

PENERAPAN BIOTEKNOLOGI MIKORIZA INDIGENUS GULMA PADA TANAH MARGINAL UNTUK MEMPERBAIKI PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN JAGUNG

Halim¹ dan Fransiscus Suraman Rembon¹

¹Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Halu Oleo
haliwu_lim73@yahoo.co.id

ABSTRAK

Pemenuhan ketahanan pangan merupakan salah satu program utama revitalisasi pertanian dan strategi perlindungan tanaman untuk mendukung program nasional. Fokus pemenuhan ketahanan pangan, khususnya tanaman jagung yaitu pencapaian swasembada dan peningkatan daya saing ekspor. Usaha untuk mewujudkan program nasional tersebut masih diperhadapkan dengan berbagai kendala, salah satunya adalah tingkat kesuburan tanah yang rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peranan mikoriza indigenus gulma dalam memperbaiki pertumbuhan dan produksi tanaman jagung pada tanah marginal. Penelitian ini disusun berdasarkan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Perlakuan yang diuji adalah bobot propagul mikoriza indigenus gulma yang terdiri dari 4 perlakuan yaitu: tanpa inokulasi propagul mikoriza indigenus (A_0), 10 g propagul mikoriza indigenus (A_1), 20 g propagul mikoriza indigenus (A_2), dan 30 g propagul mikoriza indigenus (A_3). Semua perlakuan tersebut diulang sebanyak 3 kali sehingga menjadi 12 unit perlakuan. Variabel yang diukur yaitu tinggi tanaman, diameter batang tanaman, bobot tongkol dan kelobot, bobot tongkol tanpa kelobot, diameter tongkol, panjang tongkol, jumlah baris biji pada tongkol, serta persentase infeksi mikoriza pada akar tanaman jagung. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan sidik ragam dan dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi propagul mikoriza indigenus dengan dosis 40 g/lubang tanam (A_3) memberikan hasil yang terbaik terhadap tinggi tanaman, diameter batang, bobot tongkol berkelobot, bobot tongkol tanpa kelobot, panjang tongkol, diameter tongkol, serta jumlah baris biji pada tongkol.

Kata kunci : Mikoriza indigenus gulma, propagul, tanaman jagung, tanah marginal

PENDAHULUAN

Pemenuhan ketahanan pangan merupakan salah satu program utama revitalisasi pertanian dan strategi perlindungan tanaman untuk mendukung program nasional. Fokus pemenuhan ketahanan pangan, khususnya tanaman jagung yaitu pencapaian swasembada dan peningkatan daya saing ekspor (Dirjen Perlindungan Tanaman, 2005). Hal ini sesuai pula dengan tujuan Dewan Jagung Nasional (2003), yaitu mewujudkan sistem dan usaha agribisnis jagung yang berkelanjutan, berdaya saing, berkerakyatan dan terdesentralisasi atas kemampuan sumberdaya yang dimiliki bangsa Indonesia.

Menurut Badan Pusat Statistik (2013), bahwa produksi jagung di Sulawesi Tenggara tahun 2012 sebesar 78.447ton pipilan kering dengan luas panen jagung 29.607ha. Sedangkan produksi jagung tahun 2013 sebesar 67.578ton pipilan kering dengan luas panen 28.661ha. Angka tersebut menunjukkan produksi jagung di Provinsi Sulawesi Tenggara mengalami penurunan sebesar 10.869ton pipilan kering. Penurunan produksi tanaman jagung tersebut salah satunya disebabkan oleh tingkat kesuburan tanah yang rendah. Hasil penelitian Halim dan Fransiscus (2013) dalam Halim *dkk.* (2014b), menunjukkan bahwa tanah yang tingkat kesuburannya rendah ditandai dengan kandungan Nitrogen 0,17%, Fosfor 12,75ppm, Kalium 0,22me/100 g, pH 5,77, serta bahan organik 1,92%. Kondisi tanah yang demikian dapat mengakibatkan kurang optimalnya pertumbuhan dan produksi tanaman jagung. Dengan demikian, maka perlu adanya sentuhan bioteknologi. Salah satu bioteknologi yang dapat diterapkan adalah aplikasi bioteknologi mikoriza indigenus gulma. Hasil penelitian Halim *dkk.* (2014b), bahwa peningkatan produksi tanaman

