Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) *Gigaspora* sp. sebagai Pupuk Hayati pada Pembibitan Mete (*Anacardium occidentale* L.)

Arbuscular Mycorrhizal Fungi (CMA) Gigaspora sp. as Biofertilizer in Cashew (*Anacardium occidentale* L.) Nurseries

Meitini Wahyuni Proborini¹, Ida Bagus Gede Darmayasa¹, Deny Suhernawan Yusup¹, Job Nico Subagio¹

¹Program Studi Biologi FMIPA Universitas Udayana Bali

Proborini MW, Darmayasa IBG, Yusup DS, Subagio J. 2020 - Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) *Gigaspora* sp. sebagai pupuk hayati pada pembibitan mete (*Anacardium occidentale* L.). Jurnal Mikologi Indonesia 4(2), 193-200. doi:10.46638/jmi.v4i2.97

Abstrak

Cendawan yang mampu bersimbiosis dengan akar tanaman membentuk simbiosis mutualisme adalah Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA). Salah satu jenis CMA yang dapat digunakan untuk pupuk hayati adalah *Gigaspora* sp. yang dapat diinokulasikan sebagai pupuk untuk meningkatkan pertumbuhan benih jambu mete (*Anacardium occidentale* L.). Penelitian tentang peran *Gigaspora* sp. indigenus Bali hasil propagasi diberikan dalam bentuk spora dan propagul telah dilakukan di Rumah kaca. Perlakuan inokulum yang di coba adalah empat kombinasi propagul dan spora *Gigaspora* sp. dan satu sebagai kontrol (tanpa *Gigaspora* sp. maupun propagul). Jumlah spora *Gigaspora* sp. yang diinokulasikan adalah 150 spora dan jumlah propagul CMA adalah 0 (tanpa propagul *Gigaspora* sp.), 12,5; 25, dan 37,5 gram. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Acak Lengkap (RAL) dengan 5 ulangan sehingga diperoleh 25 unit percobaan. Masing-masing unit percobaan terdiri dari 3 polibeg sebagai subunit sehingga total unit percobaan adalah $(5 \times 5 \times 3) = 75$ polibeg. Paramater yang diamati meliputi jumlah daun, tinggi tanaman, berat kering brangkas, berat kering akar, kolonisasi CMA pada perakaran, dan serapan P pada jaringan tanaman. Penelitian dilakukan di laboratorium dan di rumah kaca sampai tanaman mete berumur 90 hari (3 bulan). Hasil penelitian menunjukkan bahwa inokulasi spora *Gigaspora* sp. dan campuran propagul 12,5; 25 dan 37,5 gram menghasilkan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0.05$) dibanding kontrol terhadap pertumbuhan benih jambu mete (tinggi tanaman dan jumlah daun), berat kering, dan serapan P pada jaringan tanaman. Persentase kolonisasi hifa *Gigaspora* sp. berkisar antara 58,17 sampai 77,81 persen. Jadi pemberian spora *Gigaspora* sp. dan campuran propagul mampu meningkatkan pertumbuhan, serapan hara dan kolonisasi pada benih jambu mete.

Kata kunci – Bali – indigenus – jamur – kawasan kering – propagul – spora

Abstract

The fungus associated with plant roots to form a symbiotic mutualism is the Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF). One of the AMF roles can be implemented as biological fertilizer such as *Gigaspora* sp. The *Gigaspora* sp. can increase the germination and growth of cashew (*Anacardium occidentale* L.) seeds. The *Gigaspora* sp. can increase the germination and growth of cashew (*Anacardium*

