

UJI KEMAMPUAN SPORA CENDAWAN MIKORIZA ARBUSKULA (CMA) LOKAL BALI PADA PERTUMBUHAN TANAMAN KEDELAI (*Glycine max L.*)

EXPERIMENT CAPABILITY SPORES OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI (AMF) INDIGENOUS BALI ON SOYBEAN (*Glycine max L.*)

Risha Masfufah*, Meitini W. Proborini, Retno Kawuri

Jurusan Biologi Fakultas MIPA, Universitas Udayana, Bukit Jimbaran - Bali

*Email: rishanasfufah@gmail.com

INTISARI

Kebutuhan kedelai di Indonesia setiap tahun meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk, sehingga diperlukan impor kedelai. Di Indonesia kedelai ditanam di sawah dan tegalan (lahan kering) yang berpotensi mengalami keterbatasan air, dimana kekurangan air dapat menurunkan hasil produksi kedelai. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan beberapa alternatif untuk dapat meningkatkan hasil produktivitas kedelai, salah satunya dengan mengaplikasikan cendawan mikoriza arbuskula (CMA). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui dosis isolat CMA untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai. Percobaan dilaksanakan selama 2 bulan di Rumah Kaca Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 perlakuan, yaitu tanpa inokulasi/kontrol negatif (M0), 50 spora CMA (M1), 100 spora CMA (M2), 150 spora CMA (M3), dan pupuk ZA/kontrol positif (M4). Hasil penelitian menunjukkan bahwa inokulasi spora cendawan mikoriza arbuskula (CMA) lokal Bali pada tanaman kedelai (*Glycine max L.*) menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0,05$) pada jumlah daun, panjang daun, bobot basah akar, dan persentase kolonisasi mikoriza pada akar kedelai. Parameter tinggi tanaman, lebar daun, bobot basah tanaman, dan bobot kering tanaman menunjukkan pengaruh yang berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) pada uji ANOVA taraf 5%. Dosis 50 butir spora CMA (M1) merupakan dosis inokulan yang mampu untuk meningkatkan jumlah daun, panjang daun, bobot basah akar, dan persentase kolonisasi mikoriza pada akar kedelai.

Kata Kunci : cendawan mikoriza arbuskula, dosis mikoriza, kedelai

ABSTRACT

Necessity of soybean in Indonesia increase every year along with population growth. The government need to import the soybeans from abroad. Soybean in Indonesia are generally planted in ricefield and upland (dryland) which have potential of deficiency water. Water deficiency can caused the reduction of soybean production. Therefore some alternatives are needed to increase the yield of soybean productivity, one of them is applying arbuscular mycorrhizal fungi (AMF). The aim of this research was to know the dosage of isolates AMF to increase the growth of soybean. The experiments conducted over 2 months at Agriculture Faculty's Greenhouse, Udayana University. The research use Completely Randomized Design which consists of 5 treatments, which are : without inoculation/negative control (M0), 50 spores AMF (M1), 100 spores AMF (M2), 150 spores AMF (M3), and ZA/positive control (M4). The results showed that, the inoculation of spores AMF Bali indigenus were significantly different ($P < 0,05$) on the number of leaves, leaf length, root fresh weight, and percentage of root colonization. The parameter of plant height, leaf width, plant fresh weight, and plant dry weight are no significant different ($P > 0,05$) based on analysis of variance (ANOVA) level 5%. Doses 50 spores AMF (M1) is the dose of inoculants has been able to increase number of leaves, leaf length, root fresh weight, and percentage of root colonization.

Keywords : fungi mycorrhizal arbuscular, mycorrhiza doses, soybean.

PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max L.*) merupakan salah satu komoditas tanaman pangan yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan sangat dibutuhkan sebagai tanaman sumber protein nabati, lemak, vitamin dan mineral yang harganya terjangkau (Suprpto, 1997). Kedelai memiliki kandungan gizi yang tinggi, terutama protein (40%), lemak (20%), dan karbohidrat (35%) (Hisna, 2012). Menurut data Badan Pusat Statistik Nasional (2014), produksi kedelai sejak tahun 2000 – 2013 terus mengalami penurunan, produksi kedelai pada tahun 2012 sebesar 843,15 ribu ton atau mengalami penurunan 8,13 ribu ton (0,96%) dibandingkan tahun 2011. Tahun 2013 produksi kedelai sebesar 779,99 ribu ton atau mengalami penurunan 63,16 ribu ton (7,49%) dibandingkan tahun 2012 dikarenakan musim kemarau yang panjang.

