



Produksi Inokulum Vesikular Arbuskular Mikoriza pada Inang *Sorghum bicolor* (L.) Moench dengan Variasi Jenis Inokulum dan Pupuk NPK

Inoculum Production of Vesicular Arbuscular Mycorrhiza on Sorghum bicolor (L.) Moench Host Using Inoculum Variation Types and NPK Fertilizers

Nisa Raudatul Auli, Rina Sri Kasiamdari*

Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

History Article

Received : 5 Agustus 2019
Approved : 26 Agustus 2019
Published : 30 September 2019

Key words:

Glomus aggregatum, *Gigaspora margarita*, inokulum, NPK, *Sorghum bicolor*

Kata Kunci:

Glomus aggregatum, *Gigaspora margarita*, inokulum, NPK, *Sorghum bicolor*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kombinasi antara jenis inokulum Vesikular Arbuskular Mikoriza (VAM), kandungan NPK, dan umur tanaman yang paling efektif dalam produksi inokulum. Tanaman inang menggunakan *Sorghum bicolor* yang merupakan anggota dari famili Poaceae yang memiliki sistem perakaran yang luas, jumlah akar banyak, dan tumbuh dengan cepat sehingga berpotensi sebagai inang VAM yang kompatibel. Penelitian ini menggunakan analisis Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktorial 2x2x2 meliputi jenis mikoriza yang digunakan yaitu *Glomus aggregatum* (G) dan campuran *Glomus aggregatum* dan *Gigaspora margarita* (C). Konsentrasi NPK, yaitu NPK grower 15-9-20 (P9) dan Growmore 20-20-20 (P20). Umur tanaman 6 minggu dan 9 minggu. Parameter pertumbuhan yang diukur meliputi tinggi tanaman, berat kering batang dan akar, persen kolonisasi dan jumlah spora VAM. Berdasarkan penelitian didapatkan hasil, tanaman dengan inokulum campuran VAM dengan P20 menghasilkan tinggi tanaman dan berat kering batang dan akar tertinggi. Inokulum campuran mempunyai persen kolonisasi dengan nilai yang paling tinggi, sedangkan inokulum tunggal (*Glomus aggregatum*) dengan P rendah menghasilkan produksi spora paling tinggi. Inokulum campuran VAM dan P9 lebih baik dalam produksi inokulum, baik berupa akar terkolonisasi maupun spora.

Abstract

This study aimed to determine the combination of vesicular arbuscular mycorrhizal inoculum (VAM) types, NPK content, and age of plants that were most effective in the production of inoculum. Host plant was *Sorghum bicolor*, which is a member of the Poaceae family that has a wide root system, a large number of roots, and grows rapidly, so that it has the potential as a compatible VAM host. This study used a Completely Randomized Design (CRD) analysis with 2x2x2 factorial consisted of *Glomus aggregatum* (G) and mixtures of *Glomus aggregatum* and *Gigaspora margarita* (C). Fertilizers used NPK 15-9-20 (P9) and NPK 20-20-20 (P20). Plant harvest was at 6 weeks and 9 weeks. Measurement of growth parameters included plant height, stem and root dry weight, percent colonization and number of VAM spores. Based on the research results obtained, plants with VAM mixed inoculum with P20 produced the highest plant height and dry weight of stems and roots. Mixed inoculum had the highest percentage of colonization, while *Glomus aggregatum* inoculation with low P produced the highest spore production. Mixed VAM inoculum and P9 was better in the production of inoculums, both in the form of colonized roots and spores.

How to cite: Auli, N. R & Kasiamdari, R.S (2019). Produksi Inokulum Vesikular Arbuskular Mikoriza pada Inang *Sorghum bicolor* (L.) Moench dengan Variasi Jenis Inokulum dan Pupuk NPK. *Jurnal Riset Biologi dan Aplikasinya*. 1(2): 80-86.