occidentale L.) seeds. Research on the role of *Gigaspora* sp. indigenous to Bali in spores and propagules has been carried out in the greenhouse. The inoculum treatments of four combinations of propagules and *Gigaspora* sp. spores were tested, and one without treatment was used as a control (without *Gigaspora* sp. or propagules). The number of *Gigaspora* spores inoculated was 150, and the number of AMF propagules was 0 (without *Gigaspora* sp. propagules), 12.5; 25 and 37.5 grams. The experimental design used was completely randomized (CRD) with 5 replications to obtain 25 experimental units. Each experimental unit consists of 3 polybags as subunits so that the total experimental unit is $(5 \times 5 \times 3) = 75$ polybags. Parameters observed included the number of leaves, plant height, plant dry weight, root dry weight, AMF colonization, and P uptake in plant tissue. The research was conducted in the laboratory and greenhouses until the cashew plant was 90 days (3 months) old. The results showed that the inoculation of *Gigaspora* sp. spores and a mixture of propagules of 12.5, 25, and 37.5 grams produced significantly different effects ($P < 5\%$) compared to the control on the growth of cashew seeds (plant height and the number of leaves), dry weight, and uptake of P in plant tissue. The colonization percentage of *Gigaspora* hyphae ranged from 58.17 to 77.81 percent. So the spores of *Gigaspora* and the propagule mixture can increase growth, nutrient uptake, and cashew seeds colonization.

Keywords – Bali – dried areas – fungi – indigenous – propagules – spores

Pendahuluan

Tanaman jambu mete (*Anacardium occidentale* L.) merupakan salah satu tanaman perkebunan yang banyak dikembangkan oleh para petani di kawasan kering yang tidak subur ataupun daerah subur di kawasan Bali. Tanaman jambu mete yang tumbuh di daerah kering mengalami kekurangan air bahkan hampir tidak memperoleh air terutama pada saat musim kemarau (Proborini, 2011). Salah satu cara adaptasi tanaman yang hidup di lahan kering adalah berasosiasi dengan Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) karena simbiosis akar tanaman dengan CMA dapat meningkatkan kemampuan tanaman untuk tumbuh dan bertahan pada kondisi yang kurang air sehingga dapat memperbaiki dan meningkatkan kapasitas serapan air (Proborini & Darmayasa, 2012). Simbiosis tersebut bermanfaat bagi keduanya karena jamur memperoleh karbohidrat dalam bentuk gula sederhana (glukosa), sebaliknya jamur melalui hifa (miselia) yang terdistribusi didalam tanah dapat menyalurkan air, mineral dan hara tanah untuk membantu aktifitas metabolisme tumbuhan (Brundrett *et al.*, 2008; Smith *et al.*, 2010).

Menurut Proborini dkk. (2013) cendawan mikoriza arbuskula (CMA) mampu hidup pada sebagian besar ekosistem alam baik tanaman hutan, perkebunan dan pertanian yang memiliki peranan penting dalam pertumbuhan, kesehatan dan produktivitas tanaman. Hal ini disebabkan karena CMA sangat membantu dalam absorpsi unsur P, N dan K, terutama pada tanah di kawasan marginal yang miskin akan hara atau 'nutrient' (Smith *et al.*, 2010). *Gigaspora* merupakan salah satu genus CMA selain *Glomus*, *Acaulospora*, *Scutellospora* yang banyak tersebar di rizosfer tanaman jambu mete di kawasan perkebunan jambu mete di Kabupaten Karang Asem, Bali (Proborini dkk., 2013). Menurut Proborini & Yusup (2017) germinasi spora dari genus *Gigaspora* dapat berkembang biak dan tumbuh menjadi hifa yang mampu mengkolonisasi korteks akar tanaman inang yang kompatibel sedangkan cabang hifa yang lain seringkali tersebar dalam tanah atau membentuk klamidospora sebagai salah satu adaptasi.

Pemanfaatan CMA dapat dikembangkan sebagai pupuk hayati karena meskipun jamur ini bergantung pada inangnya namun dengan simbiosis mutualisme antara jamur dan tanaman inang dapat meningkatkan pertumbuhan, kualitas dan produktivitas tanaman terutama untuk tanaman yang tumbuh pada daerah marginal baik untuk jenis tanaman semusim atau perenial

(Proborini dkk., 2013). Salah satu aplikasi penggunaan spora CMA dapat digunakan untuk mempercepat pembibitan tanaman perenial, seperti tanaman jambu mete karena perakaran tanaman ini dapat terkolonisasi dengan beberapa jenis CMA seperti *Glomus*, *Gigaspora*, dan *Acaulospora* (Proborini, 2011).