Kedelai di Indonesia ditanam di sawah dan tegalan (lahan kering) yang berpotensi mengalami keterbatasan air. Kekurangan air dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan kedelai, sehingga menurunkan hasil produksi. Salah satu upaya untuk mengatasi terhambatnya pertumbuhan karena cekaman kekeringan adalah dengan mengaplikasikan cendawan mikoriza arbuskula (CMA) pada tanaman kedelai (Rungkat, 2009).

Cendawan mikoriza arbuskula (CMA) merupakan salah satu cendawan obligat dan tidak bersifat parasit pada inangnya (Brundrett *et al.*, 2008). Manfaat cendawan mikoriza bagi perkembangan tanaman yang menjadi inangnya, antara lain yaitu meningkatkan kemampuan tanaman mengabsorpsi air dan unsur hara dari dalam tanah, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan patogen akar dan kekeringan, serta meningkatkan hormon pemacu tumbuh (Prihastuti, 2007 ; Sutanto, 2002).

Beberapa jenis mikoriza yang sering berperan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman yaitu *Glomus*, *Gigaspora*, *Scutelospora*, *Acaulospora*, dan *Entrophospora* (Musfal, 2010).

Hasil penelitian Rahmadhani (2007), menyebutkan bahwa inokulasi mikoriza jenis *Glomus manihotis* dapat meningkatkan bobot polong berisi, bobot polong keseluruhan, dan bobot biji kedelai. Menurut Jannah (2011), inokulasi fungi mikoriza arbuskula pada tanaman kedelai akan memberikan respon yang menguntungkan, dimana akan terbentuk jalinan hifa-hifa mikoriza, sehingga dapat memperluas bidang serapan air dan unsur hara di dalam tanah. Proborini (2011), melaporkan bahwa pemanfaatan cendawan mikoriza lokal Bali mampu meningkatkan pertumbuhan bibit mente. Suratniasih (2015) juga melaporkan bahwa terdapat potensi endomikoriza di areal tanaman jati Bukit, Jimbaran, Bali dimana ditemukan 7 isolat endomikoriza lokal Bali yang berbeda. Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian tentang uji kemampuan spora cendawan mikoriza arbuskula (CMA) lokal Bali pada pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max L.*).

MATERI DAN METODE

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 dosis perlakuan yaitu : tanpa inokulasi CMA/kontrol negatif (M0), inokulasi 50 spora CMA (M1), 100 spora CMA (M2), 150 spora CMA (M3), dan pupuk ZA/kontrol positif 5 g/polybag (M4). Jumlah total polybag tanaman uji adalah 75 polybag (5 perlakuan x 5 ulangan x 3 polybag).

Isolasi spora CMA

Spora mikoriza yang digunakan merupakan hasil perbanyakan spora mikoriza lokal Bali koleksi

Laboratorium Mikologi, Jurusan Biologi F.MIPA Universitas Udayana. Isolasi spora dilakukan menggunakan Metode Penyaringan Basah (Brundrett *et al.*, 1996). Sebanyak 250 g tanah direndam dalam 1 liter air, diaduk dan dibiarkan selama 10 menit. Supernatan dituang dalam saringan bertingkat dengan ukuran pori saringan (200 µm, 100 µm, 63 µm dan 45 µm). Supernatan dicuci di bawah air mengalir. Hasil penyaringan (saringan 63 µm dan 45 µm) dituangkan pada cawan petri. Spora dengan 3 genera yang sama, yaitu *Glomus*, *Acaulospora*, dan *Gigaspora* dikumpulkan pada botol kaca yang berisi aquadest steril, disimpan pada refrigerator (suhu 5⁰ C) untuk persiapan pembibitan kedelai di *Green house*.