jagung yang diberi mikoriza indigenus gulma pada tanah Ultisol berkisar antara 2,70 - 3,10 ton ha⁻¹ atau rata-rata peningkatan produksi tanaman jagung secara keseluruhan sebesar 2,86 ton ha⁻¹.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Abenggi Kecamatan Landono Kabupaten Konawe Selatan Provinsi Sulawesi Tenggara pada bulan Mei sampai dengan bulan Agustus 2013. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tali rafia, air steril, tanah, propagul mikoriza, benih jagung, polybag (10 cm x 20 cm), air, sukrosa 30%, formalin acero-alkohol (FAA), larutan KOH 10%, larutan hidrogen peroksida alkali 10% (H₂O₂), larutan HCl 1%, zat pewarna carbol fuchin 0,05%, laktogliserol, kertas saring dan kertas label. Alat-alat yang digunakan yaitu meteran, kamera digital, saringan (ukuran mesh 500 µm, 250 µm, 90 µm dan 50 µm), serta peralatan Laboratorium. Perlakuan yang diuji dalam penelitian ini adalah dosis mikoriza indigenus gulma yang terdiri dari 0 gram/lubang tanam (A₀), 10 g/lubang tanam (A₁), 20 g/lubang tanam (A₂) dan 30 g/lubang tanam (A₃). Variabel yang diamati adalah tinggi tanaman, diameter batang tanaman, bobot tongkol berkelebot, bobot tongkol tanpa kelebot, diameter tongkol, panjang tongkol, jumlah baris biji pada tongkol serta persentase infeksi mikoriza indigenus pada akar tanaman jagung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman Jagung

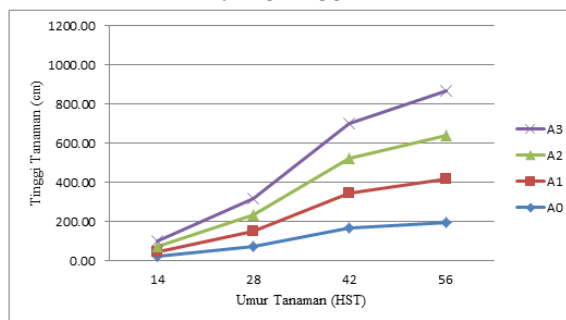
Aplikasi mikoriza indigenus gulma berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman jagung. Rata-rata tinggi tanaman jagung pada umur 14, 28, 42 dan 56 HST disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-Rata Tinggi Tanaman Jagung (cm) Umur 14, 28, 42, dan 56 HST.

Perlakuan	Rata-Rata Tinggi Tanaman Jagung (cm)			
	14 HST	28 HST	42 HST	56 HST
A ₀	21,00 ^c	70,11 ^c	167,58 ^c	193,59 ^c
A ₁	26,68 ^b	81,99 ^b	177,00 ^b	222,22 ^b
A ₂	27,56 ^a	82,60 ^{ab}	177,82 ^{ab}	224,76 ^a
A ₃	27,88 ^a	84,42 ^a	178,24 ^a	225,98 ^a
BNT 95 %	0,58	1,89	0,96	2,18

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata pada uji BNT taraf kepercayaan 95%

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi mikoriza indigenus gulma berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman jagung. Tinggi tanaman jagung yang terbaik terdapat pada perlakuan A₃ yang berbeda nyata dengan A₀ dan A₁, tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan A₂. Pemanfaatan mikoriza indigenus gulma pada tanah marginal kering telah terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung sebagaimana terlihat pada Grafik 1. Hal ini didukung oleh pendapat Margarettha (2010), bahwa mikoriza memiliki peranan yang sangat penting untuk melindungi tanaman dari kondisi tanah dan lingkungan yang kurang kondusif seperti pH rendah, stress air, temperatur ekstrim serta salinitas yang tinggi.