Petani jambu mete di kawasan perkebunan Karang Asem seringkali menghadapi kendala pada pembibitan jambu mete yaitu rendahnya persentase kemampuan hidup benihnya. Hal ini disebabkan sistem perakaran pada benih mete teramati sangat pendek sehingga menyulitkan bibit mete untuk memperoleh air, mineral dan hara terutama jika benih tersebut tumbuh pada kawasan marginal yang miskin hara (Proborini, 2011). Selanjutnya Proborini & Yusup (2017) menyatakan bahwa terdapat keunikan jenis-jenis CMA yaitu kemampuannya untuk dapat berasosiasi dengan tanaman-tanaman yang tumbuh dan hidup di daerah kering/marginal. Penelitian bertujuan untuk melihat kemampuan spora dan propagul *Gigaspora* sp. pada pembibitan mete skala rumah kaca karena penggunaan spora dan atau campuran propagul CMA sebagai pupuk hayati belum banyak dilakukan sehingga penelitian ini diaplikasikan untuk menguji kemampuan spora *Gigaspora* sp. sebagai spora tunggal atau campuran propagul untuk mempercepat pertumbuhan pembibitan mete.

Metoda Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama tiga bulan (10 Mei sampai 10 Agustus 2012) di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Udayana (UNUD) serta Laboratorium Mikologi Program Studi Biologi FMIPA-UNUD. Biji jambu mete (diperoleh dari petani jambu mete) di Desa Sukadana, Kecamatan Kubu, Kabupaten Karangasem, Bali serta inokulum CMA *Gigaspora* sp. yang digunakan adalah hasil eksplorasi dari tanah perkebunan jambu mete dari lokasi yang sama, kemudian dipropagasi di rumah kaca. Media tanam pada polibeg (volume 2 kg tanah steril) diambil dari tanah perkebunan jambu mete dari lokasi yang sama seperti di atas yang disterilkan menggunakan drum pada suhu 100°C selama tiga jam.

Perlakuan inokulum yang dicoba adalah kontrol (tanpa pemberian apapun) dan empat kombinasi propagul (potongan akar tanaman inang) dan spora *Gigaspora* sp. Jumlah spora yang digunakan adalah 150 butir dan propagul CMA adalah 0 (tanpa propagul, spora saja) kemudian 12,5; 25; dan 37,5 gram propagul (potongan akar tanaman inang). Adapun perlakuannya sebagai berikut: a). spora *Gigaspora* saja (Gi-0). b). spora *Gigaspora* + 12,5 gram propagul (Gi-12,5). c). spora *Gigaspora* + 25 gram propagul (Gi-25) dan d). spora *Gigaspora* + 37,5 gram propagul. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 ulangan. Masing-masing unit percobaan terdiri dari 3 polibeg sehingga total unit percobaan adalah 75 polibeg.

Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan penyiraman setiap dua hari sekali, pembersihan gulma, dan pengendalian serangga pengganggu secara manual sampai dengan umur tanaman 90 hari. Parameter yang diamati adalah: pertumbuhan tanaman yaitu jumlah daun dan tinggi tanaman, pada 30, 45, 60, 75 dan 90 hari setelah tanam (HST); pada 90 HST diamati berat kering bagian tanaman, berat kering total, serapan P dan persentase kolonisasi *Gigaspora* sp. pada akar. Bagian tanaman (akar, batang dan daun) masing-masing dikeringkan dalam oven bersuhu 60°C sampai diperoleh bobot konstan (± 4 hari). Analisis hara P pada jaringan tanaman dilaksanakan di Laboratorium Analitik UNUD. Metode yang digunakan adalah metode *vanadomolybdate-yellow*. Pengamatan persentase kolonisasi CMA pada akar tanaman menggunakan metode Kormanik & McGraw (1982) dengan cara akar dicuci dengan air mengalir, lalu dipotong-potong sepanjang satu cm, diproses untuk 'clearing' dengan KOH 10%, pengasaman akar bersih dengan HCl 1% dan kemudian diwarnai dengan Trypan-blue. Pengamatan dilakukan terhadap 30 potong akar dengan mikroskop cahaya perbesaran 100-400 kali.