Persentase kolonisasi mikoriza pada akar tanaman kedelai

Persentase kolonisasi mikoriza dihitung dengan menggunakan prosedur Kormanik dan Mc.Graw (1982) dengan modifikasi. Sampel akar diproses dengan tahapan

$$\% \text{ Kolonisasi mikoriza pada akar} = \frac{\sum \text{Bidang pandang tanda (+)}}{\sum \text{Bidang pandang keseluruhan}} \times 100\%$$

Tabel 1. Kriteria Kolonisasi Akar (Setiadi *et al.*, 1992)

Kelas	Kriteria
1	0-5 % (sangat rendah)
2	6-26 % (rendah)
3	26-50 % (sedang)
4	51-75 % (tinggi)
5	76-100 % (sangat tinggi)

Persiapan media tanam

Tanah yang digunakan adalah tanah lempung berpasir yang berasal dari daerah Sukadana-Karangasem. Tanah dicampur dengan pasir halus dengan perbandingan 1 : 1. Tanah disterilkan dengan cara dijemur (solarisasi) di bawah sinar matahari di dalam *greenhouse* dan setiap hari dibolak-balik (Wangiyana *et al.*, 2011). Tanah ini kemudian dimasukkan ke dalam polybag ukuran 20 x 25 cm dengan masing-masing polybag berisi 2 kg tanah

Penanaman biji dan Inokulasi

Tanah dilubangi sedalam 5 cm untuk meletakkan spora CMA. Selanjutnya biji kedelai diletakkan pada bagian atasnya sebanyak 3 biji dan ditutup dengan tanah. Tanaman kedelai disiram setiap pagi hari sebanyak volume air kapasitas lapang. Setelah biji kedelai tumbuh, dilakukan penjarangan dan disisakan 1 tanaman pada setiap polybag. Tanaman tidak disemprot dengan pestisida, agar tidak mempengaruhi kemampuan mikoriza dalam menginfeksi tanaman. Tanaman dipelihara hingga umur 2 bulan, setelah itu tanaman dipanen.

clearing, *staining* dan *destaining*. *Clearing* dilakukan dengan memotong akar kedelai sepanjang 2 cm. Direndam dalam larutan KOH 10% selama 24 jam, dibilas dengan air mengalir, kemudian direndam dalam larutan HCl 1% selama 5-10 menit. Proses *staining* dilakukan dengan merendam akar dalam larutan *staining* ditambah *trypan blue* 0,05% selama 24 jam. Setelah itu dimasukkan ke dalam larutan *destaining*. Kolonisasi akar oleh CMA dihitung dengan metode *slide* (Giovannetti dan Mosse, 1980). Diambil secara acak 10 potongan akar yang telah diwarnai dan disusun di atas kaca preparat. Bidang pandang yang menunjukkan tanda-tanda kolonisasi (hifa, vesikel atau arbuskula) diberi tanda (+), sedangkan yang tidak menunjukkan tanda kolonisasi diberi tanda (-). Persentase kolonisasi akar oleh mikoriza dihitung menggunakan rumus sebagai berikut dan dilihat pada Tabel 1.

Variabel yang diamati

Variabel yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, bobot basah tanaman, bobot kering tanaman, bobot basah akar, dan persentase kolonisasi mikoriza pada akar kedelai. Data dianalisis secara statistika dengan menggunakan ANOVA, bila diantara perlakuan terdapat perbedaan nyata dilanjutkan dengan uji Duncan's 5%.

HASIL

Hasil penelitian menunjukkan bahwa inokulasi spora CMA lokal Bali pada tanaman kedelai menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata (P<0,05) pada jumlah daun, panjang daun, bobot basah akar, dan persentase kolonisasi mikoriza pada akar kedelai. Dosis inokulan 50 butir spora CMA (M1) merupakan dosis dengan jumlah daun, panjang daun, bobot basah akar, dan persentase kolonisasi akar tertinggi (Tabel 2). Parameter tinggi tanaman, lebar daun, bobot basah tanaman, dan bobot kering tanaman menunjukkan pengaruh yang berbeda tidak nyata (P>0,05) pada uji analisa varian (ANOVA) taraf 5%.

Tabel 2. Pengaruh Inokulasi CMA pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.)

