

Potensi Pemanfaatan *Mikoriza arbuskula* (Am) pada Lahan Hijauan Pakan

Labib Abdillah*, Mohammad Haris Septian, Mikael Sihite
Program studi peternakan, fakultas pertanian, Universitas Tidar

*) Corresponding author
Email: labibabdillah@untidar.ac.id

Abstrak

Simbiosis menerangkan hubungan pasangan hidup dalam keadaan keseimbangan fisik dan fisiologis dan memperoleh manfaat satu sama lainnya. Hubungan yang saling memberikan manfaat salah satunya pada asosiasi mikoriza dengan tanaman. terdapat berbagai jenis mikoriza yang tersebar tetapi makalah ini menitik beratkan pada endomikoriza. Symbion jamur memperoleh makanan dan tempat berlindung dari tanaman inang sebaliknya tanaman mendapatkan bantuan mikoriza dalam mobilitas fosfor serta mineral lainnya, peningkatan kapasitas ikat nitrogen, meningkatkan daya serap air akar tanaman. hubungan ini dibutuhkan khususnya pada sektor peternakan dimana keterbatasan lahan menuntut efisiensi penggunaan lahan dan peningkatan produktivitas tanaman khususnya hijauan pakan. Hijauan pakan ternak unggul umumnya menuntut status kesuburan tanah yang baik agar memiliki produktivitas yang optimal. Indonesia memiliki potensi lahan kering yang mencapai 1,61 juta hektar. Kendala dalam pemanfaatan lahan kering dalam penyediaan hijauan pakan adalah ketersediaan air yang minim. Perlakuan pemberian mikoriza menunjukkan produktivitas yang berbeda pada lahan yang mengalami cekaman kering. Pada permulaan musim kemarau menjadi awal peningkatan koloni hifa mikoriza seiring dengan pertumbuhan akar baru. Lahan hijauan yang mengalami overgrazing menurunkan koloni mikoriza yang berasosiasi dengan akar hijauan. Simbiosis mikoriza dengan tanaman juga memiliki manfaat untuk membantu pelapukan batuan di tanah. simbiosis mikoriza dengan hijauan jenis *Bouteloua dactyloides* membantu pengayaan mineral rumput kerbau.

Keywords: cekaman kering, hijauan pakan, mikoriza

Pendahuluan

Pakan hijauan merupakan pakan pokok untuk ternak ruminansia yang mempengaruhi produktivitas ternak. Setidaknya 60% kebutuhan pakan ternak ruminansia dicukupi oleh hijauan (Elviwirda *et al*, 2016). Pemberian hijauan diberikan sebanyak 10-15% dari bobot badan setiap harinya. Hijauan pakan ternak unggul umumnya menuntut status kesuburan tanah yang baik agar memiliki produktivitas yang optimal. Status kesuburan tanah ini erat kaitannya dengan kondisi mikroba tanah yang berlimpah, memiliki fungsi symbiosis dengan perakaran tanaman, serta ditunjukkan dengan pertumbuhan tanaman

yang baik. Lahan subur dan produktif ini mayoritas digunakan untuk tanaman yang memiliki nilai ekonomis tinggi.

Optimalisasi lahan kering di Indonesia dapat menjadi alternatif lokasi yang dapat digunakan untuk menanam tanaman hijauan. Menurut Soemarwoto (1993) Indonesia memiliki potensi lahan kering yang mencapai 1,61 juta hektar. Kendala dalam pemanfaatan lahan kering dalam penyediaan hijauan pakan adalah ketersediaan air yang minim. Beberapa tanaman hijauan pakan menuntut ketersediaan air yang cukup untuk mendukung produktivitasnya. Tanah yang kering akan menyebabkan gangguan

pertumbuhan tanaman serta mempengaruhi produksi biomas nya (Elviwirda *et al*, 2016). Hal ini dianggap sebagai akibat dari penurunan ekspansi sel dan produksi fotosintesis yang berkurang (Taiz dan Zeiger, 2002).

