



PENGARUH PEMBERIAN PUPUK MAGNESIUM DAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA (FMA) TERHADAP FASE VEGETATIF TANAMAN JAGUNG MANIS (*Zea Mayz Saccharata Sturt*) PADA TANAH ULTISOL

THE EFFECT OF GIVING MAGNESIUM FERTILIZER AND MICORIZA ARBUSCULA (AMF) FERTILIZER TO VEGETATIVE PHASE OF SWEET CORN PLANTS (*Zea Mayz Saccharata Sturt*) ON ULTISOL SOIL

Arif Amrizal^{1*}, Warnita², Armansyah³,

1 Program Studi Agronomi, Program Pascasarjana Universitas Andalas, Padang, Indonesia, email:
arif.amrizal114@gmail.com

2 Program Studi Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang, Indonesia email:
Warnita@agr.unand.ac.id

3 Program Studi Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang, Indonesia email:
penulis_3@abc.ac.id

* Penulis Korespondensi: E-mail: arif.amrizal114@gmail.com

ABSTRAK

Tanah ultisol merupakan tanah yang miskin unsur hara luasannya mencapai 25% dari luasan daratan Indonesia, magnesium termasuk salah satu unsur hara makro yang ketersediaannya bagi tanaman relatif susah. Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) merupakan organisme yang mampu hidup di tanah marginal dan mampu bersimbiosis dengan baik dengan berbagai jenis akar tanaman salah satunya jagung manis, aplikasi magnesium dan FMA diharapkan jadi solusi untuk pengoptimalan fungsi lahan budidaya jagung manis pada tanah ultisol. Tujuan penelitian untuk melihat respon tanaman jagung manis terhadap pemberian pupuk magnesium dengan FMA, melihat interaksi pupuk magnesium dengan FMA pada fase vegetatif tanaman jagung manis. Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial, yang terdiri dari Faktor pertama (A) pemberian pupuk magnesium dan faktor kedua (M) pemberian mikoriza, didapat 8 kombinasi percobaan dengan 3 ulangan sehingga didapat 24 satuan percobaan. Faktor pertama (A) pemberian pupuk Magnesium dengan 4 taraf perlakuan (A1) 20 kg/ha, (A2) 30 kg/ha, (A3) 40 kg/ha, dan (A4) 50 kg/ha. Faktor kedua (M) pemberian mikoriza dengan 2 taraf perlakuan. Tanpa mikoriza (M_0) dan Pemberian mikoriza (M_1). Pengamatan Tinggi tanaman, Diameter batang, Luas Daun, Laju Asimilasi Bersih (LAB), Laju Tumbuh Relatif (LTR), Umur keluar bunga jantan dan umur keluar bunga betina, Pengamatan FMA. Hasil penelitian pada fase vegetatif tanaman jagung manis seperti tinggi tanaman, luas daun dan LAB tanaman tidak memberikan pengaruh pada tanaman, sedangkan diameter batang, LTR dan infeksi akar menunjukkan perbedaan pada pemberian FMA, pemberian pupuk Mg tidak berbeda nyata. Umur muncul bunga pemberian FMA tidak berbeda nyata sedangkan pemberian pupuk Mg ada perbedaan.

Kata Kunci : *FMA, Magnesium, Jagung manis, Ultisol*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terbentang luas dari Sabang sampai Merauke. Salah satu jenis tanah yang banyak dijumpai di Indonesia adalah Ultisol, dengan luasan sekitar 45,794,000 ha atau 25 % dari luas wilayah daratan Indonesia yang penyebarannya terdapat di beberapa pulau besar (Alibasyah, 2016). Ultisol merupakan tanah yang mempunyai kandungan bahan organik yang rendah, tanahnya berwarna merah kekuningan, reaksi tanah yang masam, kejenuhan basa yang rendah, dengan kadar Al yang tinggi (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006), pH tanah Ultisol adalah <5,5

Arif Amrizal, Warnita , Armansyah: Pengaruh Pemberian Pupuk Magnesium Dan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Terhadap Fase Vegetatif Tanaman Jagung Manis (Zea Mayz Saccharata Sturt) Pada Tanah Ultisol, (Hal 1-16)

(Bintang, guchi dan Simanjuntak, 2012), mempunyai kandungan bahan organik rendah serta miskin akan kandungan hara makro terutama P, K, Ca, dan Mg (Sujana dan Pura, 2015).

Pada tanah ultisol selain jumlah hara yang tersedia rendah, sifat dari unsur hara itu juga mempengaruhi ketersediaannya bagi tanaman, seperti magnesium (Mg). Magnesium sangat susah tersedia bagi tanaman disebabkan karena konsentrasi magnesium dalam larutan tanah yang diekstraksi dalam kapasitas lapang berkisar antara 2,5 μM dan 8,5 μM (Conn *et al.*, 2011). Sebagian besar Mg tanah (90-98%) tergabung dalam struktur kisi kristal mineral, dan tidak tersedia secara langsung untuk serapan tanaman (Senbayram *et al.* 2015). Mg yang tersedia bagi tanaman hanyalah dalam bentuk Mg^{2+} , merupakan jari-jari atom terkecil tetapi memiliki jari – jari terhidrasi terbesar diantara kation (Maguire and Cowan. 2002). Sifat kimiawi yang unik dari Mg^{2+} menjadikannya berikatan lemah dengan koloid tanah bermuatan negatif dan dinding sel akar yang menyebabkan Mg mudah hilang dari tanah (Aiten *et al.*, 1999; Grzebisz, 2011).