Perlakuan	Jumlah Daun (helai)	Panjang Daun (cm)	Kolonisasi Akar (%)
M0	14.56 ± 1.29 ^a	4.70 ± 0.42 ^a	38 ± 1.09 ^b
M1	16.63 ± 1.73 ^b	5.11 ± 0.51 ^b	94 ± 0.89 ^c
M2	15.13 ± 0.83 ^{ab}	4.77 ± 0.33 ^a	78 ± 1.09 ^c
M3	14.83 ± 1.78 ^a	4.78 ± 0.32 ^a	90 ± 0.70 ^c
M4	13.55 ± 3.21 ^a	4.74 ± 0.56 ^a	22 ± 1.78 ^a

Keterangan : Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menyatakan berbeda tidak nyata berdasarkan Uji Duncan pada taraf 5%.

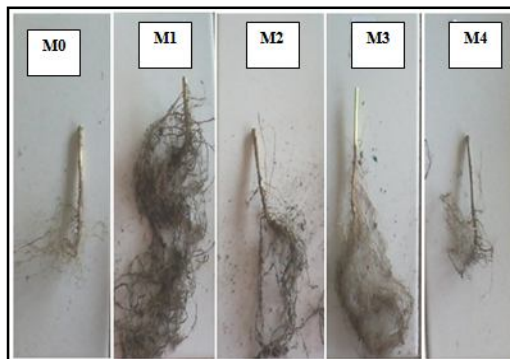
Inokulasi mikoriza menunjukkan pengaruh yang berbeda tidak nyata (P>0,05) terhadap tinggi tanaman kedelai (Tabel 2). Tinggi tanaman kedelai pada kontrol negatif (M0) tidak berbeda nyata dari tinggi tanaman

kedelai yang diinokulasi CMA (M1, M2, dan M3), sedangkan perlakuan pupuk ZA (M4) menghasilkan tanaman dengan tinggi terendah (Gambar 1).

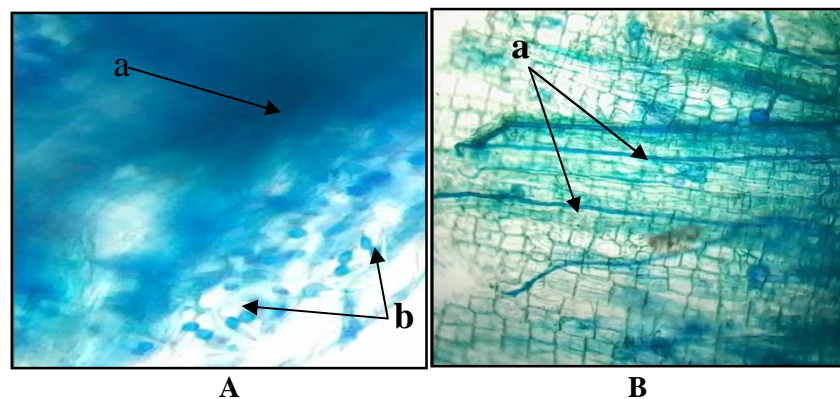


Gambar 1. Foto tanaman kedelai setelah diinokulasi CMA dan tanpa inokulasi (kontrol) pada umur 60 hari.

Keterangan : M0 (Tanpa inokulasi CMA/Kontrol negatif) ; M1 (50 Spora CMA);
M2 (100 Spora CMA) ; M3 (150 Spora CMA) ; M4 (Pupuk ZA/Kontrol positif).



Gambar 2. Foto akar tanaman kedelai yang diinokulasi CMA dan tanpa inokulasi CMA (kontrol)
Keterangan : M0 (Tanpa inokulasi CMA/Kontrol negatif) ; M1 (50 Spora CMA) ;
M2 (100 Spora CMA) ; M3 (150 Spora CMA) ; M4 (Pupuk ZA/Kontrol positif).



Gambar 3. A. Foto akar kedelai yang menunjukkan arbuskula (a) dan vesikel (b).
B. Foto hifa internal (a) mikoriza pada akar tanaman kedelai.
(Diamati di bawah mikroskop Binokuler perbesaran 10 x 10).

Bobot basah akar tanaman menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0,05$) dibandingkan kontrol (Tabel 2). Akar tanaman yang bermikoriza tampak lebih lebat dan banyak dibandingkan pada kontrol (Gambar 2).

