering menyebabkan tanaman, khususnya padi tidak cukup mendapatkan air dan unsur hara. Penyebab terjadinya cekaman kekurangan air pada tanaman adalah kurangnya pasokan air di daerah perakaran dan transpirasi berlebihan oleh daun yang melebihi laju absorpsi air oleh akar (Bray, 1997 *cit.* Irsal, 2005). Cekaman kekurangan air menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta menurunkan hasil. Cekaman kekeringan menyebabkan penurunan turgor pada sel tanaman dan penurunan serapan hara (Fitter & Hay, 1991 *cit.* Sasli, 1999).

Toleransi akan kekeringan telah diketahui dibantu oleh simbiosis tanaman dengan kelompok cendawan tanah simbiotik yang dikenal sebagai cendawan mikoriza arbuskular (CMA). Pemanfaatan CMA yang dapat berasosiasi dengan beberapa tumbuhan tingkat tinggi membantu upaya peningkatan produksi pertanian. Peneliti-peneliti terdahulu menyatakan bahwa cendawan ini memiliki kemampuan memperluas serapan hara (terutama fosfat) (Sieverding, 1991), meningkatkan pertumbuhan dan hasil padi gogo (Simanungkalit, 1987), dan menjadikan tanaman lebih toleran terhadap kekeringan.

Berbagai tanaman berbeda ketanggapan terhadap CMA (Tawaraya, 2003). Ketanggapan tanaman terhadap CMA diartikan sebagai tingkatan ketanggapan terhadap kondisi mikoriza untuk menghasilkan pertumbuhan atau hasil pada suatu taraf kesuburan tanah tertentu (Hettrick *et al.*, 1992). Menurut Azcon dan Ocampo (1981) ketanggapan CMA relatif dapat berbeda antara

spesies tanaman atau bahkan antara kultivar dalam satu spesies, seperti pada buncis (Hacisalihoglu *et al.* 2005) dan gandum (Yucel *et al.*, 2009).

Ketergantungan (*mycorrhiza dependence*) dan ketanggapan (*mycorrhiza responsiveness*) tanaman terhadap CMA relatif dapat berbeda antar spesies tanaman (interspesifik) atau bahkan antar kultivar dalam spesies (intraspesifik) (Sawers *et al.*, 2007). Penelitian mengenai ketanggapan tanaman terhadap mikoriza telah dicoba pada jagung (Mawarni, 2011). Hasil penelitian itu menunjukkan bahwa jagung hibrida, yang memiliki potensi hasil yang lebih besar daripada jagung lokal, memiliki ketanggapan terhadap cendawan mikoriza arbuskular yang relatif lebih tinggi. Penelitian mengenai perbedaan ketanggapan berbagai kultivar padi terhadap cendawan mikoriza arbuskular belum pernah dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini mencoba untuk mengetahui ketanggapan (*mycorrhiza responsiveness*) antara kultivar padi gogo dan kultivar padi sawah terhadap cendawan mikoriza arbuskular.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di rumah plastik, kebun percobaan Tridharma, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada di Bangutapan, Bantul yang terletak pada ketinggian 84 m dpl dengan jenis tanah regosol. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Juni 2013 sampai dengan bulan Desember 2013.

Bahan-bahan yang digunakan adalah 25 kultivar padi, cendawan mikoriza arbuskular (CMA), tanah steril, air, KOH 10%, HCL 1%, *lactofenol cotton blue*. Pupuk yang digunakan adalah Urea 300 kg/ha (2,11 g/emper), SP-36 150 kg/ha (0,5 g/emper), dan KCL 100 kg/ha (0,7 g/emper). Alat-alat yang digunakan antara lain penggaris, gunting, ember plastik ukuran lima kg, cangkul, label, oven, mikroskop, alat tulis, dan kamera.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap faktorial dengan dua faktor. Faktor mikoriza terdiri dari dua aras, yaitu dengan mikoriza dan tanpa mikoriza. Faktor kedua yaitu kultivar padi terdiri dari 25 kultivar. Kelompok pertama yaitu kultivar sawah terdiri dari 'Mayang Sari', 'Rojolele 20', 'Anak Daro', 'Mayang Sari 20', 'Bahbutong', 'Anak Daro 30', 'Inpari Jet', 'Cimelati 3', 'Menthik Wangi', 'Inpari Wonosobo', 'Rojolele Kecil', 'Anak Daro 20', 'Arias', dan 'Situ Bagendit'. Kelompok kedua yaitu kultivar gogo terdiri dari 'Lumbuk', 'V-14', 'Towuti 2', 'Andel Abang 20', 'Situ Patenggang', 'Laka Tesan', 'Andel Abang',