*Correspondence Author:

Jl. Teknik Selatan., Senolowo, Sinduadi, Kec. Mlati, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281

E-mail: rkasiamdari@ugm.ac.id

e-ISSN 2655-9927

PENDAHULUAN

Pemanfaatan pupuk hayati atau biofertilizer yang berasal dari organisme tanah seperti mikoriza telah menjadi perhatian (Tarbell & Koske, 2007). Potensi sebagai biofertilizer terletak pada manfaat dan kemampuannya berinteraksi dengan tanaman. Mikoriza memiliki peranan penting dalam pertanian berkelanjutan (Rodrigues & Rodrigues, 2014). Inokulasi mikoriza diketahui dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan membantu tanaman mengatasi tekanan biotik dan abiotik. Simbiosis mikoriza dengan tanaman yang memberikan perlindungan terhadap patogen, hama, dan tanaman parasit telah dilaporkan untuk banyak spesies tanaman, termasuk varietas tanaman yang penting secara pertanian (Jung *et al.*, 2012). Lohman *et al.*, (2010) menyatakan bahwa mikoriza dapat meningkatkan resistensi terhadap penyakit, dan memperbaiki struktur tanah, dan dapat meningkatkan pertumbuhan karena meningkatkan perolehan Fosfor (P) dan unsur lainnya seperti Zinc dan Tembaga.

Vesikular Arbuskular Mikoriza (VAM) merupakan mikoriza paling penting dalam ekosistem pertanian karena VAM mengkolonisasi mayoritas tanaman pertanian. VAM diketahui sebagai simbiosis obligat, sehingga harus berasosiasi dengan akar tanaman untuk bertahan hidup (Lohman *et al.*, 2010). VAM dapat bersimbiosis dengan banyak tumbuhan inang, namun menghasilkan kolonisasi yang berbeda pada tiap tanaman (Muis *et al.*, 2016). Muller *et al.* (2017) menyatakan bahwa pertumbuhan tanaman juga dipengaruhi oleh pembentukan organ penyimpan misalnya spora dan vesikel merupakan bagian yang terpenting dalam siklus hidup VAM. Oleh karena itu, pemilihan tanaman inang sangat penting dalam perbanyak inokulum VAM. Selain tanaman inang, media tumbuh juga merupakan hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perbanyak inokulum. Keberadaan Fosfor (P) dalam jumlah banyak akan menurunkan tingkat kebutuhan tanaman terhadap asosiasi mikoriza (Smith & Read, 2008).

Di wilayah tropis, seperti Indonesia tanaman yang umumnya bermikoriza adalah tanaman Poaceae dan Leguminosae. Menurut Rini dan Rozalinda (2010), berdasarkan jumlah spora yang banyak dan persen kolonisasi akar yang tinggi pada bulan ke-3, dapat disimpulkan bahwa tanaman inang yang lebih sesuai untuk produksi VAM adalah tanaman dari famili Poaceae. Poaceae memiliki sistem perakaran yang luas, jumlah akar yang banyak, dan tumbuh dengan cepat, sehingga

efektif digunakan sebagai tanaman inang. Akar yang banyak dan tingginya kolonisasi akar oleh VAM merupakan indikator bahwa tanaman tersebut dapat digunakan sebagai sumber inokulum VAM yang baik (Anas dan Tampubolon, 2004).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Carrenho *et al.* (2002), *Sorghum bicolor* (L.) Moench berpotensi menjadi tanaman inang dari banyak spesies VAM, tanaman ini lebih banyak berasosiasi dengan berbagai jenis VAM (12 jenis) dibandingkan dengan *Zea mays* (10 jenis) dan *Arachis hypogaea* L. (7 jenis). Spora *Glomus geosporum* adalah yang paling banyak ditemukan pada tanaman inang *S.bicolor*. Hindumathi dan Reddy (2011) menyatakan bahwa mikoriza indigenus pada tanah memiliki kemampuan yang bervariasi dalam melakukan kolonisasi dengan enam kultivar *S. bicolor*. *Glomus fasciculatum* merupakan VAM yang paling mendominasi dan ditemukan hampir pada semua sampel tanah. Tujuan penelitian ini adalah menguji pengaruh *S. bicolor* (L.) Moench sebagai tanaman inang untuk produksi inokulum VAM dengan menggunakan variasi inokulum dan pupuk P.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di *Greenhouse* di Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktorial 4 ulangan, 2x2x2. Inokulum yang digunakan adalah *Glomus aggregatum* (G), dan campuran antara *Glomus aggregatum* dan *Gigaspora margarita* (C) asal SEAMEO Biotrop. Konsentrasi NPK, yaitu NPK grower 15-9-20 (P9) dan Growmore 20-20-20 (P20). Umur tanaman 6 minggu dan 9 minggu.