Keadaan seperti itu menyebabkan budidaya tanaman pada tanah ultisol selalu memberikan hasil yang kurang memuaskan, untuk meningkatkan hasil perlu dilakukan peningkatan kesuburan tanah. Peningkatan kesuburan tanah menggunakan bahan organik tentu membutuhkan jumlah yang sangat besar, oleh karena itu perlu alternatif untuk meningkatkannya. Alternatif peningkatan kesuburan tanah salah satunya dengan mikoriza (Rengganis, 2013).

Tanaman dengan mikoriza mempunyai simbiosis mutualisme, Tanaman inang memasok jamur biotrofik obligat dengan foto asimilasi, seperti heksosa dan asam lemak (Rich *et al.*, 2017), Sebagai gantinya, jamur mikoriza mendukung tanaman dengan memobilisasi nutrisi, terutama fosfat dan nitrogen, dan air dari tanah (smith and read,2010, Keymer *et al.*, 2017; Luginbuehl *et al.*, 2017). Dominasi jamur mikoriza menunjukkan pola yang kontras (Soudzilovskaia *et al.*, 2019), Tanaman dapat memperoleh hingga 100% hasil Pi (fosfat anorganik) melalui transporter jamur mikoriza arbuskula (Smith dan Smith, 2015) jamur mikoriza juga membantu tanaman terhadap cekaman abiotik (Ferrol *et al.*, 2016).

Infeksi mikoriza dapat meningkatkan kemampuan tanaman dalam memanfaatkan nutrisi terutama unsur P, Ca, N,Cu, Mn, K, dan Mg (Pulungan, 2015), karena kolonisasi mikoriza pada akar tanaman dapat memperluas bidang serapan akar dengan adanya hifa eksternal yang tumbuh dan berkembang melalui bulu akar (Sari dan Ermavitalini, 2014). Diameter rambut akar, 5-20 μm (Wulfsohn dan Nyengaard 1999), dan hifa, 3–7 μm (Bago 2000; Dodd *et al.*, 2000). Respon mikoriza pada tingkat ketersediaan hara dipengaruhi oleh sifat akar pada tingkat spesies tanaman (Tran *et al.*, 2019), dengan sifat morfologi dan komponen akar terutama diameternya merupakan prediktor peningkatan mikoriza dalam mengakisis hara terutama fosfor (P) (Wen *et al.*, 2019).

Fungi Mikoriza dalam menginfeksi sistem perakaran pada tiap – tiap tanaman akan berbeda (Smith *and* Read, 2010), kecocokan Fungi mikoriza dengan inang dimulai dari respon spora jamur terhadap akar tanaman karena adanya sinyal flavonoid dari eksudat akar, jika terjadi kecocokan maka akan terjadi simbiosis (Budi *et al.*, 2014). Jagung manis (*zea mayz saccharata sturt*) merupakan salah satu tanaman yang bisa bersimbiosis dengan mikoriza. Menurut Nuridayati *et al.*, (2019), Hasil keseluruhan pengamatan koloni Mikoriza pada akar tanaman tertinggi terdapat pada tanaman inang jagung manis dengan jenis spora mikoriza *Glomus sp.* sebesar 86%, dan spora mikoriza *Acaulospora sp.* 47%.

Jadi dari permasalahan yang telah dijelaskan, untuk mengoptimalkan penyerapan pupuk magnesium oleh tanaman dan perbaikan tanah ultisol pemilihan tanaman jagung manis dengan aplikasi mikoriza diharapkan bisa jadi solusinya. Tujuan dari penelitian ini adalah pertama untuk melihat respon tanaman jagung manis terhadap pemberian pupuk magnesium dengan fungi mikoriza arbuskula. Kedua melihat interaksi antara pemberian pupuk magnesium dengan mikoriza arbuskula pada serapan hara tanaman jagung manis.

METODE PENELITIAN

Waktu Dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Andalas. Padang, Laboratorium fisiologi tumbuhan Fakultas Pertanian dan Laboratorium dasar Universitas Andalas. Waktu Pelaksanaan Penelitian Agustus 2020 sampai dengan Oktober 2020.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam percobaan ini adalah benih jagung manis, Pupuk magnesium, Fungi mikoriza arbuskula. Alat yang digunakan adalah spektrofotometer, jangka sorong, *handsprayer*, kamera, ajir, gayung, cangkul, pisau, parang, label, ember, tali plastik, timbangan, jangka sorong, meteran, gunting pemotong, polybag 17,5 x 40 cm, dan alat tulis.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial, dengan 2 faktor. Faktor pertama (A) pemberian pupuk magnesium dan faktor kedua (M) pemberian mikoriza. Dari kedua faktor didapat 8 kombinasi percobaan dengan 3 ulangan sehingga didapat 24 satuan percobaan. Tiap satuan percobaan diambil 15 tanaman sampel.

Faktor pertama (A) pemberian pupuk Magnesium dengan 4 taraf perlakuan.

20 kg/ha	(A1)
30 kg/ha	(A2)
40 kg/ha	(A3)
50 kg/ha	(A4)

Faktor kedua (M) pemberian mikoriza dengan 2 taraf perlakuan.

Tanpa mikoriza	(M0)
Pemberian micoriza	(M1)

Hasil pengamatan dianalisis secara sidik ragam dengan uji F, jika F hitung perlakuan lebih besar dari F tabel 5% dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.

Pelaksanaan

Persiapan Media Tanam

Tanah yang digunakan adalah tanah ultisol yang terdapat pada lahan percobaan Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Tanah analisis labor untuk menentukan kandungannya lalu di tambah dengan pupuk dasar (pupuk kadang ayam) berdasarkan hasil analisis labor, kemudian diaduk secara merata dan di inkubasi selama satu minggu. Media yang telah diaduk dengan pupuk kandang ayam dimasukkan ke polybag kemudian di atur jarak antar polybag 50 cm x 20 cm.

