

PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI GENOTIPE KEDELAI PADA APLIKASI KOMBINASI JENIS MIKORIZA VESIKULAR ARBUSKULAR (MVA)

EFFECT OF APPLICATION VESICULAR ARBUSCULAR MYCORRHIZAE (VAM) ON SOYBEAN GROWTH AND PRODUCTION

Diterima tanggal 03 Agustus 2016, disetujui tanggal 09 Oktober 2016

B. Rini Widiati, Muh. Izzdin Idrus, Muh. Imran¹

¹*Program Studi Agroteknologi STIPER-YAPIM Maros
e-mail : widiatirini@gmail.com*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi pemberian kombinasi Jenis Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) terhadap pertumbuhan dan produksi genotipe kedelai. Metode Penelitian dilaksanakan dalam bentuk percobaan dengan menggunakan rancangan petak terbagi (RPT), sebagai berikut : Petak Utama (PU) adalah 6 genotipe kedelai (g) mutant generasi ke 4 yaitu : g₁ (genotipe Menyapa, 50 Gy); g₂ (genotipe Orba, 50 Gy); g₃ (genotipe Tanggamus, 50 Gy); g₄ (genotipe Menyapa, 0 Gy); g₅ (genotipe Orba, 0 Gy); g₆ (genotipe Tanggamus, 0 Gy). Anak Petak (AP) adalah kombinasi Jenis mikoriza vesikular arbuskular (m) yaitu control (tanpa mikoriza (m₀), mikoriza *Glomus sp.* + *Gigaspora sp.* (m₁), *Glomus sp.* + *Acaulospora sp.* (m₂), *Gigaspora sp.* + *Acaulospora sp.* (m₃), (*Glomus sp.* + *Gigaspora sp.* + *Acaulospora sp.*) (m₄). Setiap perlakuan pada petak utama, dan anak petak dikombinasikan sehingga terdapat 30 kombinasi perlakuan. Masing-masing kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga seluruhnya terdapat 90 unit tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa : kombinasi jenis mikoriza (*Glomus sp.* + *Gigaspora sp.* + *Acaulospora sp.*) merupakan kombinasi terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi genotipe kedelai, Genotipe Menyapa, 50Gy; genotipe Orba, 50 Gy; genotipe Tanggamus, 50 Gy menghasilkan pertumbuhan dan produksi yang lebih tinggi dibanding genotipe Menyapa, 0 Gy; Genotipe Orba, 0 Gy; Genotipe Tanggamus, 0 Gy.

Kata kunci : kombinasi, jenis, potensi, mikoriza, genotipe.

ABSTRACT

This study aimed to determine the potential of combination applications of vesicular arbuscular Mycorrhizae (VAM) types on the growth and production of soybean genotypes. The research was conducted in experimental forms using a Split Plot design (SPD), as follows: The main plot (MP) consisted of six soybean genotypes (g) of the 4th mutant generations, namely Menyapa genotypes, 50 Gy (g1), Orba genotypes, 50 Gy (g2), Tanggamus genotypes, 50 Gy (g3); Menyapa genotypes, 0 Gy (g4), Orba genotypes, 0 Gy (g5), Tanggamus genotypes, 0 Gy (g6). Sub plot (SP) was a combination of Vesicular Arbuscular Mycorrhizae (m) types, namely control (without mycorrhiza (m0), *Glomus sp.* with *Gigaspora sp.* (m1), *Glomus sp.* with *Acaulospora sp.* (m2), *Gigaspora sp.* with *Acaulospora sp.* (m3), (*Glomus sp.* with *Gigaspora sp.* with *Acaulospora sp.*) (m4). Every treatment in the main plots and subplots was combined so that there were 30 treatment combinations. Each combination treatment was repeated 3 times, so of which there are 90 units of the plants. Results showed that the combination of types of mycorrhiza (*Glomus sp.* + *Gigaspora sp.* + *Acaulospora sp.*) was the best combination for the growth and production of soybean genotypes. Menyapa genotypes, 50Gy; Orba genotypes, 50 Gy; Tanggamus genotypes, 50 Gy generated higher growth and production than Menyapa genotype, 0 Gy; Orba genotype, 0 Gy; Tanggamus genotype, 0 Gy.