Upaya perbaikan yang dapat dilakukan untuk mendukung keberlanjutan produksi rumput pada kondisi tanah kering adalah dengan memanfaatkan mikroorganisme potensial seperti *mikoriza arbuskula* (FMA). Mikoriza bekerja dengan menginfeksi akar tanaman dan memanfaatkan hifa sebagai alat transportasi karbon serta hara lainnya dalam tanah untuk digunakan oleh tanaman (Pujianto, 2001). Penggunaan mikoriza pada tanaman esensial terutama pada musim kemarau, dimana hifa mikoriza dapat menyerap air dalam tanah saat akar tidak lagi mampu menyerap air (Basri, 2018). Benang-benang atau hifa pada mikoriza mampu mengeksplorasi area yang lebih luas dari yang bisa dijangkau oleh akar tanaman, sehingga hifa mikoriza mampu mengeksplorasi air dan hara yang lebih banyak. Ada kalanya asosiasi mikoriza dengan tanaman inangnya tidak menguntungkan, hal ini tergantung pada faktor lingkungan (Paul and Pang, 1980). Tujuan dari jurnal review ini adalah untuk menghimpun hasil-hasil penelitian pemanfaatan mikoriza arbuskula (FMA) pada berbagai tanaman hijauan pakan.

Pemanfaatan mikoriza

Mikoriza merupakan jamur akar yang terbagi menjadi 3 jenis, yaitu endomikoriza, ektomikoriza, dan ektendomikoriza. Jenis endomikoriza disebut arbuskula karena memiliki hifa yang membantu akar tanaman dalam menyerap hara tanah (Lumbantoruan *et al*, 2021). Fungi mikoriza arbuskula (FMA) merupakan agen hayati yang berfungsi membantu tanaman dalam meningkatkan penyerapan unsur hara pada tanah. FMA umumnya digunakan untuk meningkatkan kualitas serta kuantitas tanaman, mengurangi kebutuhan pupuk, mengurangi erosi, mengurangi emisi CO₂, serta menyuburkan tanah (Nusantara *et al*, 2012). Pada penerapannya, FMA bersimbiosis mutualisme dengan perakaran tumbuhan sehingga saling mendapatkan keuntungan. FMA yang bersimbiosis dengan tanaman inangnya mendapatkan sumber karbon hasil fotosintesis tanaman, sedangkan tanaman inang mendapatkan unsur hara yang dibutuhkan dari FMA (Ansig et al, 2017).

FMA banyak ditemukan terutama pada tanaman pangan. Jumlah spora yang dihasilkan didominasi pada kondisi tanah ber pH rendah, C dan P organik yang rendah (Yusriadi, 2018). Kondisi tersebut merupakan ciri dari tanah marginal yang dideskripsikan oleh Elviwidra *et al* (2016) bahwa tanah kering marginal memiliki sifat

masam, C organik rendah, P sedang, K, Ca, Mg, Na yang rendah.

Mikoriza memiliki peranan dalam menjaga struktur tanah tetap baik. Mikoriza dengan sangat baik menjaga daya ikat air dalam tanah dan membuat tanah lebih berpori, struktur tanah tersebut meningkatkan aerasi juga laju infiltrasi sehingga erosi tanah dapat dikurangi (Lumbantoruan *et al*, 2021).

Penggunaan inokulum FMA yang tepat juga dapat mengurangi kebutuhan pupuk. FMA dapat menggantikan sekitar 50% kebutuhan fosfor, 40% kebutuhan nitrogen, dan 25% kebutuhan kalium pada tanaman (Husin dan Marlis, 2000). Keuntungan utama yang diberikan oleh mikoriza adalah peningkatan serapan P dan didistribusikan ke tanaman untuk mendukung fisiologis tanaman (Srivastava *et al*, 1996). Aktivitas asam fosfatase yang dihasilkan oleh hifa mikoriza dapat meningkatkan aktivitas enzim fosfatase dari mikoriza yang dapat mengurai unsur P dari ikatan spesifik sehingga menjadi P tersedia bagi tanaman (Lumbantoruan *et al*, 2021). Sebagian besar fosfor dalam tanah dalam bentuk ortofosfat (H_2PO_4 dan HPO_4^{2-}), P organik dan P anorganik, dan sebagian besar fosfor dalam bentuk tidak tersedia untuk tanaman. Dalam kondisi P tidak tersedia bagi tanaman mikoriza akan mengeluarkan enzim fosfatase agar P dapat tersedia untuk tanaman (Nurhidayati *et al*, 2010). Fosfor memiliki peranan penting