Pemberian pupuk (Perlakuan)

Pemberian pupuk magnesium dilakukan secara 2 kali yaitu pada saat tanaman berumur 1 mst dengan dosis $\frac{1}{2}$ dari perlakuan dan pada umur 3 mst dengan dosis $\frac{1}{2}$ dari perlakuan. Pupuk magnesium di gunakan adalah kieserite (29% MgO, 23% Sulfur, 48% zat pembawa), dengan dosis yang digunakan A1 (20 kg/ha), A2 (30 kg/ha), A3 (40 kg/ha) dan A4 (50 kg/ha).

Pemberian Mikoriza

Fungi mikoriza arbuskular diaplikasikan sebanyak 1 kali yaitu pada saat penanaman dengan dosis 10 g/tanaman.

Pemeliharaan

Pemeliharaan yang dilaksanakan dalam penelitian ini adalah Penyulaman, Seleksi, Penyiangan, Penyiraman dan Pengendalian hama dan penyakit

Pengamatan

Pengamatan yang dilaksanakan Tinggi tanaman, Diameter batang, Luas Daun, Laju Asimilasi Bersih (LAB), Laju Tumbuh Relatif (LTR), Pengamatan Infeksi Akar oleh FMA

Laju Asimilasi Bersih (LAB)

Laju Asimilasi Bersih (LAB) merupakan laju pertambahan bahan kering total tanaman per satuan luas daun per satuan waktu selama periode waktu tertentu. Pengamatan dilakukan saat tanaman berumur 30 hst, 40 hst dan 50 hst dengan menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Gardner *et al.*, (1991). Tanaman sampel yang dikeringkan dalam oven pada suhu 70 °C ditimbang untuk memperoleh bobot kering total tanaman. Pengeringan dilakukan selama 48 jam sampai bobot kering tanaman tetap.

Arif Amrizal, Warnita , Armansyah: Pengaruh Pemberian Pupuk Magnesium Dan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Terhadap Fase Vegetatif Tanaman Jagung Manis (*Zea Mayz Saccharata Sturt*) Pada Tanah Ultisol, (Hal 1-16)

$$LAB = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1} \times \frac{\ln L_2 - \ln L_1}{L_2 - L_1} \text{ mg cm}^{-2} \text{ hari}^{-1}$$

Keterangan:

- W₂ : Bobot kering total tanaman pada waktu t₂,
- W₁ : Bobot kering total tanaman pada waktu t₁,
- lnL₂ : Logaritma natural dari luas daun tanaman pada waktu t₂,
- lnL₁ : Logaritma natural dari luas daun tanaman pada waktu t₁,
- L₂ : Luas daun tanaman pada waktu t₂,
- L₁ : Luas daun tanaman pada waktu t₁,
- t₂ : Waktu pengamatan sesudah t₁,
- t₁ : Waktu pengamatan tertentu.

Laju Tumbuh Relatif (LTR)

Laju Tumbuh Relatif (LTR) merupakan peningkatan berat kering tanaman dalam suatu interval waktu, erat hubungannya dengan berat awal tanaman. Pengamatan dilakukan saat tanaman berumur 30 hst, 40 hst dan 50 hst, dengan menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Gardner et al., (1991):

$$LTR = \frac{\ln W^2 - \ln W^1}{t^2 - t^1} \text{ g g}^{-1} \text{ hari}^{-1}$$

Keterangan:

- lnW₂ : Logaritma natural dari bobot kering total tanaman pada waktu t₂,
- lnW₁ : Logaritma natural dari bobot kering total tanaman pada waktu t₁,
- t₂ : Waktu pengamatan sesudah t₁,
- t₁ : Waktu pengamatan tertentu.

Umur keluar bunga jantan dan umur keluar bunga betina

Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah hari yang dibutuhkan oleh tanaman, mulai saat tanam sampai muncul bunga jantan dan bunga betina minimal 75 % dari seluruh tanaman sampel di setiap petak percobaan. Kriteria keluarnya bunga jantan adalah mulai muncul tassel diantara daun pembungkusnya, minimal sepanjang 5 cm. Kriteria keluarnya bunga betina adalah mulai muncul rambut minimal sepanjang 5 cm dari kelobot yang membungkusnya.

Pengamatan Fungi Mikoriza Arbuskula

Pengamatan dilakukan saat tanaman berumur 50 Hst, dengan mengamati persentase infeksi mikoriza yang terdapat pada akar tanaman jagung manis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Percobaan ini menunjukkan tidak adanya interaksi antara pemberian pupuk magnesium dengan fungi mikoriza arbuskula. Pemberian beberapa dosis pupuk magnesium tidak memberikan pengaruh yang berbeda pada tinggi tanaman tanaman jagung manis, begitu juga pemberian fungi mikoriza arbuskula tidak memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tanaman jagung manis. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Tinggi tanaman jagung manis pada umur 6 MST dengan pemberian beberapa dosis pupuk magnesium dan fungi mikoriza arbuskula

Dosis Magnesium	Mikoriza		Rata -Rata
	Tanpa Mikoriza	Pemberian mikoriza	
20 kg/ha	145,08	150,92	148,00 A
30 kg/ha	154,58	158,25	156,42 A
40 kg/ha	154,75	158,42	156,58 A
50 kg/ha	154,17	158,58	156,38 A
Rata -Rata	152,15 a	156,54 a	

KK= 3,95

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNT pada taraf 5%

Data Tabel 1 bisa kita melihat pemberian beberapa dosis pupuk magnesium dan fungsi mikoriza tidak memberikan pengaruh nyata pada pertumbuhan tinggi tanaman jagung manis. Walaupun pemberian 40 kg/ha pupuk magnesium menunjukkan nilai paling tinggi dibandingkan dengan dosis yang lain tetapi tidak menunjukkan beda nyata secara statistik, begitu juga dengan pemberian fungsi mikoriza arbuskula (FMA) menunjukkan nominal angka yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa mikoriza tetapi menurut statistik tidak berbeda nyata.