Key words: Combination, type, potency, mycorrhizae, genotype.

PENDAHULUAN

Kandungan gizi 100 g biji kedelai yaitu karbohidrat 30 g, lemak 21,88 g, protein 30 g, kalium, Kalsium, posfor magnesium, zink, zat besi, dan serat (Aparicio dkk., 2008). Hal tersebut menjadikan Kedelai dapat sebagai sumber protein nabati yang sangat penting dalam rangka peningkatan gizi masyarakat. Kebutuhan kedelai akan terus meningkat sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk. Hal tersebut tercermin dari permintaan kedelai yang dalam 10 tahun terakhir terus meningkat, jauh melampaui produksi dalam negeri. Kondisi ini menyulitkan banyak industri dan masyarakat yang kesehariannya bergantung pada produk berbahan baku kedelai tahu, tempe, kecap, susu kedelai, taucu, snack, dan sebagainya (Harsono, 2008).

Produksi kedelai saat ini masih jauh di bawah kebutuhan nasional 2015 (sekitar 2,2 juta ton). Produksi kedelai tahun 2015 sebesar 963 183 ribu ton biji kering (BPS, 2016). Peluang peningkatan produksi kedelai di dalam negeri masih terbuka lebar, baik melalui peningkatan produktivitas maupun perluasan areal tanam.

Untuk menurunkan volume impor kedelai pemerintah terus berupaya meningkatkan produksi terutama dengan memanfaatkan lahan-lahan marginal, seperti lahan kering, lahan kering-masam, lahan salin. Lahan kering dapat didefinisikan sebagai suatu hamparan lahan yang tidak pernah digenangi atau tergenang air pada sebagian besar waktu dalam setahun. Lahan kering masam adalah lahan yang mempunyai sifat-sifat seperti pH rendah, kapasitas tukar kation (KTK), kejenuhan basa (KB) dan Corganik rendah, kandungan aluminium (kejenuhan Al) tinggi, fiksasi P tinggi, kandungan besi dan mangan mendekati batas meracuni tanaman, peka erosi, dan miskin unsur biotik (Soepardi, 2001). Selain itu, tanah-tanah yang terbentuk umumnya merupakan tanah berpenampang dalam, berwarna merah-kuning, dan mempunyai kesuburan alami yang rendah (Mulyani, 2009).

Salah satu upaya untuk meningkatkan kemampuan penyerapan unsur hara dan air pada lahan marjinal adalah dengan memberikan fungi mikoriza vesikular arbuskula (MVA) ke dalam tanah. MVA dapat hidup apabila berasosiasi dengan akar tanaman. Secara alami mikoriza terdapat secara luas, mulai dari daerah artik tundra sampai ke daerah tropis dan dari daerah bergurun pasir sampai ke hutan hujan, yang melibatkan lebih dari 80% tumbuhan yang ada (Subiksa, 2002). Setiap jenis CMA mungkin berbeda-beda dalam kemampuannya membentuk hifa di dalam tanah, baik distribusi maupun kuantitas hifa tersebut. Di samping itu sudah dipastikan bahwa

perkembangan infeksi CMA berhubungan dengan kemampuan CMA untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Namun belum diketahui secara pasti apakah pertumbuhan hifa eksternal adalah bersifat khusus, artinya tidak tergantung pada perkembangan infeksi di dalam akar (Delvian, 2005). Kolonisasi oleh lebih dari satu spesies jamur dapat menguntungkan untuk tanaman inang, tidak hanya untuk serapan (Jansa dkk., 2008). Berdasarkan Hal tersebut diatas maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi pemberian kombinasi Jenis Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) terhadap pertumbuhan dan produksi genotipe kedelai.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan dalam bentuk percobaan dengan menggunakan rancangan petak terbagi (RPT), sebagai berikut : Petak Utama (PU) adalah 6 genotipe kedelai (g) mutant generasi ke 4 yaitu : g_1 (genotipe Menyapa, 50 Gy); g_2 (genotipe Orba, 50 Gy); g_3 (genotipe Tanggamus, 50 Gy); g_4 (genotipe Menyapa, 0 Gy); g_5 (genotipe Orba, 0 Gy); g_6 (genotipe Tanggamus, 0 Gy). Anak Petak (AP) adalah kombinasi Jenis Mikoriza Vesikular Arbuskular (m) yaitu control (tanpa mikoriza (m_0), mikoriza *Glomus sp.* + *Gigaspora sp.* (m_1), *Glomus sp.* + *Acaulospora sp.* (m_2), *Gigaspora sp.* + *Acaulospora sp.* (m_3), (*Glomus sp.* + *Gigaspora sp.* + *Acaulospora sp.*) (m_4). Setiap perlakuan pada petak utama, dan anak petak dikombinasikan sehingga terdapat 30 kombinasi perlakuan. Masing-masing kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga seluruhnya terdapat 90 unit tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