Hasil

Hasil penelitian terhadap tinggi tanaman pada hari ke 30, 45, 60, 75, dan 90 menunjukkan bahwa pemberian inoculan *Gigaspora* sp. menghasilkan rata-rata tinggi tanaman yang bervariasi pada *Gigaspora* sp. tanpa propagul dan *Gigaspora* sp. dengan penambahan propagul. Uji komparasi antar perlakuan menunjukkan bahwa inokulasi *Gigaspora* sp. tanpa propagul (Gi-0) menghasilkan pengaruh yang paling rendah pertumbuhannya dibandingkan dengan propagul 37,5 gram menghasilkan tinggi tanaman yang tertinggi pertumbuhannya (Grafik 1).

Hasil penelitian terhadap parameter jumlah daun menunjukkan bahwa hari ke 30, 45, 60, 75 dan 90 pemberian inoculan *Gigaspora* sp. menghasilkan rata-rata jumlah daun yang bervariasi pada *Gigaspora* sp. tanpa propagul dan *Gigaspora* sp. dengan penambahan propagul (Grafik 2).

Grafik 1. Tinggi tanaman jambu mete pada 30–90 HST dengan inokulasi spora *Gigaspora* sp. dan variasi propagul.

Grafik 2. Jumlah daun tanaman jambu mete pada 30–90 HST dengan penambahan *Gigaspora* sp. dan variasi jumlah propagul.

Pengaruh pemberian inoculan *Gigaspora* sp. terhadap berat kering total, berat kering brangskasan dan serapan P menunjukkan bahwa berat kering total, berat kering brangskasan dan serapan P pada kontrol lebih kecil jika dibandingkan dengan semua perlakuan. Inokulasi spora *Gigaspora* sp. pada bibit mete menyebabkan kolonisasi jamur pada akar mete dengan membentuk hifa internal dan arbuskula (Tabel 1).

Tabel 1. Serapan P, persentase kolonisasi, berat kering total dan berat kering brangkasan

Perlakuan	Berat kering total tanaman (g)	Berat kering brangkasan (g)	Serapan P (g/kg bk)	% Kolonisasi
Kontrol	5.81	4.31	4.65	1.05
Gi-0 propagul	6.72	4.48	6.18	58.17
Gi-12,5 propagul	7.27	5.67	6.31	65.18
Gi-25 propagul	7.94	5.97	6.14	67.22
Gi-37,5 propagul	8.59	5.47	6.66	77.81