Keadaan ini diduga karena fungsi utama dari magnesium adalah untuk fotosintesis. Mg^{2+} mempunyai peran penting pada proses fotosintesis (Rissler *et al*, 2002) fiksasi karbon pada proses fotosintesis (Cakmak, 2010; Lundqvst *et al*, 1991) juga berperan dalam partisi karbohidrat dari source ke sink dengan mengatur pemuatan floem sukrosa (Verbrugen and Hermans, 2013; Lundqvst *et al*, 1991). Jadi peranan Mg^{2+} pada fase vegetatif terutama pada tinggi tanaman tidak begitu terlihat.

Pada fase vegetatif tanaman yang paling berperan adalah unsur N,P, dan K. Dalam penelitian Puspawati *et al* (2016) menjelaskan bahwa konsentrasi pupuk organik cair dengan dosis pupuk N, P, K berpengaruh terhadap tinggi tanaman, kombinasi 1 kali konsentrasi pupuk organik cair dengan ½ dosis pupuk N, P, K mampu memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis. Pupuk N, P, K sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman terutama dalam merangsang pembentukan tinggi tanaman dan pembesaran diameter batang (Hidayati, 2009). Unsur hara N dibutuhkan dalam jumlah besar pada setiap tahap pertumbuhannya, khususnya pada tahap pertumbuhan vegetatif (Novizan, 2002). Pemberian pupuk majemuk memberikan hasil yang nyata pada umur tanaman 5 MST dan 6 MST diduga kandungan N 15% - P15% - K 15% yang terdapat didalam pupuk majemuk bisa mencukupi kebutuhan hara yang dibutuhkan tanaman (Lamakoma *et al*, 2019).

Penyerapan hara oleh tanaman bisa saja dipengaruhi oleh ketersediaan hara yang terdapat pada tanah, jika hara yang tersedia pada tanaman itu sama maka respon tanaman terhadap hara tersebut relatif sama. Pada tanaman yang bersimbiosis dengan FMA bisa dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya kondisi iklim dan sifat tanah (Bahram *et al*, 2018; Oliverio *et al*, 2020; Phillips *et al*, 2019; Van Den Hoogen *et al*, 2019). Pada skala yang lebih kecil, kondisi tanaman dan fungsi organ tanaman bisa mempengaruhi komunitas dan fungsi organisme tanah secara langsung maupun tidak langsung, terutama pada rhizosfer tanaman (Prober *et al.*, 2015; Urbanova *et al.*, 2015).

Diameter Batang

Hasil percobaan ini menunjukkan pada pemberian beberapa dosis pupuk magnesium tidak memberikan perbedaan nyata pada diameter batang tanaman jagung manis tetapi menunjukkan perbedaan pada pemberian FMA, untuk lebih jelas bisa kita lihat pada tabel 2.

Tabel 2. Diameter Tanaman Jagung Manis Pada Saat Tanaman Berumur 45 hst

Dosis Magnesium	Mikoriza		Rata -Rata
	Tanpa Mikoriza	Pemberian Mikoriza	
20 kg/ha	1,90	2,07	1,98 A
30 kg/ha	1,93	2,13	2,03 A
40 kg/ha	2,03	2,03	2,03 A
50 kg/ha	2,03	2,10	2,07 A
Rata -Rata	1,98 a	2,08 b	

KK= 5,22

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNT pada taraf 5%

Tabel 2 kita bisa melihat pemberian magnesium dengan dosis 50 kg/ha tidak berbeda nyata dengan 40 kg/ha, 30 kg/ha dan 20 kg/ha tetapi pada pemberian FMA menunjukkan nilai yang berbeda nyata dengan tanpa FMA. Diduga yang menyebabkan magnesium tidak memberikan pengaruh pada diameter batang karena fungsi utama magnesium umumnya pada daun tanaman bukan pada batang. Unsur hara yang paling berperan pada proses pembentukan batang salah satunya kalium, kalium dapat meningkatkan sintesis dan translokasi karbohidrat, sehingga meningkatkan ketebalan dinding sel dan kekuatan batang (Utomo *et al*, 2015), Pupuk K memberikan pengaruh yang nyata terhadap diameter batang jagung varietas Pertiwi-2, NK-33 dan BISI-2 pada 2-8 MST (Rolli, 2013), dosis pupuk kalium 150 kg ha⁻¹ mampu menghasilkan pertumbuhan dan produksi tanaman jagung manis yang terbaik melalui peningkatan tinggi tanaman, diameter batang, bobot basah tanaman (Mutaqin *et al*, 2019). Selain kalium, Unsur hara N juga banyak dibutuhkan tanaman terutama pada tahap pertumbuhan vegetatif, seperti pembentukan batang dan tunas (Novizan, 2002).