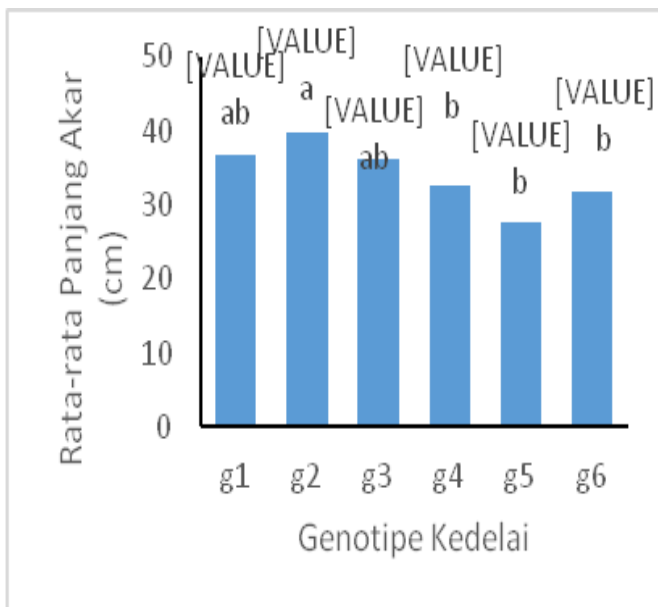
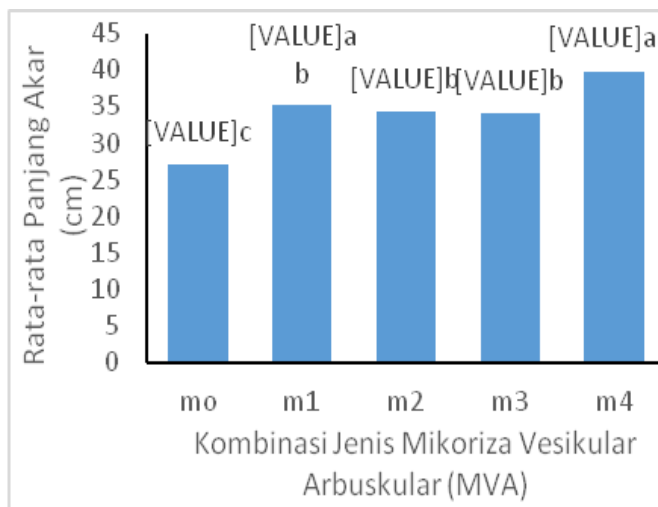
A. Pertumbuhan

Panjang Akar (cm)

Secara keseluruhan berdasarkan hasil analisis ragam perlakuan kombinasi jenis mikoriza berpengaruh nyata terhadap panjang akar, bobot basah akar, jumlah polong, bobot polong dan biji, jumlah biji, bobot biji genotipe kedelai dan infeksi mikoriza. Perlakuan genotipe kedelai berpengaruh nyata terhadap panjang akar, jumlah polong, jumlah biji, bobot biji. Sedangkan kombinasi jenis mikoriza dan genotipe kedelai tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan produksi genotipe kedelai.

