

**POTENSI PUPUK HIJAU GAMAL DAN MIKORIZA DALAM
MENINGKATKAN KESUBURAN DAN PRODUKTIVITAS TANAH DI LAHAN
KERING LABULIA LOMBOK TENGAH**

*(Potensial of Mikoriza and Green Fertilizer of Gamal Can be Increase Fertility and
Productivity Soil in Dry Land Labulia Lombok Tengah)*

Sukmawati

Staf Pengajar di Fakultas Pertanian Universitas Nahdlatul Wathan Mataram
Jl. Kaktus No. 1-3 Phone: 641275 Mataram
e-mail: sukrawatiNW69@gmail.com

ABSTRAK

Potensi Mikoriza dan pupuk hijau Gamal dalam meningkatkan kesuburan dan produktivitas tanah di lahan kering Labulia Lombok Tengah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh hijau Gamal pupuk dan FMA inokulasi dalam kualitas asam juga tumbuh pertumbuhan dan perkembangan FMA di dewasa. Untuk tujuan tersebut, percobaan telah dilakukan di rumah kaca dari Agustus hingga Nopember 2013 yang dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan perlakuan faktorial, dalam dua factor yaitu pupuk hijau Gamal dan Mikoriza. Data dianalisis dengan menggunakan Analisis Varians, dilanjutkan dengan uji BNJ pada tingkat 5 % signifikansi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi semua pupuk hijau dan inokulasi dengan FMA memberi efek pada setiap variabel pengamatan. Perlakuan kombinasi menunjukkan aplikasi pupuk hijau dengan Dosis 15 ton / ha dan aplikasi FMA memberikan output yang optimal.

ABSTRACT

Potensial of Mikoriza and green fertilizer of gamal can be increase fertility and productivity soil in dry land Labulia Lombok Tengah. This research aimed to know influence green fertilizer of gamal and AMF inoculation in add quality soil also growth and development of AMF in dry land. For those objective, this research has been carried out in a glass house from August to Nopember 2013, design using Completely Randomized Design, with 3 replication and 2 treatment factors arranged factorially, i.e green fertilizer of gamal and mycorrhiza. Data were analyzed using Analysis of Variance, followed by HSD test at 5 % level of significance. The results indicated that application of green fertilizer and inoculation with AMF gave varried effects on each observation variable. The combination treatment indicated that application green fertilizer gamal with dosis 15 ton/ha and apliccation AMF give optimal output.

Kata Kunci: pupuk hijau gamal, inokulasi mikoriza, produktivitas, lahan kering

Keywords : *green fertilizer of gamal, inoculation of mycorrhizal, dry land, productivity*

PENDAHULUAN

Kedelai merupakan salah satu komoditas strategi nasional karena dibutuhkan sehari-hari sebagai sumber protein nabati bagi masyarakat Indonesia. Oleh karena itu, masalah ketersediaan kedelai menjadi isu strategis nasional, tidak hanya untuk menjamin ketersediaan bahan pangan nabati penting bagi masyarakat Indonesia tetapi juga bagi keberlangsungan industri pengolahan yang merupakan industri kecil.

Kebutuhan kedelai di Indonesia mencapai 2,2 juta ton/tahun, namun sampai saat ini baru sekitar 50% kebutuhan nasional yang bisa dipenuhi oleh kebutuhan dalam negeri, sehingga kekurangannya dipenuhi dari impor (Marwoto dan Suharsono, 2008: Sekretariat Negara 2010).

Rendahnya produksi kedelai dalam negeri disebabkan oleh berbagai kendala antara lain : (1) terbatasnya lahan untuk produksi kedelai, (2) lahan yang ada relatif tidak subur, (3) teknologi budidaya kedelai yang diterapkan petani masih sangat sederhana, (4) adanya gangguan penyakit seperti gangguan pathogen tular tanah yang disebabkan oleh jamur *S rolfisill*, (5) irigasi dan pemupukan yang belum optimal (Jalid *et al.*, 1977; Halim *et al.*, 2004).