Arif Amrizal, Warnita , Armansyah: Pengaruh Pemberian Pupuk Magnesium Dan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Terhadap Fase Vegetatif Tanaman Jagung Manis (*Zea Mayz Saccharata* Sturt) Pada Tanah Ultisol, (Hal 1-16)

Dari tabel 2 kita juga bisa melihat pemberian FMA memberikan pengaruh yang nyata dibandingkan dengan tanpa FMA. Ini disebabkan FMA mampu bersimbiosis dengan tanaman jagung manis. Penelitian terbaru menunjukkan endofit FMA termasuk kedalam Penelitian terbaru menunjukkan endofit FMA termasuk kedalam kelas fungi mucoromycotina (Bonfante, 2020; Hoysted *et al.*, 2019) dan Fungi Glomeromycotina (Begum *et al.*, 2019) yang mampu memfasilitasi produksi tanaman karena proses asosiasi yang menguntungkan tanaman inang. Manfaat utama bagi tanaman inang adalah dalam penyerapan nutrisi tanah (Raven *and* Edwards 2001), hifa estradis dari suatu sistem akar tanaman mencari nutrisi keseluruhan bagian tanah sehingga membentuk koloni yang mengarah pada pembentukan jaringan FMA. Jaringan FMA mampu mendistribusikan mineral seperti nitrogen (N) (Jalonen *et al.*, 2009), fosfor, dan karbon (Nakano-Hylander *and* Olsson 2007) antara spesies tanaman yang terinfeksi. sehingga berdampak pada pertumbuhan tanaman (Saddique *et al.*, 2018; Teste *et al.*, 2010), fisiologi tanaman serta tahan terhadap cekaman (Bingham *and* Simard 2011; Teste *et al.*, 2009), dan memperbaiki sifat tanah (Muneer *et al.*, 2020).

Luas Daun

Luas daun merupakan indikator pertumbuhan tanaman yang penting karena laju fotosintesis per satuan tanaman dominan ditentukan oleh luas daun. Respon daun tanaman jagung manis terhadap pemberian pupuk magnesium dengan FMA dapat kita lihat pada tabel 3.

Tabel 3. Lebar Daun Tanaman Jagung Manis Pada Saat Tanaman Berumur 50 hst

Dosis Magnesium	Mikoriza		Rata -Rata
	Tanpa Mikoriza	Pemberian Mikoriza	
20 kg/ha	3720,36	4103,08	3911,72 A
30 kg/ha	4306,21	4333,48	4319,84 A
40 kg/ha	4132,21	4526,99	4329,60 A
50 kg/ha	4184,14	4748,14	4466,14 A
Rata -Rata	4085,73 a	4427,92 a	

KK= 10,10

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNT pada taraf 5%

Dari tabel 3 kita bisa melihat pemberian beberapa dosis pupuk magnesium dan FMA tidak memberikan pengaruh nyata pada lebar daun tanaman jagung manis. Diduga ini disebabkan oleh penyusun utama daun adalah nitrogen, untuk memenuhi kebutuhan tanaman dalam percobaan ini dilakukan pemupukan nitrogen, fosfor dan kalium dengan dosis yang sama, sesuai rekomendasi Dinas Pertanian (urea 300 kg/ha, SP- 36 100 kg/ha, dan KCl 75 kg/ha). Nitrogen berperan untuk merangsang pertumbuhan vegetatif dan anakan; membuat tanaman hijau; penyusun bahan klorofil daun, lemak dan protein (Rajiman, 2020). Ketersediaan air dan nitrogen mempengaruhi pertumbuhan awal tanaman dan anakan pada rerumputan (Alzueta *et al.*, 2012).

Selain faktor hara, diduga faktor lingkungan juga mempengaruhi pertumbuhan daun tanaman. Sumatera Barat terletak digaris khatulistiwa dan mempunyai suhu relatif tinggi. Pada tanaman jagung suhu tinggi siang dan malam bisa mengganggu pertumbuhan (luas daun dan akumulasi biomassa), laju fotosintesis, transpirasi, efisiensi penggunaan air dan efisiensi kuantum maksimum PSII (Ben-Asher *et al.*, 2008), perubahan suhu merupakan salah satu penyebab utama yang mempengaruhi pertumbuhan, perkembangan dan hasil tanaman baik itu diatas atau dibawah suhu optimal suhu normal bagi tanaman dan itu bisa mempengaruhi fungsi fisiologis tanaman (Shi *et al.*, 2013; Peraudeau *et al.*, 2015). Hasil penelitian Musyayyadah dan vonnisa (2019) menunjukkan bahwa temperatur udara permukaan rata – rata di Sumatera Barat meningkat sekitar 0,007°C-0,01°C/tahun, temperatur maksimum harian meningkat sekitar 0,058°C-0,066°C/tahun, sedangkan temperature udara minimum harian meningkat sekitar 0,028°C-0,045°C/tahun. Pada tanaman jagung transpirasi berpengaruh besar pada penyerapan nutrisi N, P, kalium (K), Ca, magnesium (Mg), dan S (Oliveira *et al.*, 2010). Nutrisi seperti N, P, dan K, yang transpornya sedikit dipengaruhi oleh transpirasi (Nikolic dan Pavlovic, 2018),

Laju Asimilasi Bersih Rata – Rata (LAB)

Laju asimilasi bersih dapat menggambarkan produksi bahan kering atau merupakan produksi bahan kering per satuan luas daun dengan asumsi bahan kering tersusun sebagian besar dari CO2. Nilai laju asimilasi bersih bagi tanaman dapat digunakan untuk mengevaluasi tingkat efisiensi daun

dalam berfotosintesis. Bagaimana respon tanaman terhadap pemberian magnesium dan FMA terhadap laju asimilasi bersih rata-rata tanaman dapat kita lihat pada tabel 4.