Media tanam (800 gr) yang digunakan berupa zeolite-pasir-zeolit (4:3:1). (Muis *et al.*, 2016 dengan modifikasi). Untuk inokulasi tanaman dimasukkan inokulum sebanyak 50 spora/pot, kemudian lubang ditutup dengan media tanam setinggi ± 2 cm. Selanjutnya, benih tanaman inang berumur 2 minggu ditanam pada media tanam tersebut (Rini & Rozalinda, 2010). Pemberian pupuk setelah 2 minggu masa tanam dalam pot sesuai dengan rancangan percobaan dengan konsentrasi 10% sebanyak 100 ml setiap pot.

Parameter yang diukur meliputi: tinggi tanaman diukur dari bagian leher akar hingga bagian ujung batang setiap 1 minggu sekali menggunakan meteran, berat kering dilakukan dengan pengeringan pada oven pada suhu 800C sampai beratnya konstan. Untuk menghitung kolonisasi VAM, sampel akar tanaman diwarnai dengan metode pengecatan dengan *tryphan blue*

Tabel 1. Tinggi tanaman *Sorghum bicolor* dengan inokulasi tunggal dan campuran VAM dan variasi pupuk umur 6 dan 9 minggu

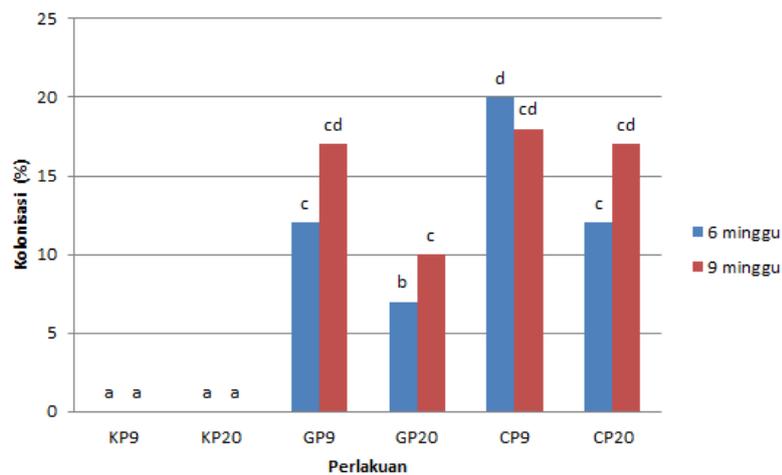
Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	
	6 minggu	9 minggu
KP9	29,3±5,7a	70,4±4,3 ^b
KP20	38,4±3,5b	69,4±2,9 ^b
GP9	27,8±2,2a	50,6±7,2 ^a
GP20	38,1±1,6b	69,9±5,7 ^b
CP9	38,9±7,9b	54,1±4,6 ^a
CP20	33,6±1,6ab	69,4±6,4 ^b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak ada beda nyata pada taraf 5% menurut uji DMRT. K=kontrol, P9=NPK 15-9-20, P20=NPK 20-20-20, G=*Glomus aggregatum*, C=*Glomus aggregatum* dan *Gigaspora margarita*

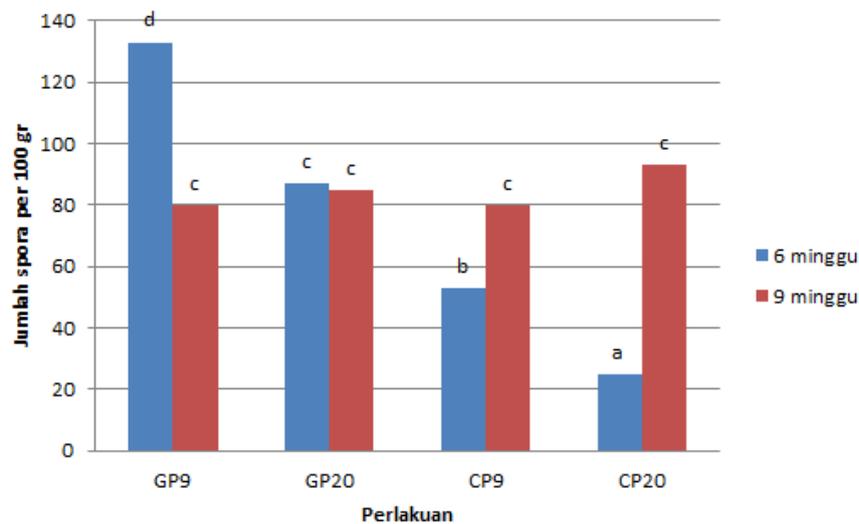
Tabel 2. Berat kering batang dan akar tanaman *Sorghum bicolor* dengan inokulasi tunggal dan campuran VAM dan variasi pupuk umur 6 dan 9 minggu