'Lampung Kuning', 'Puthu', 'V-12', dan 'Inpago 5'. Pengelompokkan berbagai kultivar tersebut dikelompokkan berdasarkan pada cara budidaya. Dengan demikian ada 50 kombinasi perlakuan dan masing-masing perlakuan diulang sebanyak lima kali.

Tanah diambil dari lahan Kebun Percobaan Tridharma, lalu diayak dan setelah itu dimasukkan ke dalam kantong plastik, kemudian disterilisasi selama 1 jam menggunakan *autoclave*. Tanah steril kemudian dimasukkan ke ember plastik sebanyak 5 kg tanah/ember.

Banyaknya zeolit perbanyak cendawan mikoriza arbuskular yang akan diinokulasikan ke tanaman tergantung dari jumlah spora yang ada di zeolit tersebut. Untuk mengetahui jumlah spora di dalam zeolit dilakukan pengujian menggunakan metode penyaringan dari Jenkins (1964). Ember yang telah berisi tanah steril, dibuat lubang tanam dengan kedalaman yang cukup, lalu mikoriza 3 g/ember dimasukkan ke lubang, kemudian benih yang sudah direndam air 24 jam ditanam sebanyak 4 butir/ember. Penjarangan padi dilakukan pada saat padi berumur tiga mst, sehingga masing-masing ember terdapat satu tanaman.

Pada saat padi berumur 5 mst, dilakukan perlakuan cekaman kekurangan air dengan interval penyiraman tiga hari sekali. Cekaman kekurangan air dilakukan sampai akhir vegetatif puncak (10 mst) dengan frekuensi penyiraman sampai kapasitas lapang.

Pengamatan karakter morfologi dilakukan terhadap lima tanaman padi pada saat berumur 21 hari hingga umur 10 MST, mencakup tinggi tanaman dan banyak anakan. Pengamatan bobot segar tajuk, bobot kering akar, volume akar, bobot kering tajuk, serta pengamatan mikoriza mikroskopis dilakukan terhadap tiga tanaman pada saat panen (10 MST).