Hasil uji lanjut terhadap perlakuan kombinasi jenis mikoriza (Gambar 1a) diketahui bahwa kombinasi jenis mikoriza (*Glomus sp.* + *Gigaspora sp.* + *Acaulospora sp.*) (m_4) memperlihatkan rata-rata panjang akar terpanjang dengan nilai 39,83 cm dan tidak berbeda nyata

dengan m1 tetapi berbeda dengan m3, m2, dan m0. Sedangkan pada perlakuan genotipe kedelai (Gambar 1b) diketahui bahwa genotipe Orba, 50 Gy (g2) memperlihatkan rata-rata panjang akar terpanjang dengan nilai 39,73 cm dan tidak berbeda nyata dengan g1, g3, tetapi berbeda nyata dengan g4, g5 dan g6. Hal tersebut sejalan dengan pernyataan Cardoso and Kupyer, 2006 bahwa secara umum MVA berperan dalam eksplorasi fisik yang luas pada akar tanaman yang terkolonisasi MVA, tidak hanya pada pemanjangan sistem perakaran tanaman. Peranan MVA terhadap metabolisme yang terjadi di perakaran tanaman menyebabkan pertumbuhan tanaman meningkat (Samarbakhsh dkk., 2009).



Gambar 1. Rata-rata Panjang akar (cm) Beberapa Genotipe Kedelai Pada Perlakuan Kombinasi Jenis Mikoriza (a) dan Genotipe Kedelai (b).

Bobot Basah Akar dan Tajuk (g.tan⁻¹)

Tabel 1. Rata-rata Bobot Basah Akar (g.tan⁻¹) dan Bobot Basah Tajuk (g.tan⁻¹) Beberapa Genotipe Kedelai pada Perlakuan Kombinasi Jenis Mikoriza.

Perlakuan Kombinasi Jenis Mikoriza	Rata-rata Bobot Basah Akar (g.Tan ⁻¹)	Rata-rata Bobot Basah Tajuk (g.tan ⁻¹)
m0	2,00 c	14,74 c
m1	2,12 bc	15,53 bc
m2	2,39 b	16,67 ab
m3	2,32 bc	16,51 ab
m4	2,77 a	17,42 a
NP BNT 0,05 (AP ₁)	0,30	
NP BNT 0,05 (AP ₂)	1,59	

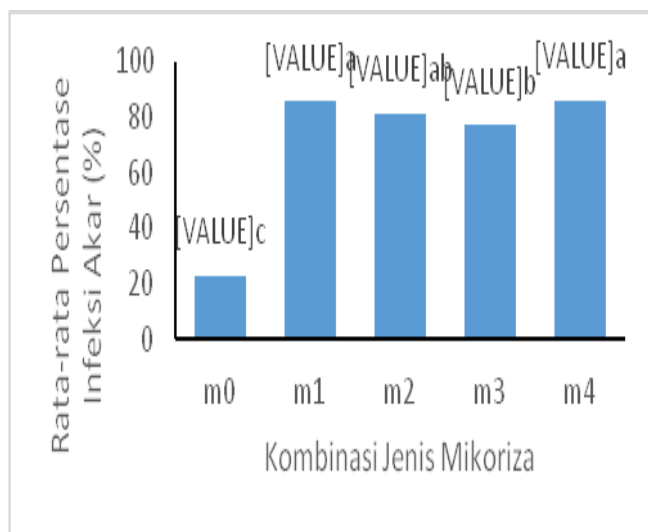
Tabel 2. Rata-rata Bobot Basah Akar (g.tan⁻¹) dan Bobot Basah Tajuk (g.tan⁻¹) Beberapa Genotipe Kedelai.

Perlakuan Genotipe Kedelai	Rata-rata Bobot Basah Akar (g. Tan ⁻¹)	Rata-rata Bobot Basah Tajuk (g.tan ⁻¹)
g1	2,29 bc	17,21 a
g2	2,51 a	17,36 a
g3	2,47 ab	17,24 a
g4	2,24 c	14,52 ab
g5	2,24 c	15,28 ab
g6	2,17 c	15,43 ab
NP BNT 0,05 (PU ₁)	0,22	
NP BNT 0,05 (PU ₂)	2,03	

Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi jenis mikoriza (*Glomus sp.* + *Gigaspora sp.* + *Acaulospora sp.*) (m₄) memperlihatkan rata-rata bobot basah akar dan bobot basah tajuk terberat dengan nilai 2,77 g.tan⁻¹ dan 17,42 g.tan⁻¹. Pada perlakuan genotipe kedelai (Tabel 2) menunjukkan bahwa genotipe Menyapa, 50 Gy (g1), genotipe Orba, 50 Gy (g2), dan genotipe Tanggamus, 50 Gy (g3) memperlihatkan rata-rata bobot segar akar dengan nilai masing-masing secara berurutan 2,29; 2,51; 2,47 g.tan⁻¹ dan rata-rata bobot basah tajuk 17,21; 17,36; 17,24 g.tan⁻¹. Hasil penelitian pemanfaatan MVA terhadap

pertumbuhan dan biomassa pegagan (*Centella asiatica* (L) Urban) menunjukkan bahwa MVA efektif meningkatkan bobot kering akar, daun, terna, dan total tanaman pegagan. FMA dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif dan reproduksi tanaman (Hartoyo dkk., 2015). Pemberian kombinasi isolat FMA memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan vegetatif bibit jarak pagar pada umur 4 bulan setelah tanam (Lizawati dkk 2014).

Infeksi Mikoriza



Gambar 2. Rata-rata Infeksi Akar (%) Beberapa Genotipe Kedelai pada Perlakuan Kombinasi Jenis Mikoriza

Gambar 2 menunjukkan bahwa Kombinasi Jenis mikoriza (*Glomus sp.* + *Gigaspora sp.* + *Acaulospora sp.*) (m_4) menghasilkan rata-rata infeksi akar terbanyak dengan nilai 86,30 % dan tidak berbeda nyata m_1 dan m_2 , tetapi berbeda nyata dengan m_3 , dan m_0 pada perlakuan aplikasi kombinasi mikoriza. Respon utama adanya inokulasi jamur mikoriza pada tanaman kedelai lahan kering adalah pada akar tanaman. Infeksi jamur mikoriza dapat meningkatkan panjang akar dan system perakaran dengan terbentuknya hifa mikoriza. Perkembangan kehidupan mikoriza berlangsung di dalam jaringan akar tanaman inang, yang telah didahului dengan proses infeksi akar (Prihastuti, 2007). Respon yang utama dengan inokulasi mikoriza adalah pada akar tanaman kedelai, yaitu terbentuknya hifa mikoriza sehingga dapat memperluas bidang serapan air dan menyerap unsur - unsur hara makro maupun mikro lainnya di dalam tanah dengan baik (Jannah, 2011).

Produksi

Jumlah Polong, Jumlah Biji, dan Bobot Biji

Tabel 3. Rata-rata Jumlah Polong (polong.tan⁻¹), Jumlah Biji (biji.tan⁻¹), Bobot Biji (g.tan⁻¹) Beberapa Genotipe Kedelai Pada Perlakuan Kombinasi Jenis Mikoriza.

Perlakuan Kombinasi Jenis mikoriza	Rata-rata Jumlah Polong (polong. tan ⁻¹)	Rata-rata Jumlah Biji (biji.tan ⁻¹)	Bobot Biji (g.tan ⁻¹)
m0	24,50	37,22	4,10
m1	28,72	45,94	5,32
m2	29,72	44,28	5,47
m3	30,28	42,44	5,03
m4	33,78	51,72	5,97
NP BNT 0,05 (AP ₁)	3,10		
NP BNT 0,05 (AP ₂)	6,62		
NP BNT 0,05 (AP ₃)	0,54		

Tabel 3 pada perlakuan kombinasi jenis mikoriza menunjukkan bahwa kombinasi jenis mikoriza (*Glomus sp.* + *Gigaspora sp.* + *Acaulospora sp.*) (m_4) memperlihatkan rata-rata jumlah polong terbanyak dengan nilai 101,3 polong.tan⁻¹ dan berbeda nyata dengan m_3 , m_2 , m_1 dan m_0 . Pada rata-rata jumlah biji menunjukkan bahwa kombinasi jenis mikoriza (*Glomus sp.* + *Gigaspora sp.* + *Acaulospora sp.*) (m_4) menghasilkan 51,72 biji.tan⁻¹ dan tidak berbeda nyata dengan m_3 , m_2 , m_1 tetapi berbeda nyata dengan m_0 . Pada rata-rata bobot biji menunjukkan bahwa kombinasi jenis mikoriza (*Glomus sp.* + *Gigaspora sp.* + *Acaulospora sp.*) (m_4) menghasilkan 5,97 g.tan⁻¹, tidak berbeda nyata dengan m_3 , dan berbeda nyata dengan m_3 , m_2 , m_0 .