Tabel 4. Laju Asimilasi Bersih Rata – Rata Tanaman Jagung Manis Pada Saat Tanaman Berumur 50 hst

Dosis Magnesium	Mikoriza		Rata -Rata
	Tanpa Mikoriza	Pemberian Mikoriza	
20 kg/ha	8,17	8,27	8,22 A
30 kg/ha	8,30	8,28	8,29 A
40 kg/ha	8,25	8,35	8,30 A
50 kg/ha	8,28	8,42	8,35 A
Rata –Rata	8,25 a	8,33 a	

KK= 1,58

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNT pada taraf 5%

Dari tabel 4 kita bisa melihat pemberian beberapa dosis pupuk magnesium dengan FMA tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap laju asimilasi bersih tanaman. Laju asimilasi bersih berkaitan erat dengan luas daun, sesuai dengan hasil penelitian Herlina (2011), laju asimilasi bersih berhubungan dengan indeks luas daun dan cahaya matahari. Semakin banyak cahaya yang diterima oleh luasan daun maka kecepatan asimilasi karbon dioksida (CO₂) meningkat yang mengakibatkan nilai laju asimilasi bersih tinggi (Yusuf. 2016). Peningkatan CO₂ diudara bisa meningkatkan konsentrasi CO₂ pada intraseluler daun mengakibatkan penurunan konduksi stomata dan meningkatkan fotosintesis tanaman C₃ (Ainsworth and Roger, 2007) dan mengakibatkan CO₂ jenuh pada tanaman C₄, dengan demikian penyerapan CO₂ fotosintetik seharusnya secara teoritis tidak masalah (Ghannoum, 2009). Hasil penelitian Yang *et al* (2021) menjelaskan bahan kering di atas permukaan tanah turun 11,1% saat silking dan 21% saat jatuh tempo, dan bahan kering organ vegetatif dan organ reproduksi menurun masing-masing 9,8 dan 20,9% saat silking dan 12,1 dan 25,5% saat kematangan fisiologis.

Laju Tumbuh Relatif (LTR)

Laju Tumbuh Relatif (LTR) merupakan peningkatan berat kering tanaman dalam suatu interval waktu, erat hubungannya dengan berat awal tanaman. Asumsi yang digunakan untuk persamaan kuantitatif laju tumbuh relatif adalah bahwa pertambahan biomassa tanaman per satuan waktu tidak konstan tetapi tergantung pada berat awal tanaman. Untuk lebih jelas bisa kita lihat pada tabel 5.

Tabel 5. Laju Tumbuh Relatif Tanaman Jagung Manis Pada Saat Tanaman Berumur 50 hst

Dosis Magnesium	Mikoriza		Rata -Rata
	Tanpa Mikoriza	Pemberian Mikoriza	
20 kg/ha	4,21	4,34	4,27 A
30 kg/ha	4,21	4,58	4,40 A
40 kg/ha	4,50	4,58	4,54 A
50 kg/ha	4,42	4,60	4,51 A
Rata -Rata	4,34 a	4,53 b	

KK= 3,86

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNT pada taraf 5%

Dari tabel 5 kita bisa melihat pemberian beberapa dosis pupuk magnesium tidak memberikan pengaruh yang nyata pada laju tumbuh relatif tanaman jagung manis. Pada pemberian FMA memperlihatkan perbedaan nyata antara diberi FMA dengan Tidak diberi FMA. Ini disebabkan karena FMA mampu untuk bersimbiosis dengan tanaman jagung, dijelaskan dalam penelitian Field *et al* (2012) Simbiosis saling menguntungkan yang terjadi merupakan peranan kunci terialisasi dan diversifikasi tanaman . FMA memanfaatkan hingga 20% senyawa organik karbon (C) dari hasil fiksasi fotosintesis (Smith, 2010), tanaman mengambil 80% nitrogen (N) dan 100% fosfor yang disediakan oleh FMA (Luginbuehl *et al*, 2017), perkiraan FMA mampu bersimbiosis dengan 78% tanaman darat

Arif Amrizal, Warnita, Armansyah: Pengaruh Pemberian Pupuk Magnesium Dan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Terhadap Fase Vegetatif Tanaman Jagung Manis (*Zea Mayz Saccharata* Sturt) Pada Tanah Ultisol, (Hal 1-16)

(Brundett dan Tedersoo, 2018). Simbiosis dapat menguntungkan bagi tanaman karena mampu menyediakan Pi yang stabil meskipun dilingkungan tercemar Chromium (Lourdes *et al*, 2021).

Hifa ekstra radikal FMA melepaskan jenis protein khusus *glomalin-related soil proteins* (GRSPs) yang memperbaiki struktur tanah sehingga meningkatkan karbon organik tanah dan juga memiliki dampak yang besar kepada tanaman tetangga (Muneer *et al*, 2020). FMA merupakan komponen yang mempunyai peranan penting dalam lingkungan baik itu tingkat individu maupun tingkat ekosistem (Zaki *et al*, 2020) pada tanah kekurangan hara terutama fosfor biasanya tanaman tergantung pada asosiasi FMA (Averill *et al*, 2019) FMA bisa meningkatkan 43% bahan kering kacang arab (Farzaneh *et al*, 2009) membantu tanaman dalam penyerapan hara (Farzaneh *et al*, 2011 ; Rasouli-Sadaghiani *et al*, 2019). Interaksi FMA dengan organisme lain dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Saini *et al*, 2019) kehadiran simbiosis FMA mampu menguraikan Nitrogen (Rahman *et al*, 2019) konsosium FMA dan organisme pelarut fosfat mampu meningkatkan serapam N dan P, meningkatkan hasil dan status ketersediaan nutrisi bagi tanaman (Hao *et al*, 2019).