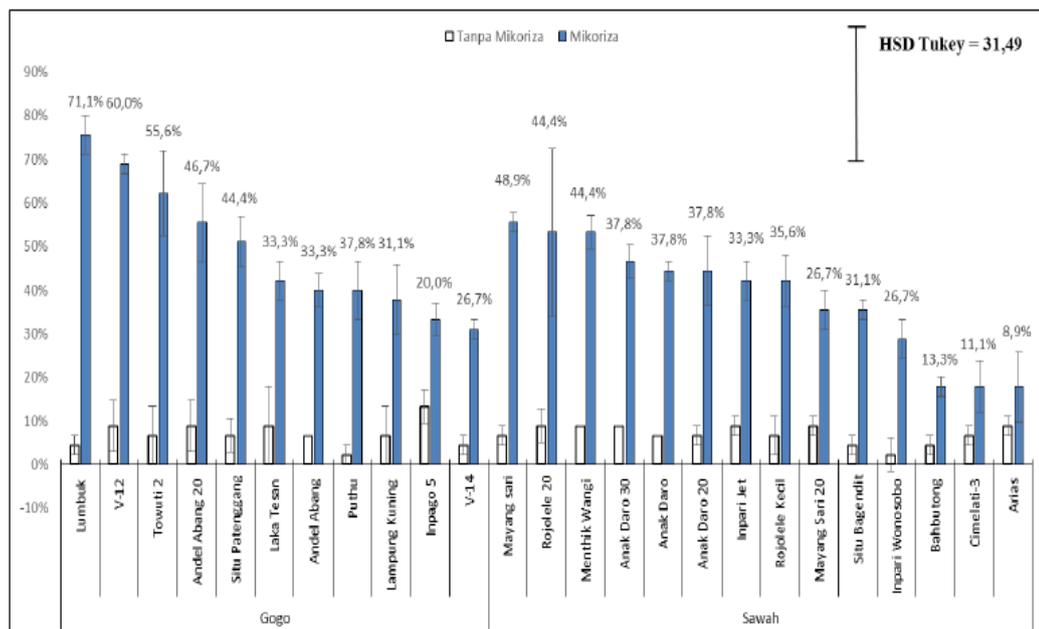
HASIL DAN PEMBAHASAN

Infektivitas diartikan sebagai kemampuan cendawan mikoriza arbuskular untuk menginfeksi dan mengkoloni akar tanaman. Infektivitas dalam hal ini dinyatakan sebagai proporsi akar tanaman yang terinfeksi (Numahara, 1994). Tanaman berasosiasi dengan CMA menunjukkan tanggapan dari mutualistik sampai parasitik. Hal tersebut dipengaruhi oleh spesies cendawan, tanaman inang, interaksi mikrobial, tipe perakaran tanaman inang, dan faktor lingkungan tanah.

Infektivitas dari dua puluh lima kultivar padi berkisar antara 75,56% sampai 17,78%. Kultivar 'Lumbuk' menunjukkan persentase infeksi tertinggi sebesar $75,56 \pm 4,44\%$, sedangkan kultivar 'Bahbutong', 'Cimelati-3', dan 'Arias' menunjukkan infektivitas terendah sebesar 17,78% (Gambar 1).

Keragaman infektivitas CMA telah banyak dicoba seperti pada jagung (Kaepler *et al.*, 2000), bunga marigold (Linderman, 2003), dan cabai (Sensoy *et al.*, 2007). Hasil penelitian itu menunjukkan bahwa keragaman infektivitas diduga disebabkan oleh pengaruh genetik tanaman, morfologi akar, keragaman kebutuhan dan kemampuan penyerapan hara khususnya P. Lumbuk dengan mikoriza menunjukkan infektivitas tertinggi, hal ini diduga kebutuhan unsur P tinggi dan kemampuan dalam penyerapan hara rendah ketika tanaman tidak bersimbiosis dengan mikoriza, maka akan menunjukkan tanggapan tinggi terhadap infektivitas CMA.

Infeksi juga terjadi pada padi pada perlakuan tanpa CMA. Infektivitas berbagai kultivar tanpa CMA relatif lebih kecil dibandingkan kultivar dengan CMA. Pada perlakuan kultivar tanpa mikoriza hanya terlihat hifa, hal ini diduga telah terjadi kontaminasi oleh cendawan lain melalui penyiraman air.



Gambar 1. Persentase infeksi cendawan mikoriza arbuskular pada akar padi (*Oryza sativa* L.). Data (rerata \pm S.E. dari 3 tanaman) dan angka di atas bar menunjukkan selisih antara mikoriza dengan tanpa mikoriza

Pertumbuhan adalah proses penambahan ukuran yang tidak dapat kembali ke asal (*irreversibel*) yang meliputi penambahan volume dan massa. Pengamatan karakter agronomi pada penelitian ini dilakukan terhadap tinggi tanaman, banyak anakan vegetatif, bobot segar tajuk, bobot kering tajuk, bobot kering akar, dan volume akar.

Tabel 1. Nilai kuadrat tengah dari hasil analisis varians pengaruh infeksi mikoriza arbuskular terhadap berbagai genotipe tanaman padi (*Oryza sativa* L.) pada keadaan keterbatasan air.