Perlakuan	Berat Kering (g) (6 minggu)		Berat Kering (g) (9 minggu)	
	Batang	Akar	Batang	Akar
	KP9	0,32±0,09 ^a	0,06±0,04 ^a	0,43±0,12 ^a
KP20	0,39±0,16 ^a	0,11±0,05 ^{ab}	0,58±0,10 ^a	0,12±0,05 ^a
GP9	0,29±0,35 ^a	0,05±0,04 ^a	0,28±0,13 ^a	0,06±0,02 ^a
GP20	0,34±0,04 ^a	0,11±0,03 ^{ab}	0,47±0,20 ^a	0,10±0,03 ^a
CP9	0,36±0,24 ^a	0,07±0,03 ^a	0,55±0,26 ^a	0,13±0,05 ^a
CP20	0,53±0,08 ^b	0,15±0,05 ^b	0,97±0,29 ^b	0,27±0,10 ^b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak ada beda nyata pada taraf 5% menurut uji DMRT. K=kontrol, P9=NPK 15-9-20, P20=NPK 20-20-20, G=*Glomus aggregatum*, C=*Glomus aggregatum* dan *Gigaspora margarita*



Gambar 1. Kolonisasi akar pada *S. bicolor* dengan variasi inokulum VAM tunggal dan campuran serta variasi pupuk umur 6 minggu dan 9 minggu



Gambar 2. Jumlah spora VAM per 100 gram media tanam dengan variasi inokulum VAM tunggal dan campuran serta variasi pupuk pada *S. bicolor* umur 6 minggu dan 9 minggu

setelah dilakukan *clearing* dengan KOH dan HCl (Phillips and Hayman, 1970). Persentase kolonisasi VAM menggunakan metode *grid-line intersect* (Giovannetti dan Mosse, 1980). Spora dihitung per 100 gr tanah dengan metode *wet sieving* (penyaringan basah), yakni menyaring spora dengan penyaring bertingkat dengan ukuran mesh masing-masing 0,85; 0,425; 0,25; 0,18; dan 0,15 mm (Brundrett *et al.*, 1984 dengan modifikasi).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil tinggi tanaman menunjukkan secara umum bahwa pada minggu ke-6 dan minggu ke-9, tanaman tidak berbeda antar perlakuan dengan tanaman kontrol, tanaman dengan perlakuan P20 cenderung lebih tinggi dibandingkan tanaman dengan perlakuan P9. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak memperlihatkan pengaruh nyata terhadap parameter pertumbuhan yang diamati, tetapi secara umum dengan inokulasi VAM terutama dengan inokulum campuran terjadi indikasi peningkatan nilai parameter tinggi tanaman (Tabel 1). Tanaman *S. bicolor* dengan perlakuan NPK 20-20-20 dan perlakuan inokulum VAM campuran memiliki berat kering pada batang dan akar yang lebih tinggi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (Tabel 2.). Hal ini menunjukkan bahwa inokulum campuran dapat memberi pengaruh yang baik terhadap tanaman inang pada konsentrasi NPK 20-20-20.

Pada tanaman *S. bicolor* terjadi peningkatan persen kolonisasi pada umur tanaman 9 minggu

dibanding umur 6 minggu. Pada umur 6 minggu nilai persen kolonisasi *S. bicolor* yang paling tinggi adalah $19.97 \pm 4.15\%$ berbeda nyata dengan semua perlakuan, dan pada umur 9 minggu $18.77 \pm 5.20\%$ berbeda nyata dengan GP20 (Gambar 1). Pada umur 6 minggu, jumlah spora tertinggi pada tanaman *S. bicolor* adalah perlakuan GP9 ($133,33 \pm 14,49$). pada tanaman ini, jumlah spora dengan perlakuan NPK 15-9-20 lebih banyak dibanding NPK 20-20-20, baik pada perlakuan mikoriza tunggal maupun campuran (Gambar 2).