Simbiosis mikoriza dengan akar tanaman kedelai ditunjukkan dengan adanya hifa, arbuskula, dan vesikel pada akar tanaman kedelai di bawah mikroskop (Gambar 3).

PEMBAHASAN

Inokulasi cendawan mikoriza arbuskula (CMA) lokal Bali pada tanaman kedelai menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0,05$) pada jumlah daun, panjang daun, bobot basah akar, dan persentase kolonisasi akar (Tabel 2). Hal ini membuktikan bahwa terjadi simbiosis antara mikoriza dengan akar tanaman kedelai. Cendawan mikoriza memproduksi jalinan hifa eksternal secara intensif pada akar tanaman inang, sehingga akar tanaman yang bermikoriza akan lebih optimal dalam mengabsorpsi air, mineral, dan nutrisi dari dalam tanah. Menurut Thamsurakul dan Charoensook (2006), proses pemanjangan hifa eksternal mikoriza berpengaruh terhadap munculnya akar-akar tersier tanaman inang. Semakin banyak akar-akar tersier di dalam tanah, maka absorpsi hara dan mineral dari tanah akan semakin maksimal, sehingga akan meningkatkan proses fotosintesis tanaman inang. Bever *et al.* (1996) ; Proborini (2011) menambahkan bahwa tanaman yang berfotosintesis dengan aktif akan memberikan pengaruh yang positif terhadap penambahan jumlah daun, berat tanaman, berat akar, dan tajuk, sehingga tanaman yang bermikoriza akan memiliki

jumlah daun dan bobot tanaman yang lebih tinggi dibanding tanaman yang tidak diinokulasi mikoriza.

Perlakuan dosis inokulan 50 butir spora CMA (M1) mampu meningkatkan jumlah daun, panjang daun, bobot basah akar, dan persentase kolonisasi akar tanaman kedelai, dibandingkan M2 dan M3. Menurut Novi (2011), infeksi CMA pada suatu tanaman dapat mencapai maksimum jika CMA diinokulasikan sampai batas dosis tertentu. Pemberian dosis mikoriza yang terlalu tinggi dapat menurunkan tingkat infeksinya, karena terjadi persaingan interspesifik diantara inokulan-inokulan CMA dalam memperoleh energi dari tanaman inang.

Inokulasi mikoriza dosis 50–150 spora menunjukkan pengaruh yang berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap tinggi tanaman, lebar daun, bobot basah tanaman, dan bobot kering tanaman. Hasil yang berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) pada tinggi tanaman dan lebar daun diduga disebabkan karena masih terdapatnya kolonisasi mikoriza pada kontrol. Berdasarkan hasil pengamatan, akar tanaman kedelai tanpa inokulasi spora CMA (kontrol negatif dan kontrol positif) menunjukkan adanya kolonisasi berturut-turut sebesar 38% dan 22%, dengan kriteria kolonisasi akar kelas 3 (sedang) dan kelas 2 (rendah) (Tabel 1 dan Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat mikoriza di dalam tanah dan proses sterilisasi yang dilakukan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari (solarisasi) selama 3 hari kurang efektif untuk mensterilisasi tanah. Pada umumnya, sterilisasi tanah dilakukan dengan mengukus tanah pada temperatur 105° C selama 3 jam (Proborini, 2012). Namun menurut Wangiyana *et al.* (2011), sterilisasi tanah dapat dilakukan dengan cara solarisasi (menjemur

tanah di bawah sinar matahari) di dalam rumah kaca dan setiap hari dibolak-balik selama 7 hari.

Proborini (2011) melaporkan bahwa meskipun tanah yang digunakan untuk media tanam sudah disteril, tetap masih terdapat spora-spora mikoriza yang dorman di dalam tanah, dan akan bergerminasi dengan proses pemanasan pada suhu 105°C. Lebih lanjut, Smith *et al.* (2010) menambahkan bahwa proses pemanasan tanah dengan suhu lebih dari 80°C dapat memacu germinasi spora mikoriza, terutama spora yang mempunyai dinding sel yang tebal, seperti *Gigaspora*.