Delvian (2003), menunjukkan bahwa inokulum campuran 2 isolat (*Glomus sp.*-2 dan *Acaulospora sp.*-1; *Glomus sp.*-2 dan *Gigaspora sp.*;; *Acaulospora sp.*-1 dan *Gigaspora sp.*) dan inokulum campuran 3 isolat (*Glomus sp.*-2, *Acaulospora sp.*-1 dan *Gigaspora sp.*) cenderung lebih efektif dibandingkan isolat tunggal dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman lamtorogung (*Leucaena leucocephala*). Hal ini sejalan dengan pernyataan Jansa dkk., 2008 bahwa Kolonisasi oleh lebih dari satu spesies jamur dapat menguntungkan untuk tanaman inang, tidak hanya untuk serapan P. Delvian (2006) yang menyatakan bahwa mikoriza indigenous memiliki potensi yang tinggi untuk membentuk infeksi yang ekstensif karena mengenali tanaman inangnya, selain itu mikoriza indigenous memiliki sifat toleransi yang lebih tinggi terhadap kondisi lingkungan.

Tabel 4. Rata-rata Jumlah Polong (polong.tan^{-1}), Jumlah Biji (biji.tan^{-1}), Bobot Biji (g.tan^{-1}) Beberapa Genotipe Kedelai

Perlakuan Genotipe Kedelai	Rata-rata Jumlah Polong (polong.Tan^{-1})	Rata-rata Jumlah Biji (biji.ta n^{-1})	Bobot Biji (g.tan^{-1})
g1	29,67 abc	50,80 a	5,49 ab
g2	30,87 ab	45,60 ab	5,55 ab
g3	32,60a	48,13 ab	5,66 a
g4	27,87 bc	40,87 bc	4,97 bc
g5	27,07 c	42,67 bc	4,35 c
g6	28,33 bc	37,87 c	5,03 ab
NP BNT 0,05 (PU ₁)	3,14		
NP BNT 0,05 (PU ₂)	7,12		
NP BNT 0,05 (PU ₃)	0,66		

Pada perlakuan genotipe kedelai (Tabel 4) diketahui bahwa genotipe Menyapa, 50 Gy (g1), genotipe Orba, 50 Gy (g2), genotipe Tanggamus, 50 Gy (g3) memperlihatkan rata-rata jumlah polong, jumlah biji dan bobot biji lebih tinggi dibanding genotipe pembanding (g4, g5, dan g6). Hasil penelitian Hanafiah dkk., 2010 menyatakan bahwa jumlah biji per tanaman kedelai varietas Argomulyo yang di-irradiasi sinar gamma pada dosis 50 Gy, 100 Gy dan 150 Gy lebih tinggi dari kontrol. Tah 2006 menyatakan bahwa terjadi peningkatan jumlah polong pada M1 dimana peningkatan jumlah polong akibat adanya irradiasi sinar gamma mencapai 15-23% dan mencapai jumlah maksimum pada dosis radiasi 30kR. Hasil penelitian Hanafiah, 2012 yang menggunakan Mikro Irradiasi Sinar Gamma untuk meningkatkan keragaman genetik pada Varietas kedelai Argomulyo [*Glycine max* (L) Merr] menghasilkan nilai rata-rata bobot biji per tanaman tertinggi terdapat pada populasi hasil irradiasi 50 Gy.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kombinasi jenis mikoriza (*Glomus sp.* + *Gigaspora sp.* + *Acaulospora sp.*) merupakan kombinasi terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi genotipe kedelai. Genotipe Menyapa, 50 Gy; genotipe Orba, 50 Gy; genotipe Tanggamus, 50 Gy menghasilkan pertumbuhan dan produksi yang lebih tinggi dibanding genotipe Menyapa, 0 Gy; Genotipe Orba, 0 Gy; Genotipe Tanggamus, 0 Gy.