dalam sintesis ATP pada tanaman. ATP digunakan tanaman untuk penyerapan unsur hara melalui membrane sel akar sehingga penyerapan unsur hara lain dapat meningkat.

Peningkatan serapan unsur hara akibat penggunaan mikoriza ini juga telah dilaporkan oleh Lumbantoruan *et al* (2021) yang mengatakan bahwa penggunaan mikoriza meningkatkan penyerapan unsur N. peningkatan serapan unsur N dikarenakan mikoriza berinteraksi secara sinergis dengan bakteri pengikat N (Rapa`langi, 2014). Penelitian yang dilakukan oleh Karti (2004) menyebutkan bahwa pemberian mikoriza meningkatkan laju transpirasi yang berdampak pada luas daun rumput setaria splendida. Transpirasi ini mempengaruhi penyerapan unsur hara terutama mineral nitrat dan fosfat dan berkorelasi positif dengan luas daun pada tanaman.

Pemanfaatan mikoriza pada hijauan dengan cekaman kering

Penelitian yang dilakukan oleh Elviwidra *et al* (2016) menunjukkan bahwa aplikasi pupuk hayati mikoriza pada hijauan *cynodon plectostachyus* dan *brachiaria decumbens* dapat mempertahankan kadar air relatif pada daun dalam kondisi cekaman kering 60% jika dibandingkan dengan perlakuan yang tanpa penggunaan mikoriza. Mikoriza menunjukkan efek yang positif dalam menjaga kadar air relatif daun pada kondisi cekaman kering. Kadar air

relatif daun menunjukkan besar resapan air tanah yang dilakukan oleh tanaman dan kemampuan tanaman untuk mengontrol kehilangan air (Bayoumi *et al.*, 2008). Cekaman kekeringan dapat menurunkan kadar air relatif daun dari 88% menjadi 45% pada tanaman gandum (Siddique *et al.*, 2000). Penurunan tersebut juga terlihat pada tanaman rumput *brachiaria decumbens*, bahwa terdapat penurunan kadar air relatif daun sebesar 58.92% pada kondisi 60% cekaman kekeringan, sedangkan pada tanaman *cynodon plectostachyus* terjadi penurunan sebesar 25.72% tanpa penggunaan mikoriza. Pada tanaman yang menggunakan mikoriza dengan kondisi cekaman kering sebesar 60% penurunan kadar air relatif daun

brachiaria decumbens menjadi 28.22% sedangkan pada *cynodon plectostachyus* 15.2%. mikoriza memiliki peran aktif dalam menjaga kadar air relatif daun pada kondisi cekaman kering. Kadar air relatif daun merupakan suatu ukuran status air tanaman sebagai konsekuensi fisiologis terhadap kadar air tanah (Moaveni, 2011). Pada tanaman yang mengalami *stress* air akan mengalami penurunan kadar air relatif daun sebagai bentuk respon fisiologisnya (Uzilday *et al.*, 2012). Respon fisiologis tanaman tersebut terjadi melalui pengaturan osmotik atau pengaturan elastisitas jaringan dinding sel tanaman dan kontrol pelepasan air melalui stomata (Elviwirda *et al.*, 2016; Bayoumi *et al.*, 2008).