Hasil yang berbeda tidak nyata ($P>0,05$) pada bobot basah dan bobot kering tanaman kedelai diduga karena penyerapan unsur hara yang dibantu oleh mikoriza, terutama unsur fosfor (P) dan kalium (K) lebih dialokasikan untuk pertumbuhan akar, sedangkan untuk pertumbuhan lainnya seperti tinggi tanaman dan lebar daun tidak memberikan pengaruh nyata, sehingga belum dapat meningkatkan bobot basah dan kering tanaman. Menurut Gardner *et al.* (1991) ; Novi (2011), unsur fosfor dibutuhkan tanaman untuk merangsang pertumbuhan sel pada jaringan akar, memperkuat batang, merangsang pembungaan, dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit. Tersedianya unsur P yang cukup, akan menstimulasi terjadinya sintesis protein di dalam sel-sel yang baru dibentuk, seperti akar dan batang, sedangkan kalium berfungsi dalam proses pengangkutan hasil asimilasi, enzim, dan mineral. Hal ini dapat dilihat juga pada Tabel 2, dimana bobot basah akar menunjukkan pengaruh berbeda nyata ($P<0,05$) dibandingkan kontrol. Bobot basah akar tertinggi terdapat pada perlakuan M1 yaitu 3,03 g, sedangkan bobot basah akar terendah terdapat pada kontrol positif (M4) yaitu 0,80 g. Selain itu, terlihat pada Gambar 2 bahwa akar tanaman yang bermikoriza tampak lebih lebat dan banyak dibandingkan pada kontrol. Hasil ini serupa dengan penelitian Novi (2011), dimana pemberian mikoriza dengan dosis 0–20 g secara nyata dapat meningkatkan derajat infeksi akar pisang, namun belum dapat berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan vegetatif lain seperti tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun.

Hasil pengamatan di bawah mikroskop menunjukkan bahwa kolonisasi mikoriza dengan akar tanaman kedelai ditunjukkan dengan adanya hifa, arbuskula, dan vesikel pada akar tanaman kedelai (Gambar 3). Berdasarkan data pada Tabel 2, infeksi mikoriza dengan perlakuan CMA (M1, M2, dan M3) tergolong dalam kelas 5 (sangat tinggi) (Tabel 1). Besarnya persentase kolonisasi akar ini menunjukkan bahwa mikoriza yang diinokulasikan telah mampu bergerminasi dan beradaptasi dengan media tanamnya. Menurut Widiastuti *et al.* (2005), inokulasi dengan spora mikoriza saja akan lebih tahan terhadap pengaruh fisika, kimia, dan lingkungan karena memiliki dinding sel, dan dapat distandarisasi. Berbeda dengan inokulan campuran spora, hifa dan akar terinfeksi mikoriza yang kurang tahan terhadap pengaruh lingkungan dan memiliki standarisasi yang lemah.

SIMPULAN

Dosis 50 butir spora cedawan mikoriza arbuskula CMA lokal Bali mampu meningkatkan jumlah daun, panjang daun, bobot basah akar, dan persentase kolonisasi mikoriza pada akar tanaman kedelai (*Glycine max* L.).

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2014. *Angka Tetap (ATAP) Realisasi Produksi Padi, Jagung, dan Kedelai Tahun 2013*. Berita Statistik No. 50/07/Th. XVII.
- Bever, J.D., Morton, J.B., Antonovics, J. and Schultz, P.A. 1996. Host-dependent sporulation and spesies diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in a mown grassland. *Journal of Ecology* 84:71-82.
- Brundrett, M., N. Bougher., B. Dell., T. Grove., and N. Malajczuk. 1996. *Working with Mycorrhizas in*

Forestry and Agriculture. Australian Centre for International Agricultural Research. Canberra.