Gambar 1. Grafik Hubungan antara Tinggi Tanaman dengan Umur Tanaman pada Berbagai Dosis Mikoriza Indigenus Gulma

Grafik 1, memperlihatkan bahwa semakin tinggi dosis mikoriza yang diberikan, maka tinggi tanaman yang dihasilkan semakin tinggi, walaupun terjadi kecenderungan bahwa semua perlakuan yang diuji mampu menginfeksi perakaran tanaman. Menurut Halim (2009), bahwa aplikasi mikoriza indigenus gulma pada tanaman jagung baik dosis rendah maupun dosis tinggi dapat memperbaiki pertumbuhan dan produksi tanaman jagung secara signifikan. Begitu pula dengan pernyataan Halim *dkk.* (2014a), bahwa mikoriza indigenus gulma akan efektif dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman jika populasi mikoriza tersebut seimbang dengan ketersediaan inang, khususnya yang ketersediaan eksudat akar.

Diameter Batang Tanaman Jagung

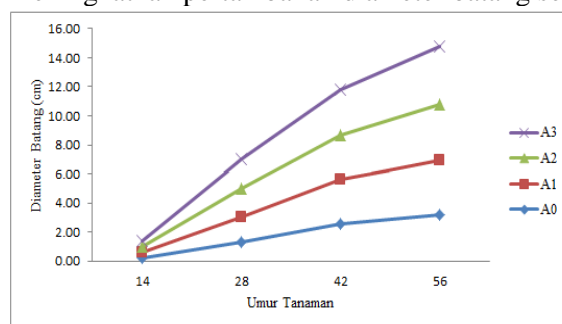
Aplikasi mikoriza indigenus gulma berpengaruh nyata terhadap diameter batang jagung. Pengaruh perlakuan mikoriza indigenus gulma terhadap rata-rata diameter batang tanaman jagung umur 14, 28, 42, dan 56 HST disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Perlakuan Mikoriza Indigenus Gulma Terhadap Rata-Rata Diameter Batang Tanaman Jagung (cm) Umur 14, 28, 42, dan 56 HST

Perlakuan	Rata-Rata Diameter Batang (cm)			
	14 HST	28 HST	42 HST	56 HST
A ₀	0,25 ^c	1,02 ^d	1,68 ^b	2,51 ^b
A ₁	0,36 ^b	1,25 ^c	2,01 ^b	2,87 ^b
A ₂	0,37 ^{ab}	1,93 ^b	3,07 ^a	3,81 ^a
A ₃	0,42 ^a	2,03 ^a	3,1 ^a	4,01 ^a
BNT 95 %	0,05	0,07	0,20	0,77

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata pada uji BNT taraf kepercayaan 95%

Tabel 2, menunjukkan bahwa diameter batang pada umur 14 HST tertinggi diperoleh pada perlakuan A₃ yang berbeda nyata dengan perlakuan A₀ dan A₁, tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan A₂. Pada umur 28 HST diameter batang tertinggi diperoleh pada perlakuan A₃ yang berbeda nyata dengan semua perlakuan lainnya. Pada umur 42 dan 56 HST diameter batang tertinggi diperoleh pada perlakuan A₃ yang berbeda nyata dengan perlakuan A₀ dan A₁, tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan A₂. Hasil penelitian tersebut ada kecenderungan bahwa semua perlakuan mampu meningkatkan pertumbuhan diameter batang seperti pada Grafik 2.