Dalam menyikapi keterbatasan lahan produktif perlu dilaksanakan pengembangan teknologi budidaya kedelai pada lahan kering yang selama ini tidak difungsikan. Namun pengembangan kedelai di lahan kering menghadapi banyak tantangan baik secara fisik, sosial, ekonomi, budaya dan kelembagaan. Keterbatasan sifat fisik tanah merupakan faktor pembatas yang paling utama di lahan kering. Disamping itu pendapatan petani yang rendah, permodalan yang kurang, harga jual yang rendah dan tingkat pendidikan petani pada umumnya juga merupakan kendala yang tidak kalah pentingnya dalam pengelolaan lahan kering.

Berdasarkan keterbatasan sifat-sifat di atas maka sistem pertanian organik sangat dianjurkan untuk diterapkan di wilayah lahan kering (Sutanto 2002). Pemanfaatan mikoriza, dan pemberian pupuk hijau gamal merupakan salah satu bentuk pertanian organik yang dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif untuk meningkatkan produksi kedelai.

Pemberian pupuk organik terutama

ditujukan untuk perbaikan sifat-sifat fisik tanah seperti memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kandungan lengas tanah, dll (Ma'shum, 1981). Selain manfaat terhadap perbaikan sifat fisik tanah, pupuk organik juga dapat meningkatkan kualitas sifat kimia dan biologi tanah seperti meningkatnya ketersediaan kandungan unsur hara dan aktivitas mikroorganisme tanah. Alawiyah (2009) menyatakan penambahan bahan organik yang berbahan dasar pupuk hijau dari legume dapat mempertahankan aktivitas Bakteri Pelarut Fosfat dan Azotobacter. Wikipedia, (2008) menyatakan akar gamal merupakan penambat Nitrogen yang baik, daun-daunnya banyak mengandung protein sehingga dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki kesuburan tanah.

Sukmawati (2011), juga menyatakan pupuk organik yang berupa pupuk hijau gamal mempercepat umur berbunga dan waktu keluarnya polong. meningkatkan berat biji per tanaman dan berat 25 biji berat berangkasan, berat akar dan jumlah bintil akar pada tanaman kedelai.

Fungi mikoriza arbuskular (FMA) merupakan salah satu jamur yang banyak menarik perhatian para ilmuwan karena kemampuannya membentuk kolonisasi hifa di luar perakaran tanaman. Pemanfaatan mikoriza di lahan kering sangat bermanfaat bagi tanaman inang dalam menyediakan air dan unsur hara. (Jone dan Thompson, 1981; Sylvia, 1982).

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode eksperimental yang direncanakan selama 6 (enam) bulan, dengan percobaan penanaman menggunakan pot plastik di rumah kaca Faperta Universitas Mataram. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan secara factorial yang terdiri dari 2 faktor yaitu faktor pupuk hijau gamal dan mikoriza. Faktor pertama adalah pupuk hijau gamal yang terdiri dari 3 aras yaitu $O_0 = 5$ ton/ha, $O_1 = 10$ ton/ha dan $O_2 = 15$ ton/ha, dan faktor kedua adalah mikoriza yang terdiri dari 2 aras yaitu $M_0 =$ tanpa inokulum dan $M_1 =$ inokulum FMA (merek dagang Technofert) dengan dosis 10 g/tanaman

Perlakuan merupakan kombinasi dari faktor 1 dan 2 sehingga terdapat 6 kombinasi perlakuan yaitu O0M0, O1M0, O2M0, O0M1, O1M1 dan O2M1 yang masing-masing diulang tiga kali sehingga diperoleh 18 unit percobaan pot polybag. Percobaan dilakukan dengan seri untuk mengetahui respon FMA terhadap pemberian pupuk hijau gamal dan inokulasi FMA yang diamati pada umur 45 HST.

Contoh tanah diambil secara komposit, dikeringanginkan, diayak dengan ayakan bermata saring 2 mm untuk media tanam dan 0,5 mm untuk keperluan analisis tanah. Selanjutnya contoh tanah berdiameter 2 mm dimasukkan ke dalam pot plastik (7,5 kg/pot plastik). Analisis tanah diulang 2 kali (analisis tanah awal, dan analisis setelah percobaan). Analisis tanah meliputi kadar lengas (metode gravimetrik), pH H₂O dengan pH meter (Glass Electrode), kadar C-organic (Walkley and Black), N total (Kejdhall).