- Brundrett, M., N. Bougher., B. Dell., T. Grove., and N. Malajczuk. 2008. *Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture*. ACIAR Monograph 32. Australian Centre for International Agricultural Research. Canberra.
- Gardner, F. P., R. B. Peare., R. L. Mitchell. 1991. *Physiology of Crop Plant*. Terjemahan. Susilo, H. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. UI Press. Jakarta.
- Giovannetti, M., and Mosse, B. 1980. An evaluation technique for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. *Journal New Phytol.* 84:489-500.
- Hisna, 2012. *Budidaya Kedelai*. Available at: <http://budidaya-kedelai.blogspot.com/>. Opened at: 25 Oktober 2014.
- Jannah, Husnul. 2011. Respon Tanaman Kedelai Terhadap Asosiasi Fungi Mikoriza Arbuskular di Lahan Kering. *Jurnal Ganeç Swara* 5(2):28-31.
- Kormanik, P.P., and A.C. Mc. Graw. 1982. Quantification of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizae in plant roots. In N.C. Schenck (Ed). *Methods and Principles of Mycorrhizal Research*. The American Phytopathological Society, St. Paul.
- Musfal, 2010. Potensi Cendawan Mikoriza Arbuskula Untuk Meningkatkan Hasil Tanaman Jagung. *Jurnal Litbang Pertanian* 29(4).
- Novi. 2011. Inokulasi Fungi Mikoriza Arbuskula pada Beberapa Taraf Dosis dan Variasi Waktu Pemberian Fosfat terhadap Bibit Pisang Kultivar Jantan. (Tesis). STKIP PGRI SUMBAR. Padang.
- Prihastuti. 2007. Isolasi dan Karakterisasi Mikoriza Vesikular Arbuskular di Lahan Kering Masam Lampung Tengah. *Berk. Penelitian Hayati*. 12:99-106. Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian. Malang.
- Proborini, M. W. 2011. Eksplorasi jenis-jenis endomikoriza indigenus pada lahan kering di Bali dan Pemanfaatannya pada pembibitan mente (*Anacardium occidentale* L.). *Laporan Hibah Doktor*. Dana DIPA Universitas Udayana No.079-042-01/20/2011. Denpasar. Bali.
- Proborini, M. W., dan Darmayasa, I. B. 2012. Optimasi Formulasi dan Viabilitas Pupuk Hayati Endomikoriza Indigenus Bali pada Pembibitan Mente (*Anacardium occidentale*). *Laporan Hibah Penelitian Unggulan*. Universitas Udayana. Bali.
- Rahmadhani, Fadhilah. 2007. Pengaruh Pemberian Pupuk Rock Fosfat Dan Beberapa Jenis Isolat Mikoriza Vesikuler Arbuskula Terhadap Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merill) pada Tanah Gambut Ajamu, Labuhan Batu. (Skripsi). Fakultas Pertanian USU. Medan.
- Rungkat, J. A. 2009. Peranan MVA dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman. *Jurnal Formas* 4:270-276.
- Setiadi, Y. 2003. Arbuscular mycorrhizal inokulum production. *Program dan Abstrak Seminar dan Pameran*. Teknologi Produksi dan Pemanfaatan Inokulan Endo-Ektomikoriza untuk Pertanian, Perkebunan, dan Kehutanan. Bandung. pp 10.
- Smith, S.E., E. Facelli., S. Pope., F.A. Smith. 2010. Plant Performance in stressfull environment: interpreting new and established knowledge of the roles of

arbuscular mycorrhizas. *Journal Plant Soil* 326:3-20.

Suprpto, H.S. 1997. *Bertanam Kedelai*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.

Sutanto, R. 2002. *Pertanian Organik*. Kanisius. Yogyakarta.

Thamsurakul, S. and S.Charoensook, 2006. Mycorrhizal Fungi As Biofertilizer For Fruit Tree Production in Thailand. (*Prosiding*). International Workshop on Sustained Management of the Soil-Rhizosphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer.

Wangiyana, Wayan., Sitorus, Megawati., dan Abdurrachman, Hanafi. 2007. Respon Tanaman Kedelai Terhadap Inokulasi Dengan Fungi Mikoriza Arbuskular Dan Aplikasi Pupuk Daun Organik "Greenstant". *Jurnal Agroteksos* 17(3):157-166.

Widiastuti, Happy., Nampiah Sukarno., Latifah Kosim Darusman, Didiek Hadjar Goenadi, Sally Smith., dan Edi Guhardja. 2005. Penggunaan spora cendawan mikoriza arbuskula sebagai inokulum untuk meningkatkan pertumbuhan dan serapan hara bibit kelapa sawit. *Jurnal Menara Perkebunan* 73(1):26-34.