Pembahasan

Inokulasi spora CMA *Gigaspora* sp. dengan penambahan propagul menghasilkan pertumbuhan (tinggi tanaman dan jumlah daun) yang lebih baik dibandingkan pemberian *Gigaspora* sp. sebagai spora tunggal saja. Hal ini menunjukkan bahwa selain peran spora ternyata penambahan propagul yang merupakan potongan kecil dari akar tanaman inang jagung (*Zea mays* L.) dalam proses propagasi spora CMA terbukti mampu menghasilkan hifa dan spora dari CMA sehingga akan secara sinergis bersama-sama dengan spora *Gigaspora* sp. dalam mempercepat pertumbuhan dan jumlah daun benih mete. Hal ini sejalan dengan pernyataan Guntoro dkk. (2006) yang menyatakan bahwa CMA berperan membantu tanaman dalam penyerapan unsur hara makro seperti N, P, K dan Mg, Fe, Ca, S dan secara sinergis meningkatkan kemampuan penyerapan unsur hara tersebut sehingga akan meningkatkan jumlah daun dan tinggi tanaman. Hasil penelitian ini juga sesuai dengan penelitian Maryeni & Hervani (2008) yang dilakukan pada tanaman selasih (*Ocimum sanctum* L.) bahwa pemberian CMA terbukti meningkatkan kemampuan tanaman untuk melakukan fotosintesis karena adanya CMA dapat membantu tanaman inangnya dalam menyerap hara mineral dari dalam tanah sehingga tanaman akan tumbuh optimal dan secara otomatis dapat meningkatkan jumlah klorofil pada daun. Hal yang senada ini juga dikemukakan oleh Hameeda et al. (2007), Chalimah dkk. (2007) dan Smith et al. (2010) bahwa pemberian spora dan propagul CMA akan meningkatkan laju fotosintesis tanaman sehingga berpengaruh terhadap meningkatnya pertumbuhan tanaman (tinggi tanaman dan jumlah daun) dan serapan P pada jaringan akar bahkan jaringan pengangkut.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian atau perlakuan *Gigaspora* sp. sebagai spora tunggal menunjukkan bahwa pertumbuhan benih jambu mete lebih lambat dibandingkan pemberian campuran spora dan propagul (Grafik 1, 2 dan Tabel 1). Menurut Proborini (2011) germinasi spora dari spesies *Gigaspora* sp. lebih lambat dibanding dibandingkan dengan spora *Glomus* sp. dan *Acaulospora* sp. sehingga penggunaan propagul dari *Gigaspora* sp. akan sangat membantu pada kecepatan pertumbuhan benih atau tanaman inangnya. Selanjutnya hasil penelitian Proborini & Darmayasa (2012) membuktikan bahwa propagul-propagul yang dihasilkan pada proses perbanyakan spora CMA jika digunakan sebagai pupuk hayati akan menghasilkan pertumbuhan benih tanaman mete yang lebih baik karena propagul-propagul tersebut lebih cepat melakukan ekspansi hifa baik eksternal maupun internal pada inangnya sehingga kemampuan germinasi *Gigaspora* yang relatif lambat akan terbantu dengan hifa-hifa yang terdapat di dalam. Semakin tinggi persentase infeksi menggambarkan bahwa semakin banyak spora atau propagul dari CMA mampu menginfeksi akar tanaman inangnya (Musfal, 2010). Selain meningkatkan penyerapan unsur hara dan air dari dalam tanah, hasil penelitian Maryeni & Hervani (2008) terbukti bahwa CMA juga dapat membantu tanaman meningkatkan dan menghasilkan hormon pertumbuhan tanaman seperti Auxin dan Giberellin. Pernyataan dari Maryeni & Hervani (2008) ini sejalan dengan hasil penelitian ini bahwa adanya kandungan hormon pertumbuhan pada CMA menghasilkan tinggi benih jambu mete pada kontrol (tanpa perlakuan CMA) lebih pendek dibanding dengan perlakuan (spora *Gigaspora* sp. dan penambahan propagul) dan benih

jambu mete yang tertinggi adalah pada perlakuan *Gigaspora* sp. + propagul 37,5 gram (Grafik 1).

Hasil penelitian ini juga dapat membuktikan pendapat dari Smith et al. (2010) yang menyatakan bahwa simbiosis CMA dengan akar tanaman dapat meningkatkan absorpsi nutrisi seperti P, N, K, Cu, Mo, Zn pada tanaman. Jenis-jenis CMA membutuhkan inang untuk mengabsorpsi gula, sehingga dengan adanya kolonisasi tanaman dengan mikoriza, hifa eksternal mikoriza dapat membantu akar tanaman dalam absorpsi unsur hara didalam tanah dan selanjutnya dalam korteks akar hifa mikoriza akan membentuk arbuskula. Smith & Read (2008) menyatakan bahwa struktur arbuskula merupakan tempat terjadinya transfer nutrisi dua arah antara cendawan dengan inang. Selain itu, pada akar tanaman yang terkolonisasi mikoriza meningkatkan aktivitas enzim fosfatase yang membantu mengkatalis hidrolisis kompleks fosfor yang tidak larut dalam tanah (Widiastuti, 2002).