Bahan penelitian meliputi tanah grumusol, pupuk hijau gamal, technofert, kedelai varietas willis. Alat penelitian meliputi pot plastik, ayakan bermata saring 0,5 mm dan 2 mm, timbangan, oven dan alat-alat lain untuk keperluan analisis tanah dan FMA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Awal Tanah Percobaan

Karakteristik sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini diambil pada lahan kering tadah hujan, di desa Labulia Lombok Tengah pada lahan milik petani. Tanah Labulia adalah tanah dengan tekstur liat pasiran dengan pH yang cenderung tinggi. Sampel tanah yang digunakan mewakili lahan yang luas di Kabupaten Lombok Tengah. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Universitas Mataram untuk mengetahui sifat-sifat kimia tanah. Hasil analisis tanah awal disajikan pada Tabel 1.

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa tanah yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kandungan P tersedia tinggi, kapasitas C organik sangat rendah dan pH tanah netral. Karakteristik sifat kimia tanah yang dimiliki menunjukkan bahwa sifat tanah kurang produktif untuk mendukung kegiatan usaha tani. Berdasarkan kriteria-kriteria di atas maka tanah tersebut digolongkan atau

diklasifikasikan ke dalam tanah kering marginal. Upaya perbaikan kualitas tanah dengan cara pemberian pupuk hijau gamal dan aplikasi mikoriza pada tanah sangat tepat dilakukan.

Kualitas tanah menggambarkan kondisi sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Untuk menggambarkan kualitas tanah dapat dikaji berdasarkan pH tanah, kadar N tanah, kadar P tanah, kadar C organik, tekstur, struktur dan lain-lain. Semakin berkualitas suatu tanah semakin produktif tanah tersebut.

Penambahan pupuk hijau gamal dan mikoriza diharapkan akan memperbaiki kualitas tanah Desa Labulia yang merupakan tanah dengan kandungan liat yang tinggi. Hasil penelitian ini (Tabel 2) dengan jelas menunjukkan bahwa secara umum telah terjadi perbaikan kualitas tanah yang diketahui dengan membandingkan data tanah awal (sebelum percobaan) dengan data hasil analisis tanah setelah percobaan.

Tabel 1. Data hasil analisis kimia tanah sebelum percobaan

No	Sampel tanah	Parameter			
		Kadar lengas (H ₂ O)	pH H ₂ O	P Tersedia (ppm)	Kapasitas C-Organik
1	Ulangan 1	2,80	7,00	14,23	0,70
2	Ulangan 2	2,80	7,10	14,23	0,73
3	Ulangan 3	2,80	7,00	11,76	0,72
	Purata	2,80	7,03	58,15	0,72
	Kriteria Puslitanak		Netral	Tinggi	Sangat rendah < 1%

Tabel 2. Rangkuman data hasil analisis tanah sebelum dan sesudah percobaan

Parameter Pengamatan	Data sebelum penelitian	Data sesudah penelitian	
		Range data	Nilai rata-rata
pH tanah	7,0	7,14 – 8,93	8,03
Kadar C organik (%)	0,72	0,72 – 1,11	0,92
Kadar P ₂ O ₅ tanah (ppm)	58,15	58,15 – 133,57	95,86

PH tanah dan % C-organik tanah

Secara umum terjadi peningkatan pH tanah dari 7,0 menjadi 8,03. pH tanah meningkat sebesar 14,7%. PH tanah menjadi lebih basa yang dapat terjadi karena dalam proses dekomposisi mikroorganisme mengeluarkan eksudat - eksudat dan kation yang dapat dipertukarkan dan diadsorpsi. Tiga faktor yang menentukan perubahan pH tanah menurut (Brady, 1982) adalah: persentase kejenuhan basa dan aluminium serta basa dapat tertukar dari kompleks koloidal, (2) jenis misel, dan (3) jenis ion yang diadsorpsi.