Gambar 2. Grafik hubungan antara diameter batang tanaman dengan umur tanaman pada berbagai dosis mikoriza indigenus gulma

Bobot Tongkol Berkelobot dan Bobot Tongkol tanpa Kelobot

Aplikasi mikoriza indigenus gulma berpengaruh nyata terhadap bobot tongkol berkelobot dan bobot tongkol tanpa kelobot. Pengaruh aplikasi mikoriza indigenus gulma terhadap bobot tongkol berkelobot dan bobot tongkol tanpa kelobot pada Tabel 3 menunjukkan bahwa bobot tongkol berkelobot dan bobot tongkol tanpa kelobot tertinggi diperoleh pada perlakuan A₃ yang berbeda nyata dengan perlakuan A₀ dan A₁, tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan A₂. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi mikoriza indigenus gulma berpengaruh nyata terhadap bobot tongkol berkelobot dan bobot tongkol tanpa kelobot. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa aplikasi mikoriza indigenus gulma dengan dosis 30 g/lubang tanam (A₃) memberikan nilai

tertinggi terhadap bobot tongkol berkelobot yaitu 569,89 g, yang berbeda sangat nyata dengan perlakuan A₀ dengan nilai 434,49 g. Perlakuan A₃ pada bobot tongkol tanpa kelobot menunjukkan nilai tertinggi yakni 440,27 g, berbeda sangat nyata dengan perlakuan A₀ dengan nilai 319,72 g. Menurut Puspitasari *et al.*, (2012), bahwa mikoriza berperan dalam peningkatan penyerapan unsur-unsur hara tanah yang dibutuhkan oleh tanaman seperti P, N, K, Zn, Mg, Cu, dan Ca. Sedangkan tanaman jagung agar menghasilkan mutu yang tinggi, dibutuhkan ketersediaan unsur hara N, P dan K yang tinggi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Perlakuan Mikoriza Indigenus Gulma terhadap Bobot Tongkol Berkelobot dan Bobot Tongkol tanpa Kelobot (g).

Perlakuan	Rata-Rata	
	Bobot Tongkol berkelobot (g)	Bobot tongkol tanpa kelobot (g)
A ₀	434,49 ^b	319,72 ^b
A ₁	441,19 ^b	324,20 ^b
A ₂	564,13 ^a	435,15 ^a
A ₃	569,89 ^a	440,27 ^a
BNT 95 %	17,29	20,92

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata pada uji BNT taraf kepercayaan 95 %

Panjang Tongkol dan Diameter Tongkol

Aplikasi mikoriza indigenus berpengaruh nyata terhadap panjang tongkol dan diameter tongkol. Pengaruh perlakuan mikoriza indigenus gulma terhadap panjang tongkol dan diameter tongkol disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh Perlakuan Mikoriza Indigenus Gulma Terhadap Panjang Tongkol dan Diameter Tongkol.

Perlakuan	Rata-Rata	
	Panjang Tongkol (cm)	Diameter Tongkol (cm)
A ₀	20,43 ^c	12,51 ^c
A ₁	21,30 ^b	13,27 ^b
A ₂	23,31 ^a	18,17 ^a
A ₃	23,47 ^a	18,43 ^a
BNT 95 %	0,28	0,34

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata pada uji BNT taraf kepercayaan 95 %

Tabel 4, menunjukkan bahwa panjang dan diameter tongkol tertinggi diperoleh pada perlakuan A₃ yang berbeda nyata dengan perlakuan A₀ dan A₁, tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan A₂. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi mikoriza indigenus gulma berpengaruh terhadap panjang tongkol, jumlah baris biji, dan diameter tongkol. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa aplikasi mikoriza indigenus gulma dengan dosis 30 g/lubang tanaman (A₃) memberikan nilai rata-rata tertinggi terhadap panjang tongkol yaitu 23,47 cm, yang berbeda sangat nyata dengan perlakuan A₀ dengan nilai 20,43 cm. Diameter tongkol tertinggi masih terdapat pada perlakuan A₃ yaitu 18,43 cm, yang berbeda sangat nyata terhadap perlakuan A₀ dengan nilai 12,51 cm. Perlakuan A₃ memberikan nilai tertinggi terhadap jumlah baris biji yaitu 18,93 baris, yang berbeda sangat nyata dengan perlakuan A₀ dengan nilai 12,56 baris. Harrier (2003), menyatakan bahwa tersedianya unsur P pada tanaman jagung menyebabkan ukuran tongkol menjadi lebih besar.