Umur keluar bunga jantan dan umur keluar bunga betina

Munculnya bunga jantan dan betina pada tanaman jagung merupakan tanda tanaman mulai memasuki fase generatif, pengamatan ini dinyatakan sempurna apabila telah keluar minimal 75% bunga jantan dan betina dari tanaman. Waktu berbunga yang mencerminkan peralihan dari pertumbuhan vegetatif ke reproduksi dalam siklus hidup tanaman juga merupakan salah satu ciri penting yang menentukan kematangan dan adaptasi serta menentukan kualitas (Xu *et al*, 2012) periode pembungan (betina) diidentifikasi sebagai periode kritis untuk penentuan hasil pada jagung (Cerrudo *et al.*, 2013). Untuk melihat munculnya bunga jantan dan betina tanaman jagung manis dapat kita lihat pada tabel 6 dan tabel 7.

Tabel 6. Munculnya Bunga Jantan Tanaman Jagung Manis

Dosis Magnesium	Mikoriza		Rata -Rata
	Tanpa mikoriza	Pemberian mikoriza	
20 kg/ha	57	57	57 B
30 kg/ha	55	54	54 A
40 kg/ha	54	55	55 A
50 kg/ha	54	54	54 A
Rata -Rata	55 a	55 a	

KK= 1,05

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNT pada taraf 5%

Tabel 7. Munculnya Bunga Betina Tanaman Jagung Manis (Hari)

Dosis Magnesium	Mikoriza		Rata -Rata
	Tanpa mikoriza	Pemberian mikoriza	
20 kg/ha	58	58	58 B
30 kg/ha	56	55	55 A
40 kg/ha	55	56	56 A
50 kg/ha	55	55	55 A
Rata -rata	56 a	56 a	

KK= 1,03

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNT pada taraf 5%

Dari tabel 6 dan tabel 7 kita melihat pemberian pupuk magnesium dosis 20 kg/ha memberikan berbedanyata dengan pemberian dosis 30 kg/ha, 40 kg/ha dan 50 kg/ha. Sedangkan pemberian dosis 30 kg/ha tidak berbedanyata dengan dosis 40 kg/ha dan dosis 50 kg/ha. Pemberian dosis 20 kg/ha mempunyai waktu kemunculan bunga jantan maupun betina lebih lama dibandingkan dengan dosis 30kg/ha,40 kg/ha dan 50 kg/ha. Pada pemberian FMA dengan tanpa pemberian FMA menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Ini diduga karena jumlah magnesium yang diserap tanaman. Magnesium (Mg) merupakan unsur hara yang esensial bagi tanaman karena terlibat dalam berbagai proses fisiologis dan biokimia, termasuk fotosintesis, aktivasi enzim, dan sintesis asam nukleat dan protein (Chen *et al*, 2017).

Magnesium diserap tanaman dalam bentuk Mg^{2+} , Mg^{2+} adalah ion terpenting untuk fotosintesis, karena 15-35% dari total Mg tanaman terikat dalam kloroplas, merupakan penyusun utama klorofil dan komponen kunci dalam proses transfer energi (Cakmak and Yazici, 2010). Selain menjadi ion penyusun utama molekul klorofil, Mg adalah aktivator lebih dari 300 enzim (Marschner, 2012; Shaul, 2002). Fotosintesis merupakan proses sintesis molekul organik dengan menggunakan bantuan energi cahaya matahari, pada tanaman yang berperan dalam persepsi cahaya matahari salah satunya fitokrom. Fitokrom adalah khromoprotein yang mengandung khromofor dan apoprotein yang mengalami perubahan formasi dalam bentuk Pr Dan Pfr (Rockwell *et al*, 2006). Sistem regulasi fotoreseptor berperan penting dalam pengaturan persepsi cahaya, termasuk fitokrom atau yang memiliki struktur sama seperti fitokrom diantaranya *cryptochromes*, *phototropins*, *protochlorophyllide*, dan UV-B *photoreceptors* (UVR8) (Kong and Okajima, 2016; Moglich *et al*. 2010 ; Su *et al*, 2017)

Penelitian terbaru memberi penjelasan kepada kita tentang integrasi sinyal yang dimediasi oleh fitokrom kedalam proses sel dan perkembangan lainnya, seperti pemanjangan hipokotil, percabangan pucuk, waktu sirkadian tanaman dan waktu pembungaan, sering melibatkan pensinyalan antar sel serta antar organ yang lebih kompleks (Wang and Wang, 2014). Di asumsikan efek dari regulasi fitokrom merupakan bentuk respon utama tanaman dari akibat aktifitas enzim, regulasi proses metabolisme, terutama pada biosintesis yang mempunyai berat molekul oksidan dan pigmen fotosintesis rendah serta semua ekspresi gen yang diatur oleh fitokrom, mempunyai peranan dalam pensinyalan antar sel (Kreslavski *et al*, 2013; Inagaki *et al*, 2013; Zhao *et al*, 2013). Jadi setiap respon metabolisme tanaman yang dianggap membahayakan seperti kekurangan atau kelebihan hara, salinitas, kekeringan dan lain – lain semuanya dikendalikan oleh sistem fitokrom (Carvalho *et al*, 2011; Gavassi, 2017).

Pengamatan Fungi Mikoriza Arbuskula

Pengamatan persentase infeksi FMA pada akar tanaman jagung dilakukan pada saat tanaman berumur 50 hst. Pengamatan ini dilakukan untuk melihat seberapa persen infeksi FMA pada akar jagung manis setelah diberikan FMA. Hasil dari pengamatan ini dapat kita lihat pada tabel 8.