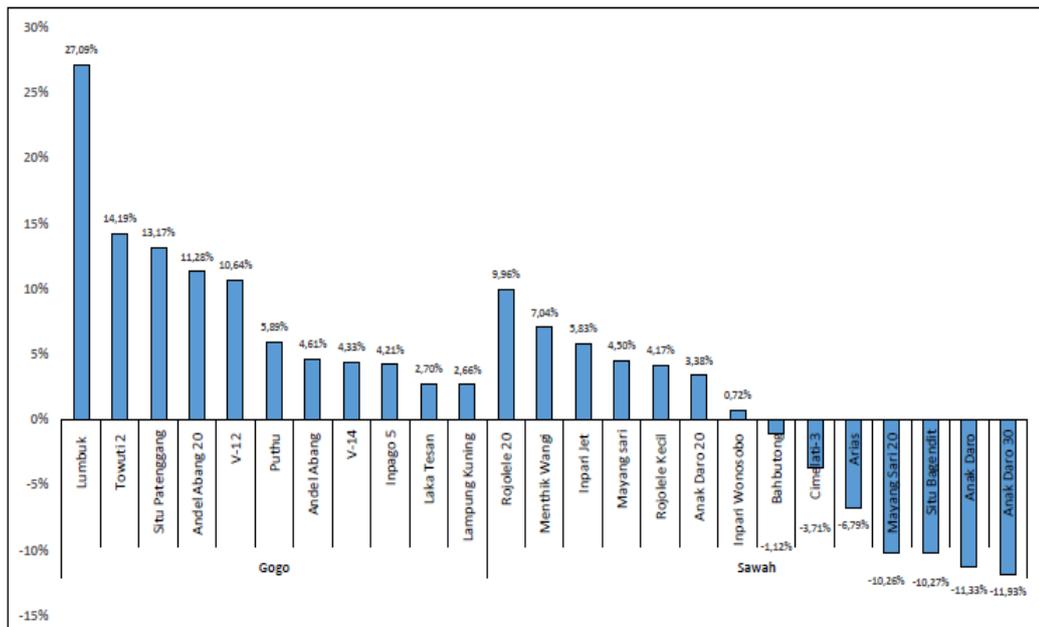
Sumber Ragam	Kuadrat Tengah					
	Tinggi tanaman (cm)	Banyak anakan vegetatif	Bobot segar tajuk (g)	Bobot kering tajuk (g)	Bobot kering akar (g)	Volume akar ($10^{-3}m^3$)
Genotipe (G)	2458,36*	242,00*	2190,81*	51,67*	31,01*	1619,18*
Mikoriza (M)	255,83*	67,60ns	1463,72ns	49,81ns	7,32ns	1066,67ns
G x M	36,94ns	46,65*	478,03*	29,29*	5,65ns	439,69ns
CV (%)	5,815	18,510	12,134	8,247	17,055	37,386

Keterangan: ns = berpengaruh tidak nyata, * = berpengaruh nyata ($p < 0,05$), dan CV = *Coefficient of variation*.

Dua puluh lima kultivar yang diuji tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antara diinfeksi mikoriza dengan tanpa mikoriza pada kesemua karakter agronomi, kecuali pada kultivar 'Lumbuk'. Lumbuk menunjukkan pertumbuhan terbaik bersimbiosis dengan mikoriza ditunjukkan dengan peningkatan jumlah anakan, bobot segar tajuk, dan bobot kering tajuk.

Peranan CMA terhadap tanaman inang tidak hanya dilihat dari kemampuan cendawan tersebut meningkatkan pertumbuhan tanaman inangnya, akan tetapi perlu juga diketahui bagaimana tingkat ketanggapan tanaman itu sendiri terhadap CMA. Ketanggapan mikoriza (*mychorrhizal responsiveness*) diartikan sebagai derajat suatu tanaman tergantung pada kondisi mikoriza untuk memproduksi pertumbuhan atau hasil maksimum pada tingkat kesuburan tertentu (Hetrick *et al.*, 1993).