Tabel 1. Perbandingan kadar air relatif daun rumput

No.	Perlakuan	Jenis rumput	
		<i>brachiaria decumbens</i>	<i>cynodon plectostachyus</i>
	 %	
1.	Tanaman dengan 0% cekaman kering	85.44	88.75
2.	Cekaman kering 60% Tanpa FMA	35.1	65.92
3.	Cekaman kering 60% Dengan FMA	61.33	75.27

Sumber: Elviwirda *et al.*, 2016

Pemberian mikoriza pada rumput *setaria splendida* mempengaruhi produktivitas tanaman tersebut (Karti, 2004). Penelitian tersebut menjelaskan bahwa pemberian mikoriza dalam kondisi cekaman kering secara signifikan mempengaruhi laju transpirasi, berat kering tajuk dan luas daun tanaman. pada kondisi air terbatas, terjadi penurunan turgor pada sel daun dan menyebabkan stomata

tertutup sehingga aktivitas fotosintesis menurun. Fotosintat yang terbatas menyebabkan ukuran daun pada tanaman menjadi lebih kecil. Ukuran daun yang berbeda diamati pada perlakuan pemberian mikoriza yang secara signifikan meningkatkan luas daun dibandingkan perlakuan yang tidak menggunakan mikoriza. Peningkatan luas daun berkorelasi positif dengan laju transpirasi,

fungsi transpirasi ini penting dalam pengangkutan hara dan mineral untuk pertumbuhan tanaman. Peneliti melaporkan pada kondisi penyerapan hara dan air terganggu maka metabolisme nutrisi dan zat pengatur tumbuh ikut terganggu sehingga tanaman menjadi kerdil (Taiz dan Zeiger, 1991). Penggunaan mikoriza juga mendukung peningkatan produksi bahan kering tajuk. Hal ini sebagai akibat dari naiknya panjang penyebaran akar karena hifa mikoriza yang meningkatkan penyerapan unsur hara dan air oleh tanaman (Matsubara *et al*, 2002).

Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Karti (2012) menggunakan starter mikoriza *glomus manihotis*, *glomus etunicatum*, *gigaspora margarita*, dan *acaulospora tuberculata* yang diinokulasikan pada tanaman *centrosema pubescens*. Inokulum tersebut menunjukkan efektivitas pada rumput *pennisetum purpureum*. Efektivitas ini didukung oleh jumlah spora yang menginfeksi akar tanaman. Tanaman yang diinfeksi oleh mikoriza menunjukkan peningkatan produksi bahan kering sebesar 30%. Mikoriza memiliki peranan penting dalam meningkatkan suplai N dan P di tanaman (Heydari & Maleki, 2014). Jumlah spora yang menginfeksi akar tanaman meningkatkan mobilisasi nitrogen, fosfor dan produksi protein pada tanaman rumput gajah. Peningkatan P, K, N, dan Ca terjadi pada tanaman yang diinfeksi mikoriza pada

kondisi kontrol dan *stress* garam (Abbaspour, 2006), karena kemampuan hifa eksternal dan internal memobilisasi nutrisi seperti P, NH₄, NO₃, K, Ca, SO₄, CU, Zn, dan Fe (Marschner & Dell, 1994).

Koloni mikoriza tercatat memiliki hubungan dengan variasi musim, fenomena peningkatan infeksi mikoriza tercatat pada musim panas dan menurun selama musim semi (Cavagnaro *et al*, 2019). Koloni mikoriza yang tinggi umumnya terjadi pada saat tanaman membutuhkan nutrisi tambahan (Sanders and Fitter, 1992). Pada musim kemarau kebutuhan nutrisi tanaman akan meningkat seiring dengan meningkatnya pertumbuhan vegetatif dan pertumbuhan akar baru. Fenomena peningkatan infeksi mikoriza berkaitan dengan meningkatnya pertumbuhan akar baru dan pertumbuhan vegetatif (Cavagnaro *et al*, 2019). Lebih lanjut dijelaskan bahwa koloni mikoriza tertinggi terjadi pada awal musim kemarau dimana amonium tersedia melimpah. Pada kasus nitrogen, mikoriza mengambil nitrogen anorganik dalam bentuk amonium melalui hifa eksternal dan mentransfernya ke tanaman (Hodge and Storer, 2015).