Jumlah Baris Biji Per Tongkol

Aplikasi mikoriza indigenus gulma berpengaruh nyata terhadap jumlah baris biji per tongkol. Pengaruh aplikasi mikoriza indigenus gulma terhadap jumlah baris biji per tongkol tanaman jagung disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh Perlakuan Mikoriza Indigenus Gulma Terhadap Jumlah Baris Biji Jagung.

Perlakuan	Rata-Rata Jumlah Baris	BNT 95%
A ₀	12,56 ^c	0,69
A ₁	13,98 ^b	
A ₂	18,89 ^a	
A ₃	18,93 ^a	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata pada uji BNT taraf kepercayaan 95 %

Tabel 5, menunjukkan bahwa jumlah baris tertinggi diperoleh pada perlakuan A₃ yang berbeda nyata dengan perlakuan A₀ dan A₁, tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan A₂. Hal ini menunjukkan bahwa semua dosis mikoriza yang diaplikasikan mampu meningkatkan jumlah baris jagung. Pemberian variasi jumlah propagul mikoriza indigenus gulma terlihat jelas terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung. Aplikasi mikoriza pada dosis tinggi akan memberikan pertumbuhan yang relatif lebih baik dibandingkan dengan pemberian mikoriza indigenus gulma dengan dosis lebih rendah. Hal ini terjadi karena infeksi mikoriza indigenus gulma pada akar memungkinkan mineral dapat dialirkan langsung dari satu tanaman ke tanaman lain, atau dari bahan organik ke akar tanaman, juga membentuk lingkungan mikrorisosfer yang dapat merubah komposisi dan aktivitas mikroba. Menurut Nurhayati (2012), bahwa infeksi mikoriza dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan kemampuannya memanfaatkan nutrisi yang ada dalam tanah, terutama unsur P, Ca, N, Cu, Mn, K, dan Mg.

Persentase Infeksi Mikoriza Indigenus Gulma Pada Akar

Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase infeksi mikoriza indigenus gulma pada akar tanaman jagung tertinggi terdapat pada perlakuan A₃ sebesar 46,47%. Pengaruh aplikasi mikoriza indigenus gulma terhadap persentase infeksi mikoriza pada akar tanaman jagung disajikan pada Tabel 6

Tabel 6. Rata-rata Persentase Infeksi Mikoriza Indigenus Gulma Pada Akar Tanaman Jagung (%).

Perlakuan	Rata-Rata Persentase Infeksi Mikoriza (%)	BNT 95%
A ₀	0,00 ^d	7,45
A ₁	23,33 ^c	
A ₂	33,33 ^b	
A ₃	46,67 ^a	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata pada uji BNT taraf kepercayaan 95 %

Tabel 6, menunjukkan bahwa persentase infeksi mikoriza indigenus gulma tertinggi diperoleh pada perlakuan A₃ yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa infeksi mikoriza indigenus gulma pada akar tanaman jagung nampak adanya hifa internal, dan vesikula. Rata-rata persentase infeksi mikoriza indigenus gulma pada akar tertinggi terdapat pada perlakuan A₃ sebesar 46,67%. Vesikula merupakan struktur yang ber dinding tebal, memiliki bermacam-macam bentuk seperti kotak, bulat telur dan tidak teratur mengandung banyak lemak dan nukleus atau inti, yang terpenting dari vesikula memiliki fungsi sebagai tempat penyimpanan dan pertukaran makanan. Puspitasari *et.al*, (2012) mengatakan bahwa efektifitas infeksi mikoriza indigenus gulma, jaringan hifa mikoriza masuk ke dalam sel korteks akar dan membentuk struktur yang khas berbentuk oval yang disebut vesikula dan sistem percabangan hifa yang disebut arbuskular. Pembentukan vesikula diawali dengan adanya perkembangan sitoplasma hifa yang lebih padat, multinukleat dan mengandung partikel lipid dan glikogen. Peranan langsung mikoriza indigenus gulma adalah membantu akar dalam meningkatkan penyerapan air karena hifa fungi masih mampu menyerap air dari pori-pori tanah pada saat akar tanaman sudah mengalami kesulitan mengabsorpsi air, hal ini dikarenakan hifa utama fungi mikoriza indigenus gulma di luar akar membentuk percabangan hifa yang lebih kecil dan halus dari rambut akar dengan diameter kira-kira 2 µm (Sasali, 2004).