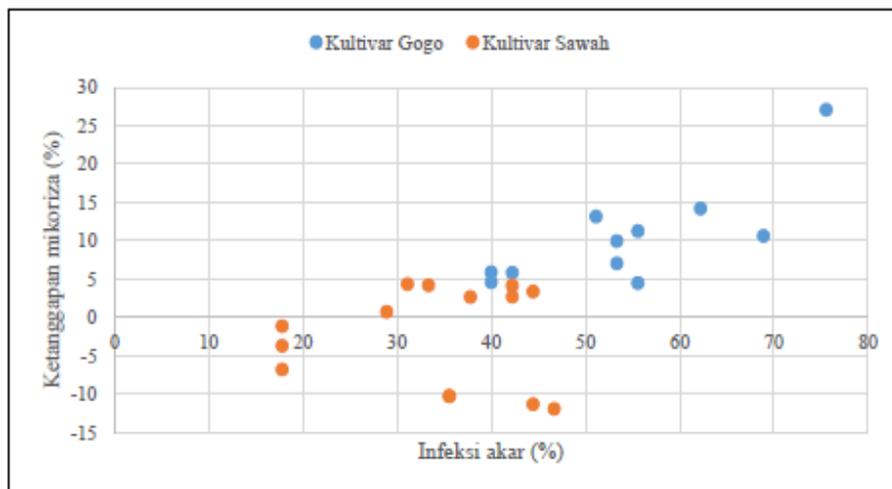
Kultivar 'Lumbuk' menunjukkan nilai ketanggapan terhadap mikoriza tertinggi sebesar 27,09%, sedangkan kultivar 'Anak Daro 30' memiliki nilai ketanggapan terhadap mikoriza terendah sebesar -11,93% (Gambar 2). Ketanggapan positif menunjukkan peningkatan bobot kering tanaman mikoriza, sedangkan ketanggapan negatif menunjukkan penurunan bobot kering tanaman mikoriza.



Gambar 2. Ketanggapan berbagai kultivar padi terhadap cendawan mikoriza arbuskular

Berbagai kultivar padi menunjukkan beragam ketanggapan terhadap mikoriza. Hal ini diduga disebabkan karena faktor genetik tanaman, morfologi akar, keragaman kebutuhan dan kemampuan penyerapan hara khususnya P. Tanaman yang memiliki kemampuan yang tinggi dalam pengambilan fosfor pada tanah tanpa bersimbiosis dengan mikoriza, akan menunjukkan ketanggapan rendah terhadap mikoriza. Kaeppler *et al.* (2000) menunjukkan bahwa kemampuan penyerapan unsur P pada jagung menunjukkan korelasi negatif dengan ketanggapan mikoriza.

Simbiosis antara tanaman dengan mikoriza bersifat mutualistik sampai ke parasit. Hubungan mutualistik menunjukkan pertumbuhan terbaik pada tanaman bermikoriza, sedangkan parasit menunjukkan penurunan pertumbuhan tanaman bermikoriza. Simbiosis bersifat parasit menurut Johnson *et al.* (1997) bisa disebabkan oleh pengaruh perkembangan mikoriza, lingkungan tumbuh, genotipe tanaman, dan genotipe mikoriza. Menurut Janos (1985 *cit.* Johnson *et al.* 1997), mikoriza bersifat parasit terjadi ketika hubungan simbiosis keduanya terjadi, mikoriza mendapatkan unsur karbon dari tanaman, namun tanaman tidak mendapatkan hubungan timbal balik dari mikoriza.



Gambar 3. Hubungan antara ketanggapan mikoriza dengan persentase infeksi akar padi

Ketanggapan mikoriza berkorelasi positif dengan infektivitas mikoriza arbuskular ($r = 0,67^{**}$) (Gambar 3). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase infeksi akar akan sangat nyata mampu meningkatkan nilai ketanggapan mikoriza.