Pemanfaatan mikoriza pada hijauan lahan penggembalaan

Sistem penggembalaan mempengaruhi koloni mikoriza pada perakaran tanaman. Penelitian yang dilakukan pada lahan yang digunakan untuk penggembalaan sedang memperlihatkan

penurunan koloni mikoriza yang bersimbiosis dengan akar tanaman, dan penurunan yang lebih parah terjadi pada lahan penggembalaan yang intensif baik pada musim kemarau maupun musim semi (Bethlenfalvay dan Darkessian, 1984). Pada lahan penggembalaan, koloni mikoriza dapat menggambarkan kerusakan ekosistem yang disebabkan karena overgrazing (akibat intensitas tinggi ataupun defoliasi yang terlalu cepat) (Cavagnaro *et al*, 2019).

Aplikasi mikoriza (*Rhizophagus irregularis*) pada berbagai lahan bebatuan basalt, riolit, granit dan sekis berpengaruh terhadap mobilisasi mineral – mineral di tanaman. mikoriza memegang peranan penting dalam pelapukan mineral sekaligus memperkaya kandungan mineral tanaman, dan efek yang dihasilkan paling tinggi pada media batuan basal karena kandungan kaca yang tinggi (Burghelea *et al*, 2015). Efek mikoriza pada pertumbuhan biomassa, bobot akar, rasio akar dan daun lebih tinggi pada tanah riolit, seiring dengan peningkatan mobilisasi P pada rumput kerbau (*Bouteloua dactyloides*) dibandingkan dengan basalt, granit dan sekis (Burghelea *et al*, 2015). Keberadaan mikoriza mempengaruhi penyerapan elemen P, K, Ca, Mn, Fe, Ti, dan Al oleh akar rumput kerbau. Pengayaan mineral Al yang lebih tinggi pada rumput kerbau yang ditanam pada media basal menjelaskan produksi biomassa lebih rendah dari media

riolit, karena Al secara tidak langsung menghambat fotosintesis tanaman (Wright *et al*, 2005). Pada rumput jenis tersebut yang ditanam pada media pori batuan produksi total biomassa lebih rendah 10 sampai 25 kali dari yang ditanam di tanah (Moffet, 2003), menandakan sifat oligotrofik alami pada substrat. Pada setiap media batuan produksi biomassa di bawah tanah lebih tinggi dibandingkan dengan yang diatas tanah, ketersediaan nutrisi yang rendah mendorong alokasi biomassa ke akar (Goransson, 2001). Tanah riolit yang tinggi unsur Si, K, Na dibandingkan batuan lainnya menghasilkan produksi total biomassa rumput kerbau yang lebih tinggi, dimungkinkan terdapat peran penting ketersediaan K untuk kolonisasi Mikoriza pada tanaman (Burghelea *et al*, 2015). Lebih lanjut dijelaskan bahwa asosiasi mikoriza dengan tanaman dapat menginduksi pelapukan serta mempercepat pembentukan tanah di lingkungan batuan basalt dan riolit.

Kesimpulan

Berdasarkan uraian pada pembahasan bahwa aplikasi mikoriza arbuskula (AM) pada tanaman hijauan pakan memiliki dampak positif bagi produktivitas hijauan maupun lingkungan. Efek yang ditimbulkan oleh mikoriza bergantung pada tingkat infeksi mikoriza pada akar tanaman. infeksi jamur mikoriza akan mulai meningkat pada awal musim

kemarau dimana mulai tumbuh perakaran baru pada tanaman. Asosiasi mikoriza dengan tanaman juga terjadi jika kondisi fisiologis dan lingkungan tanaman sesuai, pada kondisi curah hujan tinggi koloni mikoriza pada akar tanaman berkurang dan mulai meningkat pada awal musim kemarau. Asosiasi mikoriza dengan perakaran tanaman membantu mobilisasi mineral-mineral esensial bagi tanaman, khususnya unsur P yang membantu pertumbuhan tanaman. Asosiasi mikoriza dengan hijauan pakan pada lahan bebatuan dapat dimanfaatkan dalam upaya pelapukan dan mempercepat pembentukan tanah baru. Mikoriza juga berperan dalam meningkatkan akumulasi mineral di tanaman. beberapa unsur yang terdapat pada media tanam bebatuan seperti Al bersifat toksik bagi tanaman dan dapat mengganggu proses fotosintesis tanaman.