Persentase kolonisasi akar mete yang diinokulasi CMA lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol (tanpa inokulasi). Rendahnya kolonisasi pada kontrol dikarenakan media tanam telah disterilisasi terlebih dahulu sehingga dapat mematikan spora CMA yang ada di alam. Hasil ini juga membuktikan bahwa tanaman mete di kawasan penelitian yang tergolong salah satu kawasan kering di Pulau Bali melakukan interaksi dengan CMA untuk meningkatkan kemampuan hidup tanaman karena CMA membantu tanaman dalam meningkatkan penyerapan unsur hara. Hal ini sesuai dengan penelitian Guntoro dkk. (2006) bahwa CMA selain dapat membantu tanaman inang dalam serapan hara dan air juga berperan meningkatkan toleransi tanaman terhadap kekeringan dan suhu tanah yang tinggi. Hal ini karena tanaman yang bersimbiosis dengan CMA, hifa-hifa CMA internal yang tersebar di korteks perakaran maupun hifa CMA eksternal yang tersebar diluar perakaran tanaman inang mampu menyimpan air tanah sehingga tanaman dapat terlindungi dari kekeringan.

Hifa eksternal mikoriza mampu menjelajah sejumlah besar volume tanah serta memperbaiki difusi P anorganik yang biasanya sangat lambat di tanah jika tidak ada mikoriza (Smith & Read, 2008). Hifa eksternal mikoriza mampu menghasilkan asam organik yang dapat melarutkan P dari bentuk yang tidak tersedia (P-Al, P-Fe, dan P-Ca) menjadi tersedia, dapat melarutkan dan menyerap P yang terjebak dalam struktur tanah (Smith et al., 2010). Hifa eksternal CMA membantu penyerapan P dari dalam tanah dan mengubahnya menjadi senyawa polifosfat. Senyawa polifosfat kemudian dipindahkan ke dalam hifa internal dan arbuskula, di dalam arbuskula dipecah menjadi fosfat organik yang kemudian dilepaskan ke sel tanaman inang. Peningkatan penyerapan P salah satunya akan meningkatkan ATP (Simanungkalit, 2003), yang berguna sebagai energi untuk berbagai aktifitas biologis tanaman yang sangat diperlukan untuk pertumbuhan tanaman.

Pemberian spora *Gigaspora* sp. baik sebagai spora tunggal maupun campuran propagul secara nyata meningkatkan serapan P pada bibit mete. Kolonisasi CMA pada akar tanaman membuktikan adanya simbiosis antara tanaman inang dengan CMA. Hal ini sejalan dengan pernyataan Douds et al. (2010) bahwa asosiasi antara CMA dan tanaman inangnya dapat meningkatkan penyerapan P oleh tanaman sedangkan CMA membantu dalam merombak senyawa fosfat di dalam tanah yang akan diubah menjadi P berbentuk ion sehingga tanaman dengan mudah memanfaatkannya untuk pertumbuhan dan perkembangannya.

Pemberian spora dan propagul *Gigaspora* sp. mempengaruhi kenaikan bobot akar mete secara nyata (Tabel 2). Hasil ini relevan dengan laju pertumbuhan pada tanaman bibit mete yang diberi inokulan lebih baik dibandingkan dengan tanpa inokulan (kontrol) yaitu akan meningkatkan berat kering melalui peningkatan berat brangkas atau berat total dibandingkan dengan kontrol. Rosliani dkk. (2006) mendapatkan bahwa inokulasi CMA sebagai suplemen campuran pupuk hayati dapat meningkatkan bobot kering tanaman

mentimun (*Cucumis sativus* L.) jika dibandingkan tanaman mentimun yang hanya diberi pupuk fosfat saja dengan dosis yang sama.

Berdasarkan hasil dapat disimpulkan bahwa *Gigaspora* sp. dalam bentuk spora tunggal maupun campuran dengan propagulnya dapat meningkatkan pertumbuhan bibit mete (*Anacardium occidentale* L.) dan jika dicampurkan dengan propagulnya lebih efektif digunakan untuk pembibitan mete dibanding pemberian *Gigaspora* sp. sebagai spora tunggal.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia dan LP2M Universitas Udayana Bali (Dana Hibah Udayana 2012) dengan nomer kontrak 21.19/UN14/KU.03.04/2012 TANGGAL: 16 MEI 2012 yang telah memberikan dana dan fasilitas untuk melaksanakan penelitian ini.