Pada umur 9 minggu, jumlah spora terbanyak pada *S. bicolor* adalah pada perlakuan GP9 (80 ± 5), jumlah spora perlakuan mikoriza tunggal, mengalami penurunan jumlah dibanding umur 6 minggu, sedangkan pada perlakuan inokulasi campuran, jumlah spora di umur 9 minggu lebih banyak daripada 6 minggu (Gambar 2).

Sesuai yang dinyatakan Musfal (2010) bahwa pertumbuhan tanaman yang diinokulasi VAM menunjukkan hubungan yang positif yaitu meningkatkan pertumbuhan tanaman inangnya. Belum terjadinya pengaruh yang nyata terhadap parameter pertumbuhan serta belum terlihat nyata terjadinya efisiensi pemupukan, hal tersebut kemungkinan disebabkan karena aplikasi VAM membutuhkan waktu yang lebih lama untuk bersinergi dan memproduksi jaringan hifa eksternalnya dibandingkan bila aplikasi VAM dilakukan sejak di pembibitan. VAM belum bekerja secara optimal mengingat jaringan hifa VAM membentuk jalinan hifa eksternal yang intensif

setelah 65 hari akar tanaman inang terinfeksi (Smith and Read, 2008), sedangkan hifa eksternal inilah yang dapat memperluas bidang serapan air dan hara (Symanczik, 2018), sehingga pada 6 bulan setelah tanam, kapasitas jaringan hifa dalam penyerapan unsur hara belum optimal, yang mengakibatkan pengaruh inokulasi VAM belum terlihat nyata. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa setiap jenis VAM memiliki efisiensi dan keefektifan yang berbeda dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman, tergantung jenis VAM, jenis tanaman inang, dan jenis tanah (lingkungan) serta interaksi ketiganya (Hindumathi and Reddy, 2011). Pemberian VAM menyebabkan peningkatan serapan hara oleh tanaman. Berat kering merupakan indikasi keberhasilan pertumbuhan tanaman karena berat kering merupakan petunjuk adanya kandungan protein dan organik lainnya yang merupakan hasil fotosintesis yang dapat diendapkan setelah kadar air dikeringkan. Semakin besar berat kering tanaman menunjukkan semakin efisien proses fotosintesis yang terjadi dan produktivitas serta perkembangan sel jaringan semakin tinggi dan cepat, sehingga pertumbuhan menjadi lebih baik, yang akhirnya berat kering tanaman meningkat (Lizawati *et al.*, 2014).

Smith and Read (2008) menyatakan persentase kolonisasi fungi tergantung pada jenis VAM dan tanaman inang dan sering dikaitkan dengan pertumbuhan akar maupun kepekaan akar. Persen kolonisasi pada perlakuan mikoriza campuran (*Glomus aggregatum* dan *Gigaspora margarita*) lebih tinggi dibanding perlakuan mikoriza tunggal (*G. aggregatum*) meskipun demikian persen kolonisasi *S. bicolor* termasuk kategori rendah karena tidak lebih dari 25%. Persen kolonisasi mikoriza pada perlakuan NPK 15-9-20 lebih tinggi dibanding NPK 20-20-20. Keberadaan Fosfor (P) dalam jumlah banyak akan mengurangi kolonisasi dan mempengaruhi struktur komunitas VAM (Wang *et al.*, 2017). Ketika jumlah Fosfor di dalam tanah rendah, maka asosiasi mikoriza akan semakin tinggi. Menurut Liu *et al.* (2000), kolonisasi akar maksimal akan dihasilkan pada kondisi tanah yang memiliki kesuburan rendah. Nitrogen (N) dan Fosfor (P) pada tingkat ketersediaan yang tinggi akan menurunkan kolonisasi akar. Kolonisasi akar akan meningkat saat ketersediaan N dan P rendah, sedangkan pada kondisi tanah kaya P, maka penambahan N akan menghambat persen kolonisasi dan jumlah spora (Muis *et al.*, 2016).