Daftar Pustaka

- Abbaspour, H., Afshari, H., Fallahyan, F., & Fahimi, H. 2006. Response of *Pistacia Vera L.* in Salt Tolerance to Inoculation With Arbuscular Mycorrhizal Fungi Under Salt Stress. *Acta horticulturae*. 726, 383.
- Ansiga, R. E., Rumambi, A., Kaligis, D. A., Mansur, I., & Kaunang, W. 2017. Eksplorasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) pada Rizosfir Hijauan Pakan. *ZOOTEC*. 37(1): 167-178.
- Basri, A. H. H. 2018. Kajian Peranan Mikoriza Dalam Bidang Pertanian. *Dalam Agrica Ekstensia*. 12(2): 74-48.
- Bayoumi, T. Y., Eid, M. H., & Metwali, E. M. 2008. Application of Physiological and Biochemical Indices as a Screening Technique for Drought Tolerance in Wheat Genotypes. *African Journal of Biotechnology*. 7(14).
- Bethlenfalvay, G.J., Darkessian, S., 1984. Grazing Effects on Mycorrhizal Colonization and Floristic Composition of The Vegetation of Semiarid Range in Northern Nevada. *J. Range Manag.* 37: 312 - 316.
- Burghelaea, C., Zaharescu, D. G., Dontsova, K., Maier, R., Huxman, T., & Chorover, J. 2015. Mineral Nutrient Mobilization by Plants from Rock: Influence of Rock Type and Arbuscular Mycorrhiza. *Biogeochemistry*. 124(1): 187-203.
- Cavagnaro, R. A., Pero, E., Dudinszky, N., Golluscio, R. A., & Grimoldi, A. A. (2019). Under Pressure from Above: Overgrazing Decreases Mycorrhizal Colonization of Both Preferred and Unpreferred Grasses in The Patagonian Steppe. *Fungal Ecology*. 40: 92-97.
- Göransson. A. 2001. *A Technique for Quantitative Trace Element and Micronutrient Studies in Plants*. In: Gobran GR, Wenzel WW, Lombi E (Eds) *Trace Elements in The Rhizosphere (2001)*. CRC Press LLC. Florida, pp 220–221.
- Heydari, M. M., & Maleki, A. 2014. Effect of Phosphorus Sources and Mycorrhizal Inoculation on Root Colonization and Phosphorus Uptake of Barley (*Hordeum Vulgare L.*). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 3(8): 235-248.
- Hodge, A., & Storer, K. 2015. Arbuscular Mycorrhiza and Nitrogen: Implications for Individual Plants Through to Ecosystems. *Plant and soil*. 386(1): 1-19.
- Husin, E. F. dan Marlis. 2000. Respon Berbagai Tanaman Terhadap Pupuk Hayati Cendawan Mikoriza Arbuskula. Pusat Studi dan Pengembangan Agen