DAFTAR PUSTAKA

- Aparicio M. I, Redondo Cuenca A, M. J. Villanueva-Suárez M J, and Zapata-Revilla M A. 2008. Revisión Soybean, a Promising Health Source. *Nutrición Hospitalaria*. 2008;23(4):305-312. ISSN 0212-1611
- BPS, 2016. Berita Resmi Statistik , (http: BPS. Go.id). diakses : 17 September 2016
- Cardoso IM, TW Kuyper. 2006. Mycorrhizas and Tropical Soil Fertility. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 116: 72-84.
- Delvian. 2003. Keanekaragaman Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) di Hutan Pantai dan Potensi Pemanfaatannya. Studi Kasus di Hutan Cagar Alam Leuweng Sancang Kabupaten Garut, Jawa Barat. Dikutip Dari Disertasi. IPB.
- Delvian, 2005. Respon Pertumbuhan Dan Perkembangan Cendawan Mikoriza Arbuskula Dan Tanaman Terhadap Salinitas Tanah. Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. *e-USU Repository* ©2005 Universitas Sumatera Utara.
- Delvian.2006. Peranan Ekologi dan Agronomi Cendawan Mikoriza Arbuskula. USU Repository, Medan.
- Harsono A. 2008. Strategi Pencapaian Swasembada Pangan Kedelai Melalui Perluasan Areal Tanam di Lahan Kering Masam. Buletin IPTEK Tanaman Pangan, Vol. 3 No. 2.
- Hanafiah D.S, Trikoesoemaningtyas, Yahya S dan Wirnas D, 2010. Studi Radiosensitivitas Kedelai [*Glycine max*(l) merr] Varietas Argomulyo Melalui Irradiasi Sinar Gamma. *Bionatura-Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati dan Fisik* vol. 12, no. 2, Juli 2010 : 103 - 109 issn 1411-0903
- Hanafiah D.S, Trikoesoemaningtyas, Yahya S. dan Wirnas D, 2012. Penggunaan Mikro Irradiasi Sinar Gamma untuk Meningkatkan Keragaman Genetik pada Varietas Kedelai Argomulyo [*Glycine max* (L) Merr]. *Jurnal Natur Indonesia* 14(1), Oktober 2011: 80-85
- Hartoyo B, Trisilawati O, dan Ghulamahdi M. 2015. Tanggapan Pertumbuhan dan Biomasa Pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urban) pada Aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskula dan Pemupukan di Tanah Andosol. *Bul. Litro*, Volume 26, Nomor 2, Desember 2015.
- Jannah H. 2011. Respon Tanaman Kedelai Terhadap Asosiasi Fungi Mikoriza Arbuskular di Lahan Kering. *ganeç swara*. vol. 5 no.2 september 2011
- Jansa J, Smith FA, Smith SE. 2008. Are there Benefits of Simultaneous Root Colonization by Different Arbuscular Mycorrhizal Fungi? *New Phytologist* 177: 779–789.

- Lizawati, Kartika E., Alia Y. dan Handayani R., 2014. Pengaruh Pemberian Kombinasi Isolat Fungi Mikoriza Arbuskula Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) yang Ditanam pada Tanah Bekas Tambang Batu Bara. *Biospecies vol. 7 no.1, januari 2014, hal. 14-21*.
- Mulyani, A., Rachman, A., Datrah, A., Penyebaran Lahan Masam, Potensi dan Ketersediaannya Untuk Pengembangan Pertanian. Buku Fosfat Alam: Pemanfaatan fosfat Alam Yang Digunakan Langsung Sebagai Pupuk Sumber P. Penerbit Balai Penelitian Tanah (elektronik) (2009).
- Prihastuti, (2007). Isolasi dan Karakterisa Mikoriza Vesikuler - Arbuskuler Di Lahan Kering Masam, Lampung Tengah. Balai Penelitian Tanaman Kacang - Kacangan dan Umbi - Umbian (99 - 106),2007. Jalan Raya Kendalpayak, Kotak Pos 66, Malang.
- Subiksa, IGM. 2002. Pemanfaatan Mikoriza Untuk Penanggulangan Lahan Kritis. Makalah Falsafah Sains Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Soepardi, H. G. 2001. Strategi Usahatani Agribisnis Berbasis Sumber Daya Lahan. hlm. 35-52 dalam Prosiding Nasional Pengelolaan Sumber daya Lahan dan Pupuk Buku I. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor
- Tah P.R.2006. Studies on Gamma Ray Induced Mutations in Mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek]. *Asian Journal of Plant Science*, 5(1):61-70.