Pada parameter pengamatan kadar C-organik tanah, pemberian pupuk hijau gamal dan mikoriza meningkatkan kadar C-organik tanah sebesar 27,8%. Kadar C organik yang tinggi diduga karena adanya sumbangan hara dari proses dekomposisi pupuk organik tanah. Brady (1982) menyatakan pemberian pupuk organik tidak hanya menambah karbon organik pada tanah tetapi juga mengembalikan nitrogen tanah. Kanonova (1966) menegaskan sumber utama C di dalam tanah berasal dari dekomposisi pupuk organik berupa sisa-sisa tanaman maupun hewan yang telah mati.

Kadar P₂O₅ tanah

Unsur P sangat diperlukan pada fase generatif tanaman. Unsur P berperan penting pada pengisian biji. Aplikasi mikoriza sangat tepat dalam meningkatkan kadar P dalam

tanah. Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kadar hara P tanah dari 58,15 sebelum perlakuan menjadi 95,86 setelah perlakuan. Kadar unsur P meningkat sangat significant sebesar 65 %. Hal ini dapat terjadi karena infeksi jamur mikoriza dapat meningkatkan penyerapan unsur hara oleh miselium eksternal dengan memperluas permukaan penyerapan akar atau melalui hasil senyawa kimia yang menyebabkan lepasnya ikatan hara dalam tanah. Tisdall, (1991) melaporkan bahwa miselium ekstra radikal didalam tanah sekitar akar menghasilkan material yang mendorong agregasi tanah sehingga dapat meningkatkan aerasi, penyerapan air dan stabilitas tanah.

Aldeman dan Morton, (1986) menegaskan infeksi mikoriza dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan kemampuannya memanfaatkan nutrisi yang ada dalam tanah, terutama unsur P, Ca, N, Cu, Mn, K, dan Mg. Kolonisasi mikoriza pada akar tanaman dapat memperluas bidang serapan akar dengan adanya hifa eksternal yang tumbuh dan berkembang melalui bulu akar (Mosse, 1981). Contoh pada tanaman apel yang terinfeksi mikoriza dapat meningkatkan kandungan P pada tanaman dari 0,04% menjadi 0,19% (Gededa, *et al.*, 1984 dalam Jawal *et al.*, 2005). Lanjut Matsubara *et al.*, (1998) melaporkan bahwa tanaman yang terinfeksi mikoriza, memiliki bobot kering, konsentrasi P (pada bagian atas maupun akar tanaman)

mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa mikoriza.

Dari paparan di atas dapat dikatakan bahwa penambahan pupuk hijau gamal dan Tabel 3. Rangkuman hasil analisis ragam parameter % kolonisasi mikoriza dan jumlah spora dalam tanah.

mikoriza memperbaiki kualitas tanah. Pengamatan terhadap pertumbuhan dan perkembangan mikoriza disajikan pada Tabel 3.

Sumber Keragaman	Kolonisasi Mikoriza	Jumlah Spora
	%	Spora
Pupuk hijau gamal (O)	NS	NS
Mikoriza (M)	S	S
O x M	NS	NS

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa faktor tunggal mikoriza berpengaruh nyata terhadap kedua parameter yang diamati. Sedangkan faktor tunggal pupuk hijau gamal dan interaksi kedua faktor perlakuan

menunjukkan tidak berbeda nyata. Untuk lebih memperjelas hasil analisis data dilakukan uji lanjut BNJ 0,05. Uji lanjut BNJ 0,05 disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Uji BNJ 5% parameter pengamatan jumlah spora dalam tanah dan % kolonisasi mikoriza

Faktor	Parameter Pengamatan	
	Jumlah spora	% kolonisasi mikoriza
Pupuk hijau gamal		
5 ton/ha	180,67a	52,191a
10 ton/ha	146,0a	41,53a
15 ton/ha	221,0a	50,23a
BNJ 0,05	146,40	21,44a
Mikoriza		
Tanpa mikoriza	116b	38,74b
Mikoriza	248,78a	57,22a
BNJ 0,05	97,65	14,30

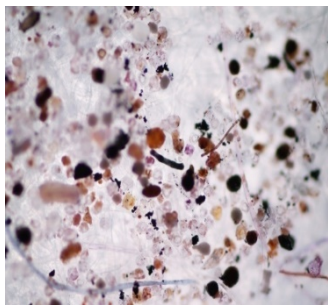
Angka- angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata antar taraf perlakuan pada setiap faktor perlakuan menurut BNJ pada taraf nyata 5%