Pustaka

- Brundrett, M., Bougher, N., Dell, B. Grove, T. & Malajczuk, N. (2008). *Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture*. ACIAR Monograph 32. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra.
- Chalimah, S., Muhadiono, Aznam, L., Haran, S. & Toruan-Mathius, N. (2007). Perbanyakan *Gigaspora* sp. dan *Acaulospora* sp. dengan kultur pot di rumah kaca. *Biodiversitas*, 7(4), 12-19.
- Douds, Jr. D. D., Nagahashi, G. & Hepperly, P. R. (2010). On-farm production of inoculum of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi and assessment of diluent of compost for inoculum production. *Bioresource Technology*, 10(1), 2326-2330.
- Guntoro, D., Chozin, M. A., Tjahjono, B. & Mansur, I. (2006). Pemanfaatan cendawan mikoriza arbuskula dan bakteri *Azospirillum* sp. untuk meningkatkan efisiensi pemupukan pada turfgrass. *Bull. Agron.*, 34(1), 62-70.
- Hameeda, B., Harini, G., Rupela, O. P. & Reddy, G. (2007). Effect of composts or vermicomposts on sorghum growth and mycorrhizal colonization. *African Journal of Biotechnology*, 6(1), 9-12.
- Kormanik, P. P. & McGraw, A. C. (1982). Quantification of vesicular-arbuscular mycorrhizae in plant roots. Dalam: N.C. Schenck (Ed). *Methods and Principles of Mycorrhizal Research*. The American Phytopathological Society, St. Paul.
- Maryeni, R. & Hervani, D. (2008). Pengaruh jamur mikoriza arbuskula terhadap pertumbuhan tanaman selasih (*Ocimum sanctum* L.). *Jurnal Akta Agrosia*, 11(1), 7-12.
- Musfal. (2010). Potensi cendawan mikoriza arbuskula untuk meningkatkan hasil tanaman jagung. *Jurnal Litbang Pertanian*, 29(4), 154-158.
- Proborini, M.W. (2011). *Eksplorasi jenis-jenis endomikoriza indigenus pada lahan kering di Bali dan pemanfaatannya pada pembibitan mete (Anacardium occidentale L.)*. Laporan Hibah Doktor Dikti.
- Proborini, M.W. & Darmayasa, I.B. (2012). *Eksplorasi jenis-jenis endomikoriza indigenus pada lahan kering di Bali dan pemanfaatannya pada pembibitan mete (Anacardium occidentale L.)*. Laporan Hibah Unud. Dana DIPA Universitas Udayana No.079-042 01/20/2011 Bali.
- Proborini, M.W., Sudana, M., Suarna, W. & Ristiati, N.P. (2013). Indigenous vesicular arbuscular mycorrhiza (VAM) fungi in cashew nut (*Anacardium occidentale* L.) plantation of North East-Bali Island–Indonesia. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 3(3), 114–121.
- Proborini, M.W. & Yusup, D.S. (2017). Study on the distribution of endomycorrhizal fungi in some species root-plants in Bali. *Online Journal of Biological Science*, 17(4), 415–419.

- Rosliani, R., Hilman, Y. & Sumarni, N. (2006). Pemupukan fosfat alam, pupuk kandang domba dan inokulasi cendawan mikoriza arbuskula terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman mentimun pada tanah masam. *Jurnal Hortikultura*, 16(1), 21–30.
- Simanungkalit, R. D. M. (2003). *Teknologi jamur mikoriza arbuskuler: Produksi inokulan dan pengawasan mutunya*. Program dan Abstrak Seminar dan Pameran: Teknologi Produksi dan Pemanfaatan Inokulan Endo-Ektomikoriza untuk Pertanian, Perkebunan, dan Kehutanan. pp 11.
- Smith, S. E. & Read, D. J. (2008). *Mycorrhizal Symbiosis*. 3rd Ed. Academic Press, San Diego, CA.
- Smith, S.E., Facelli, E., Pope, S. & Smith, F.A. (2010). Plant performance in stressfull environment: interpreting new and established knowledge of the roles of arbuscular mycorrizhas. *Plant Soil*, 326, 3–20.
- 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. *Menara Perkebunan*, 70(2), 50–57.