Kelompok gogo dan kelompok sawah menunjukkan ketanggapan positif dengan CMA, kecuali pada 'Cimelati-3', 'Arias', 'Mayang Sari 20', 'Situ Bagendit', 'Anak Daro', dan 'Anak Daro 30' (Gambar 3). Beberapa kultivar sawah yang selama ini dibudidayakan secara sawah (tergenang), menunjukkan potensi pada keadaan kekurangan air ketika bersimbiosis dengan mikoriza, seperti pada kultivar 'Rojolele 20', 'Menthik Wangi', 'Inpari Jet', 'Mayang Sari', 'Rojolele Kecil', 'Anak Daro 20', dan 'Inpari Wonosobo'.

'Cimelati-3', 'Arias', 'Mayang Sari 20', 'Situ Bagendit', 'Anak Daro', dan 'Anak Daro 30' kurang cocok dengan mikoriza. Kultivar-kultivar tersebut lebih cocok pada lahan-lahan tergenang seperti sawah dengan asumsi bahwa pada lahan tergenang mikoriza kurang berkembang dengan baik. Menurut Koltai & Yoram (2010), mikoriza berkembang dengan baik pada lingkungan yang aerob dan kurang berkembang dengan baik pada lahan yang tergenang (anaerob).

Nilai ketanggapan tanaman terhadap mikoriza tinggi akan lebih menguntungkan apabila dibudidayakan, karena secara alami di dalam tanah sudah banyak mikoriza alami (indigenous). Simbiosis tanaman dengan mikoriza dapat meningkatkan pertumbuhan dan tanaman akan lebih toleran dengan kondisi tanah yang kurang menguntungkan seperti lahan kering.

Heritabilitas merupakan estimasi proporsi suatu sifat yang disebabkan oleh faktor genetik terhadap faktor lingkungan. Nilai heritabilitas tinggi menunjukkan bahwa faktor genetik lebih berperan dalam mengendalikan suatu sifat dibandingkan faktor lingkungan.

Tabel 2. Pendugaan nilai heritabilitas

Variabel	h^2	h^2	h^2
	tanpa mikoriza	mikoriza	varietas*mikoriza
Tinggi tanaman	0,98	0,98	0,98
Banyak anakan vegetatif	0,88	0,88	0,84
Bobot segar tajuk	0,87	0,78	0,82
Bobot kering tajuk	0,61	0,68	0,44
Bobot kering akar	0,66	0,59	0,65
Volume akar	0,53	0,59	0,57

Nilai heritabilitas berkisar antara 0,44 untuk bobot kering tajuk hingga 0,98 untuk tinggi tanaman (Tabel 2). Tinggi tanaman, banyak anakan vegetatif, bobot segar tajuk, bobot kering akar, dan volume akar tergolong dalam heritabilitas arti luas yang tinggi ($h^2 > 0,5$), sedangkan bobot kering tajuk tergolong dalam heritabilitas arti luas sedang ($0,2 < h^2 < 0,5$). Nilai heritabilitas tinggi menunjukkan bahwa variabel tersebut secara dominan dipengaruhi oleh keragaman sifat genotip yang tinggi yang ada pada setiap kultivar.

KESIMPULAN

1. Dua puluh lima kultivar padi menunjukkan beragam tanggapan terhadap infektivitas mikoriza arbuskular. Kultivar 'Lumbuk' bersimbiosis dengan mikoriza menunjukkan persentase infeksi tertinggi yaitu diatas 70%, sedangkan kultivar 'Bahbutong', 'Cimelati 3', dan 'Arias' menunjukkan persentase infeksi terendah yaitu 17,78%,
2. Kelompok gogo dan kelompok sawah menunjukkan ketanggapan positif dengan mikoriza, kecuali pada beberapa kultivar sawah seperti 'Cimelati-3', 'Arias', 'Mayang Sari 20', 'Situ Bagendit', 'Anak Daro', dan 'Anak Daro 30'.
3. Dua puluh lima kultivar yang diuji tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antara diinfeksi mikoriza dengan tanpa mikoriza pada kesemua karakter agronomi, kecuali pada kultivar 'Lumbuk'. Lumbuk menunjukkan pertumbuhan terbaik bersimbiosis dengan mikoriza ditunjukkan dengan peningkatan jumlah anakan, bobot segar tajuk, dan bobot kering tajuk.