Pengamatan jumlah spora pada tanah

Pengamatan spora FMA dilakukan secara mikroskopis dengan menggunakan 50 g tanah yang diambil dari zone perakaran. Perhitungan jumlah spora dilakukan melalui pengamatan kolonisasi FMA pada tanaman inang. Data jumlah spora dalam tanah diperoleh dengan pengamatan kolonisasi FMA setelah tanaman di panen. Pada saat panen jumlah spora di dalam tanah berada pada tingkat tertinggi. Hal ini dikaitkan dengan kemampuan tanaman inang menyediakan makanan bagi spora. Tanaman inang yang sudah berkembang dalam pertumbuhannya diyakini memiliki kemampuan optimal dalam memproduksi eksudat, gula dan senyawa-senyawa organik yang menyediakan makanan utama bagi pertumbuhan spora. Hal tersebut selaras dengan hasil penelitian Smith dan Read (1997) pada percobaan dengan tumbuhan tahunan yang menunjukkan produksi spora pada tingkat tertingginya yang terjadi pada akhir musim dari macam-macam tanaman yang diamati. Pada fase ini Smith and Read (1997) menemukan banyak spora-spora baru dengan ukuran yang lebih kecil, berwarna bening.

Uji lanjut BNJ 0,05 (Tabel 4) menunjukkan bahwa jumlah spora tertinggi diperoleh pada inokulasi FMA pada perlakuan pupuk hijau gamal dengan dosis 15 ton/ha (357 spora). Hasil pengamatan yang diperoleh menunjukkan bahwa pemberian pupuk hijau gamal ke dalam tanah mampu meningkatkan perkembangan spora. Hal ini dapat terjadi karena meningkatnya persediaan makanan dan energi bagi FMA oleh pupuk hijau gamal. Jumlah spora juga meningkat pada perlakuan inokulum jika dibandingkan dengan perlakuan tanpa inokulum. Hal ini menunjukkan bahwa selarasnya kerjasama antara spora asal dan spora yang diberikan ke dalam tanah. Hal ini didukung oleh hasil penelitian yang dilakukan oleh Widiastuti *et al* (2005) bahwa jumlah inokulum FMA juga sangat berpengaruh pada efektivitas FMA dalam meningkatkan pertumbuhannya.

Gambar 1 menunjukkan sebaran spora yang diperoleh pada perlakuan pengamatan jumlah spora dalam tanah.



Gambar 1. Spora mikoriza

Pengamatan infeksi akar (% Kolonisasi akar)

Kolonisasi akar menunjukkan efektivitas FMA

dalam menginfeksi akar tanaman inang. Kolonisasi diperoleh dengan membandingkan jumlah akar yang terinfeksi dengan jumlah akar secara keseluruhan, baik yang terinfeksi maupun yang tidak terinfeksi oleh FMA. Perhitungan infeksi akar ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi adanya asosiasi mikoriza dan mengukur tingkat infeksi akarnya. FMA menginfeksi tanaman melalui penetrasi spora yg diikuti dengan tumbuh dan berkembang di dalam jaringan korteks, vesikel, arbuskul, miselium internal dan eksternal FMA.

Pada pengamatan kolonisasi mikoriza (Tabel 3) menunjukkan bahwa faktor mikoriza merupakan faktor satu-satunya yang mempengaruhi % kolonisasi mikoriza. Uji lanjut BNJ 0,05 menunjukkan bahwa perlakuan dengan inokulasi mikoriza menghasilkan persentase kolonisasi (48%) lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa inokulasi mikoriza. Tingginya persentase tingkat infeksi akan menunjukkan kemampuan beradaptasi yang tinggi dari FMA terhadap lingkungannya. Adaptasi yang tinggi menyebabkan spora mampu menginfeksi akar, berkecambah dan selanjutnya menyebar lebih luas ke jaringan akar tanaman yang lain 1998:

Pengamatan infeksi akar oleh inokulasi mikoriza dilakukan pada umur 45 HST. Pada umur 45 HST diyakini mikoriza lebih intensif menginfeksi akar Berdasarkan nilai persentase kolonisasi yang diperoleh, jumlah akar terinfeksi termasuk kategori tinggi, dengan persentase akar terinfeksi tertinggi sebesar 75,74%. Hal ini menunjukkan kemampuan inokulan untuk tumbuh dan beradaptasi dan menginfeksi akar. Widiastuti., *et al* (2005) menyatakan semakin tinggi jumlah spora yang tumbuh, maka kesempatan untuk menginfeksi akar akan semakin besar. Selanjutnya Sander dan Sheikh (1983) menjelaskan bahwa infeksi akar dipengaruhi oleh: (1) kerapatan propagula, (2) perkecambahan spora, (3) kecepatan pertumbuhan hifa di media, dan (4) kecepatan pertumbuhan akar tanaman.

Gambar 2 menunjukkan sebaran infeksi akar tanaman dalam FMA pada perlakuan aplikasi pupuk hijau gamal dan mikoriza.



Gambar 2. Hasil pengamatan infeksi akar tanaman oleh FMA

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan di atas dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Penambahan pupuk hijau gamal dapat memperbaiki kualitas tanah.
2. Inokulasi mikoriza akan meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan FMA.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldeman, J.M., and J. B. Morton, 1986. Infectivity of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi influence host soil diluents combination on MPN estimates and percentage colonization. *Soil Biolchen.* 8 (1) : 77-83.
- Brady, Ncycle C dan Harry O Buckman, 1982. Ilmu Tanah. Bhratara Karya Aksara Jakarta.
- Halim, A., 2004. Manajemen Pertanaman Terpadu untuk Meningkatkan Produksi Kedelai sesudah Padi Sawah Tadah Hujan. Disertasi Program Pasca Sarjana Universitas Hasanudin. 112
- Jawal, M Jumjumidang., Liferdi, Herizal, dan T. Purnama., 2005. Teknik Produksi Massal Cendawan Mikoriza Arbuskular (MVA) yang Infektif dan Efektif sebagai Pupuk Biologi Bibit Manggis. *Jurnal Stigma XII* (4):516-519.
- Jone, W dan C.H. Thompson. 1981. Endomycorrhizal in Plant Colonization Constal Sand – dunes at Cooloola, Queensland, *Australian Journal of Ecology G.*
- Ma'shum, M. 1981. Kesuburan Tanah dan Pemupukan. Fakultas Pertanian Universitas Mataram.
- Matsubara, YT Korikomi., M. Ikuta, H Hori, S Ishikawa, and T Harada., 1996. Effect of Arbuscular Mycorrhiza Fungus Inoculation on Growth of Apple Sedling. *J. Japan, Soc. Hort. Sci.*
- Mosse, B. 1981. Vesicular–Arbuscular Mycorrhizal Research for Trofical Agriculture. *Ress bull.* 82 P.
- Smith, SE and Read., 1997. Structure and Function of the Interface in Biotropics Symbioses as They Relate to Nutrients Transport. *New Phytologis* 114-1-38.
- Sukmawati, 2011. Respon Tanaman kedelai terhadap Pemberian Pupuk Organik dan Inokulasi Mikoriza di Tanah Pasiran (Entisol). Program Pasca Sarjana Universitas Mataram.
- Sutanto, 2002. Penerapan Pertanian Organik Pemasarakatan dan Pengembangannya. Kanisius Yogyakarta.
- Tisdall, JM., 1991. Fungi Hypae and Structural Stability of Soil. *Aust. J. soil. Res.* 29. 729-743.
- Wangiyana W, Ari Apriani, Nihla Farida 2011. Respon Berbagai Varietas Kedelai terhadap Sterilisasi Tanah dan Inokulasi dengan Mikoriza Arbuskular.
- Widiastuti, H.F. Guharjo. N L.K. Darusman, DH Gunadi dan S. Smith, 2005. Optimasi simbiosis Fungi Mikoriza Arbuskular Acaulospora Tuberculata dan Gigaspora Margarita pada bibit kelapa sawit di tanah masam . *Menara Perkebunan*, 2002. 70 (2), 50-57.
- Wikipedia Bahasa Indonesia 2008. Wikipedia Organik/Wiki/Gamal.