- Hayati (PUSPAHATI). Universitas Andalas. Padang.
- Karti, P. D. 2004. Pengaruh Pemberian Cendawan Mikoriza Arbuskula Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Rumput Setaria Splendida Stapf yang Mengalami Cekaman Kekeringan. *Media Peternakan*. 27(2).
- Karti, P. D., Astuti, D. A., & Nofyangtri, S. 2012. The Role of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Enhancing Productivity, Nutritional Quality, and Drought Tolerance Mechanism of *Stylosanthes Seabrana*. *Media Peternakan*, 35(1), 67-67.
- Lumbantoruan, S. M., Herlina, H., & Az-zahra, R. C. 2021. Potensi Pemanfaatan Mikoriza untuk Meningkatkan Ketahanan Pangan. *Jurnal Agroteknologi dan Pertanian (JURAGAN)*, 1(1), 33-40.
- Marschner, H., & Dell, B. (1994). Nutrient Uptake in Mycorrhizal Symbiosis. *Plant and soil*, 159(1), 89-102.
- Matsubara, Y., Hasegawa, N., & Fukui, H. 2002. Incidence of Fusarium Root Rot in Asparagus Seedlings Infected With Arbuscular Mycorrhizal Fungus as Affected by Several Soil Amendments. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 71(3), 370-374.
- Moaveni, P., Talebi, A., Farahani, A., & Maroufi, K. (2011, July). Study of nano particles TiO₂ spraying on some yield components in barley (*Hordem vulgare* L.). In *International Conference on Environmental and Agriculture Engineering* (Vol. 15, No. 1, pp. 115-119).
- Moffet C.A. 2003. *Competition Among Blue Grama and Buffalo Grass Ecotypes: Effects of Soil and Past Neighbor Interactions*. PhD Thesis, Texas Tech University.
- Nurhidayati, T., Purwani, K. I., & Ermavitalini, D. 2010. Isolasi Mikoriza Vesikular-Arbuskular pada Lahan Kering di Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Hayati Edisi Khusus*. 43-46.
- Nusantara, A. D., & Irdika, M. 2012. Bekerja dengan Fungi Mikoriza Arbuskula. SEAMEO BIOTROP. Bogor
- Pang, P. C., & Paul, E. A. 1980. Effects of Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza on ¹⁴C And ¹⁵N Distribution in Nodulated Fababeans. *Canadian Journal of Soil Science*. 60(2): 241-250.
- Pujianto. 2001. Pemanfaatan Jasad Mikro Jamur Mikoriza dan Bakteri Dalam Sistem Pertanian Berkelanjutan di Indonesia: Tinjauan dari Perspektif Falsafah Sains. http://www.hayati_ipb.com/user/ru dyct/indiv2001/pujianto.htm. (Juni 2001).
- Rapa'langi, P. E. R. I. N. A. L. 2014. *Pengaruh Pemberian Pupuk Mikoriza Terhadap Kandungan Protein Kasar dan Serat Kasar Rumput Gajah Mini dan Rumput Benggala*. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Sanders, I. R., & Fitter, A. H. 1992. Evidence for Differential Responses Between Host-Fungus Combinations of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizas from A Grassland. *Mycological Research*. 96(6): 415-419.
- Siddique, M. R. B., Hamid, A. I. M. S., & Islam, M. S. 2000. Drought Stress Effects on Water Relations of Wheat. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*. 41.
- Soemarwoto, O. 1993. *Pengembangan Pariwisata dan Dampak yang Ditimbulkannya*. Yogyakarta: Andi. 134.
- Taiz, L. and E. Zeiger. 1991. *Plant physiology*. The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc. Redwood City. CA, 559 p
- Taiz, L., & Zeiger, E. 2002. Photosynthesis: physiological and ecological considerations. *Plant Physiol*. 9: 172-174.

- Uzilday, B., Turkan, I., Sekmen, A. H., Ozgur, R. E. N. G., & Karakaya, H. C. 2012. Comparison of ROS Formation and Antioxidant Enzymes in *Cleome Gynandra* (C4) and *Cleome Spinosa* (C3) Under Drought Stress. *Plant Science*. 182: 59-70.
- Wright IJ, Reich PB, Cornelissen JHC, Falster DS, Garnier E, Hikosaka K, Lamont BB, Lee W, Oleksyn J, Osada N, Porter H, Villar R, Warton DI, Westoby M. 2005. Assessing The Generality of Global Leaf Trait Relationships. *New Phytol*. 166: 485–496
- Yusriadi, Pata'dungan, Y. S., & Hasanah, U. 2018. Kepadatan dan Keragaman Spora Fungi Mikoriza Arbuskula pada Daerah Perakaran Beberapa Tanaman Pangan di Lahan Pertanian Desa Sidera. *Jurnal Agroland*. 25(1): 64-73.