UCAPAN TERIMA KASIH

1. Dr. agr. Panjisakti Basunanda, S.P., M.P. dan Ir. Supriyanta, M.P. sebagai dosen pembimbing skripsi serta Dr. Ir. Suyadi Mw., M.Sc. selaku dosen penguji,
2. Kedua orang tua atas doa dan dukungan moril serta materil sehingga penelitian dapat berjalan lancar, dan
3. Semua pihak yang telah ikut serta membantu dalam penulisan skripsi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Azcon, R & J.A. Ocampo. 1981. Factor affecting the vesicular-arbuscular infection and mycorrhizal dependency of thirteen wheat cultivars. *New Phytol.* 87:677-685.
- Hacisalihoglu, G., R. Edwin, Duke & M. L. Liam. 2005. Differential response of common bean genotypes to mycorrhizal colonization. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 118:150 - 152.
- Hetrick, B.A.D., Wilson G.W.T. and Cox T.S. 1992: Mycorrhizal dependence of modern wheat varieties. landraces and ancestors. *Can. J Bot.*, 70:2032-2040.
- Irsal. 2005. Pengaruh cekaman air terhadap pertumbuhan dan produksi kacang tanah (*Arachis hypogea*). Universitas Sumatera Utara. Tesis.
- Jenkins, W.R. 1964. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Dis. Rep.* 48: 692.
- Johnson, N.C., J.H. Graham & F.A. Smith. 1997. Functioning of mycorrhizal associations along the mutualism-parasitism continuum. *New Phytologist* 575-585.
- Kaepler, S.M., Parke J.L., Mueller S.M., Senior L., Stuber C., Tracy W.F. (2000) Variation among maize inbred lines and detection of quantitative trait loci for growth at low phosphorus and responsiveness to arbuscular mycorrhizal fungi. *Crop Sci* 40:358–364.
- Kormanik, P. P. & A. C. Mc Graw. 1982. Quantification of vesicular-arbuscular mycorrhizae in plant root: methods and principles of mycorrhizae research. *The American Phytopathology Society* 46: 37-45.
- Linderman, R.G., E.A. Davis. 2004. Varied response of marigold (*Tagetes* spp.) genotypes to inoculation with different arbuscular mycorrhizal fungi. *Scientia Horticulturae* 99 (2004) 67–78.
- Mawarni, S.A. 2011. Pemanfaatan mikrosatelit sebagai marka genetik untuk sifat ketergantungan jagung terhadap mikoriza. Universitas Gadjah Mada. Tesis.
- Nuhamara, S.T. 1994. Peranan mikoriza untuk reklamasi lahan kritis. Program Pelatihan Biologi & Bioteknologi Mikoriza.
- Sasli, I. 1999. Tanggap karakter morfologi dan fisiologi bibit kakao terhadap cekaman kekeringan dan aplikasi mikoriza arbuskula. Institut Pertanian Bogor. Tesis.
- Sawers, R.J.H., Gutjahr C., & Paszkowski U. 2007. Cereal mycorrhiza: an ancient symbiosis in modern agriculture. *Trend Pl. Sci.* 13: 93–97.

- Sensoy, S., S. Demir, O. Turkmen, C. Erdinc, O. B. Savur. 2006. Responses of some different pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes to inoculation with two different arbuscular mycorrhizal fungi. *Scientia Horticulturae* 113: 92–95.
- Sieverding, E. 1991. Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystems. Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit. Germany.
- Simanungkalit, R.D.M. 1987. Pengaruh jamur mikoriza vesikular arbuskular (VA), sumber P dan sterilisasi tanah terhadap pertumbuhan padi gogo di tanah kahat P. Makalah pada Seminar Bioteknologi Pertanian. PAU-Bioteknologi Institut Pertanian Bogor.
- Yücel, C., H. Özkan, İ. Ortaş, T. Yağbasanlar. 2009. Screening of wild emmer wheat accessions (*Triticum turgidum* subsp. *dicoccoides*) for mycorrhial dependency. *Turk J Agric For* 33:513-523.