Penelitian tentang jumlah spora yang dihasilkan oleh Hindumathi and Reddy (2011)

menunjukkan rata-rata jumlah spora yang teramati pada minggu ke-4 adalah 4-23 spora/10 g tanah. Pada minggu ke-8, rata-rata jumlah spora adalah 9-42 spora/10 g, sehingga pada penelitian ini jumlah spora yang dihasilkan relatif banyak. Perlakuan dengan konsentrasi Fosfor yang lebih tinggi (P20) menunjukkan jumlah spora yang lebih rendah dibandingkan perlakuan dengan Fosfor yang lebih rendah (P9) pada minggu ke-9. Menurut Khanam (2006), Nitrogen (N) dan Fosfor tanah (P) memiliki korelasi negatif terhadap jumlah spora. Tingginya jumlah spora kemungkinan lebih dipengaruhi hifa dan tanaman inang yang semakin tua (Rini and Rozalinda, 2010). Chalimah *et al.*, (2007) menyatakan bahwa kelembapan, keadaan spora, cekaman lingkungan, dan media merupakan faktor yang dapat mempengaruhi perkecambahan spora dan kolonisasi VAM.

SIMPULAN

Sorghum bicolor dapat menjadi tanaman inang bagi Vesikular Arbuskular Mikoriza (VAM) untuk produksi inokulum. Inokulasi dengan inokulum campuran VAM (*Glomus aggregatum* dan *Gigaspora margarita*) menghasilkan kolonisasi dengan nilai yang paling tinggi, sedangkan inokulum tunggal (*Glomus aggregatum*) dengan P rendah menghasilkan produksi spora paling tinggi. NPK 15-9-20 lebih baik dalam produksi inokulum, baik berupa akar terkolonisasi maupun spora.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Biologi UGM atas dana penelitian melalui hibah penelitian BPPTNbh Fakultas Biologi UGM tahun 2018 dengan nomer kontrak: UGM/BI/1691/M/01/05.

DAFTAR PUSTAKA

- Anas, I.J., & L.O. Tampubolon. (2004). Media Campuran Tanah-Pasir dan upuk Anorganik untuk Memproduksi Inokulan Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA). *Buletin Agronomi*, 32(1): 26-31. Doi: <https://doi.org/10.24831/jai.v32i1.1433>
- Brundrett, M.C., Y. Piche & R.L. Peterson. (1984). A New Method for Observing the Morphology of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae. *Canadian Journal of Botany*, 6: 2128-2134. Doi: <https://doi.org/10.1139/b84-290>.
- Carrenho, R., S.F.B. Trufem, and V.L.R. Bononi. (2002). Effects of Using Different Host Plants