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada hasil dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Aplikasi mikoriza indigenus gulma pada berbagai dosis dapat memperbaiki pertumbuhan dan produksi tanaman jagung.
2. Aplikasi mikoriza indigenus gulma dengan 20 g/lubang tanam dan 30 g/lubang tanam memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung.
3. Dosis yang paling efektif untuk memperbaiki komponen pertumbuhan dan produksi tanaman jagung adalah aplikasi dosis 30 g.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Menteri Pendidikan dan Kebudayaan cq Dikti yang telah memberikan kepercayaan dalam memanfaatkan dana penelitian melalui skim hibah penelitian MP3EI tahun 2013 dan 2014. Ucapan terima kasih pula disampaikan kepada Rektor Universitas Halu Oleo dan Ketua Lembaga Penelitian atas layanan administrasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik, 2013. Sulawesi Tenggara Dalam Angka 2013. BPS. Sulawesi Tenggara.
- Dewan Jagung Nasional, 2003. Perumusan Sementara Pertemuan Agribisnis Jagung Menuju Swasembada. Jakarta. Melalui http://www.deptan.go.id/dewan_jagung/deklarasi.htm.
- Dirjen Perlindungan Tanaman, 2005. Departemen Pertanian. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. Jakarta. <http://www.deptan.go.id/ditlin-tp>.
- Halim, 2009. Peran Endomikoriza Indigenus Gulma *Imperata cylindrica* (L) Beauv dan *Eupatorium odorata* (L.) terhadap Kompetisi Gulma dan Tanaman Jagung. Disertasi Program Pascasarjana Universitas Padjadjaran. Bandung.(tidak dipublikasikan).
- Halim, Fransiscus S Rembon, Aminudin Mane Kandari, Resman dan Asrul Sani, 2014a. Characteristics of Indigenous Mycorrhiza of Weeds on Marginal Dry Land in South Konawe Indonesia. *Journal International of Agriculture, Forestry and Fisheries*. ISSN 2328-5648 (online),3(6):456-459.
- Halim, Fransiscus S.R dan Resman, 2014b. Dampak Pemanfaatan Bioteknologi Mikoriza Indigenus Gulma Terhadap Ekonomi Masyarakat Petani Dalam Meningkatkan Produksi Tanaman Jagung Pada Tanah Ultisol. *Prosiding Seminar Nasional Percepatan Pembangunan Ekonomi Indonesia Prespektif Kewilayahan dan Syariah*. ISBN:978-602-71776-0-4, Halaman:310-317.
- Harrier, L.A., 2003. The Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis. A Molecular Review of the Fungal Dimension. *Journal of Experimental Botany*. 52 (469-478).
- Margareththa, 2010. Pemanfaatan Tanah Bekas Tambang Batubara dengan Pupuk Hayati Mikoriza Sebagai Media Tanam Jagung Manis. *J. Hidrolitan*, 1 (3): 1 – 10
- Nurhayati, 2012. Infektivitas Mikoriza Pada Berbagai Jenis Tanaman Inang Dan Beberapa Jenis Sumber Inokulum. *J. Floratek* 7: 25 – 31.
- Puspitasari, D., K.I. Purwani, A. Muhibuddin, 2012. Eksplorasi Vesicular Arbuscular Mycorrhiza (VAM) Indigenus pada Lahan Jagung di Desa Torjun, Sampang Madura. *Jurnal Sains dan Seni Its* 1: 19 – 22.
- Sasali, I., 2004. Peranan Mikoriza Vesikula Arbuskula (MVA) dalam Meningkatkan Resistensi Tanaman Terhadap Cekaman Kekeringan. *Makalah Pengantar ke Falsafah Sains. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor*. Bogor.