- on the Detected Biodiversity of Arbuscular Mycorrhizal Fungi from an Agroecosystem. *Brazilian Journal of Botany*, 25(1): 93-101. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042002000100012>.
- Chalimah, S., Muhadiono., L. Aznam., S. Haran & N. Toruan-Mathius. (2007). Perbanyakkan *Gigaspora* sp. dan *Acaulospora* sp. dengan Kultur Pot di Rumah Kaca. *Biodiversitas*, 8 (1): 12-19. Diakses dari : <https://biodiversitas.mipa.uns.ac.id/D/D0801/D080103.pdf>
- Giovannetti, M., & B. Mosse. (1980). An Evaluation of Techniques for Measuring Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Infection in Roots. *New Phytologist*, 84: 489-500. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1980.tb04556.x>.
- Hindumathi, A., & B.N. Reddy. 2011. Dependency of *Sorghum* on Arbuscular Mycorrhizal Colonization for Growth and Development. *J Mycol Plant Pathol*. 41 (4), 537-542. Diakses dari: https://www.researchgate.net/profile/Hindumathi_Amballa3/publication/308320439_Dependency_of_Sorghum_on_Arbuscular_Mycorrhizal_Colonization_for_Growth_and_Development/links/57e0a39a08aece48e9e1ff8a.pdf.
- Jung S.C, A. Martinez-Medina, J.A. Lopez-Raez & M.J. Pozo. (2012). Mycorrhiza-induced resistance and priming of plant defenses. *Journal of Chemical Ecology*: 38(6):651-64. Doi: 10.1007/s10886-012-0134-6
- Khanam, D., M.A.U. Mrida., A.R.M. Solaiman & T. Hossain. (2006). Effect of Edaphic Factors on Root Colonization and Spore Population of Arbuscular Mycorrhizal Fungi. *Bulletin of the Institute of Tropical Agriculture, Kyushu University Kyushu University*, 29: 97-104. Doi: <https://doi.org/10.11189/bit.29.97>.
- Liu, R.J., & X.S. Luo. (1994). A New Method to Quantify the Inoculum Potential of Arbuscular Mycorrhizal Fungi. *New Phytologist*, 128: 89-92. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1994.tb03990.x>.
- Lizawati, E. Kartika, Y. Alia Y & R. Handayani. (2014). Pengaruh Pemberian Kombinasi Isolat Fungi Mikoriza Arbuskular terhadap pertumbuhan Vegetatif Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha Curcas* L.) yang Ditanam pada Tanah Bekas Tambang Batu Bara. *Biospecies*, 7(1): 14-21. Diakses dari <https://online-journal.unja.ac.id/biospecies/article/view/1492>.
- Lohman, M., C. Ziegler-Ulsh & D. Douds. (2010). A Complete How-To: On-farm AM fungus Inoculum Production. Rodale institute. Diakses dari: <https://rodaleinstitute.org/a-complete-how-to-on-farm-am-fungus-inoculum-production>.
- Muis, R., M. Ghulamahdi., M. Melati., Purwono & I. Mansur. (2016). Diversity of Arbuscular Mycorrhiza Fungi from Trapping Using Different Host Plants. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*, 27 (2): 158-169. Diakses dari: <https://pdfs.semanticscholar.org/88d1/9ccf08f4beb09d02b52597d132826e27b981.pdf>.
- Müller A, B. Ngwene, E. Peiter & E. George. (2017). Quantity and distribution of arbuscular mycorrhizal fungal storage organs within dead roots. *Mycorrhiza*, 27(3):201-210. Doi: 10.1007/s00572-016-0741-0
- Musfal. (2010). Potensi cendawan mikoriza arbuskular untuk meningkatkan hasil tanaman jagung. *Jurnal Litbang Pertanian*, 29 (4): 154-158. Doi: <http://dx.doi.org/10.21082/jp3.v29n4.2010.p154-158>
- Phillips, J.M & D.S. Hayman. (1970). Improved Procedures for Clearing Roots and Staining Parasitic and Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Rapid Assessment of Infection. *Transactions of the British Mycological Society*, 55: 158-160. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0007-1536\(70\)80110-3](https://doi.org/10.1016/S0007-1536(70)80110-3).
- Rodrigues, K.M & B.F. Rodrigues. (2014). Arbuscular Mycorrhizal (AM) Fungi for Sustainable Agriculture. Published in: *Advances in Plant Sciences for Sustainable Rural Development*. Ed. By: N.M. Ghangaonkar. C.T. Bora College, Shirur: 8-21. Doi: 10.1007/978-1-4020-8770-7
- Rini, M.V & V. Rozalinda. (2010). Pengaruh Tanaman Inang dan Media Tanam pada Produksi Fungi Mikoriza Arbuskular. *Jurnal Agrotopika*, 15 (1): 37-43. Diakses dari <https://docplayer.info/33637539-Pengaruh-tanaman-inang-dan-media-tanam-pada-produksi-fungi-mikoriza-arbuskular.html>.
- Smith, S.E & D. Read. (2008). *Mycorrhizal Symbiosis third Edition*. Elsevier. New York. pp 1-43.
- Symanczik S, M.F. Lehmann, A. Wiemken, T. Boller & P.E. Courty. (2018). Effects of two

contrasted arbuscular mycorrhizal fungal isolates on nutrient uptake by *Sorghum bicolor* under drought. *Mycorrhiza*, 28: 779-785. Doi: 10.1007/s00572-018-0853-9.

Tarbell, T.J & R.E. Koske. (2007). Evaluation of Commercial Arbuscular Mycorrhizal Inocula in a Sand/Peat Medium. *Mycorrhiza*. 18: 51-56. Doi: 10.1007/s00572-007-0152-3.

Wang C, P.J. White, C & Li. (2017). Colonization and community structure of arbuscular mycorrhizal fungi in maize roots at different depths in the soil profile respond differently to phosphorus inputs on a long-term experimental site. *Mycorrhiza*, 27(4):369-381. Doi: 10.1007/s00572-016-0757-5.