Dari tabel 8 bisa dilihat pada perlakuan pupuk magnesium tidak ada berpengaruh terhadap infeksi FMA pada akar jagung manis, dosis 20 kg/ha, 30 kg/ha, 40 kg/ha dan 50 kg/ha tidak menunjukkan beda nyata antara satu dengan yang lain. Pada pemberian FMA dengan tidak diberikan FMA terlihat berbeda nyata. Dari tabel 8 bisa dilihat tanaman yang diberikan FMA rata-rata terinfeksi 98,3% dari total akar yang diamati, sedangkan tanpa FMA hanya 4,2% infeksi FMA. Seharusnya perlakuan tanpa FMA jumlah infeksi FMA 0% tapi mungkin FMA yang ada pada akar jagung manis tersebut merupakan FMA endemik atau terbawa air waktu melakukan penyiraman tanaman, karena air yang dipakai untuk menyiram tanaman selama percobaan berlangsung tidak ada dilakukan pensterilan. Air langsung diambil dari sungai kemudian disiramkan ke tanaman tanpa dilakukan sterilisasi terlebih dahulu. Selain itu juga disebabkan oleh kemampuan FMA bersimbiosis dengan berbagai jenis tanaman.

Tabel 8. Persentase infeksi FMA pada akar tanaman jagung dilakukan pada saat tanaman berumur 50 hst

Dosis Magnesium	Mikoriza		Rata -Rata
	Tanpa Mikoriza %	Pemberian Mikoriza %	
20 kg/ha	3,3	100,0	51,7 A
30 kg/ha	6,7	96,7	51,7 A
40 kg/ha	3,3	100,0	51,7 A
50 kg/ha	3,3	96,7	50,0 A
Rata -Rata	4,2 a	98,3 b	

KK= 9,76

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji lanjut BNT pada taraf 5%

Penelitian Permanasari *et al*. (2016) semakin tinggi spora mikoriza yang diberikan maka tingkat koloni FMA pada akar tanaman yang ada di dalam tanah akan semakin banyak. Menurut Kafid *et al*. (2015). semakin tinggi koloni FMA pada akar tanaman dapat diindikasikan semakin aktif spora mikoriza tersebut menginfeksi akar dan memperluas daerah serapan akar terhadap air dan unsur hara, sehingga tanaman dapat tumbuh dengan optimal. Selain itu FMA termasuk dalam jamur endomikoriza, Jamur endomikoriza mempunyai relasi yang sangat luas pada tanaman pertanian,

Arif Amrizal, Warnita , Armansyah: Pengaruh Pemberian Pupuk Magnesium Dan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Terhadap Fase Vegetatif Tanaman Jagung Manis (*Zea Mayz Saccharata Sturt*) Pada Tanah Ultisol, (Hal 1-16)

perkebunan dan kehutanan, serta diperkirakan lebih dari 93% bisa bersimbiosis dengan akar tanaman tingkat tinggi (Nurhayati, 2012).

KESIMPULAN

Pemberian pupuk Mg dengan FMA tidak memberikan pengaruh pada tinggi tanaman, luas daun, dan laju asimilasi bersih, sedangkan pada pengamatan diameter batang, laju tumbuh rekatif dan infeksi akar hanya pemberian FMA yang berpengaruh, pengaruh pemberian pupuk Mg yang terlihat hanya pada waktu muncul bunga. Fase vegetatif tanaman jagung manis pemberian beberapa dosis pupuk Mg dengan FMA belum terlihat adanya interaksi, mungkin karena pada fase ini Mg tidak banyak terlibat dalam proses metabolisme tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainsworth, E.A., Rogers, A., 2007. The response of photosynthesis and stomatal conductance to rising [CO₂]: mechanisms and environmental interactions. *Plant Cell Environ.* 30, 258–270.
- Aitken R.L, Dickson T, Hailes K.J, Moody P.W. 1999 . Response of field-grown maize to applied magnesium in acidic soils in north-eastern Australia, *Aust. J. Agric. Res.* 50. 191-198.
- Alibasyah, R. 2016. Perubahan beberapa sifat fisika dan kimia ultisol akibat pemberian pupuk kompos dan kapur dolomite pada lahan berteras. *J. Floratek.* Vol : 11. No : 1. p. 75-87.
- Alzueta, I., Abeledo, L.G., Mignone, C.M., Miralles, D.J., 2012. Differences between wheat and barley in leaf and tillering coordination under contrasting nitrogen and sulfur conditions. *Eur. J. Agron.* 41, 92–102.
- Averill, C., Bhatnagar, J.M., Dietze, M.C., Pearse, W.D., Kivlin, S.N., 2019. Global imprint of mycorrhizal fungi on whole-plant nutrient economics. *Proc. Natl Acad. Sci. U.S.A.* 116 (46), 23163_23168.
- Bahram, M., Hildebrand, F., Forslund, S. K., Anderson, J. L., Soudzilovskaia, N. A., Bodegom, P. M., & Huerta-Cepas, J. 2018. Structure and function of the global topsoil microbiome. *Nature*, 560(7717), 233–237
- Bago B . 2000. Putative sites for nutrient uptake in arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant Soil* 226 : 263–274
- Begum, Y. A., & Deka, S. C. (2019). Chemical profiling and functional properties of dietary fibre rich inner and outer bracts of culinary banana flower. *Journal of Food Science & Technology.* <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04000-4>
- Ben-Asher, J., Garcia, Y.G.A, Hoogenboom, G., 2008. Effect of high temperature on photosynthesis and transpiration of sweet corn (*Zea mays* L. var. *rugosa*). *Photosynthetica.* 46, 595-603.
- Bingham, M.A., Simard, S.W., 2011. Do mycorrhizal network benefits to survival and growth of interior Douglas-fir seedlings increase with soil moisture stress? *Ecology and evolution* 1, 306e316.
- Bintang, Guchi, H., dan G, Simanjuntak. 2012. Perubahan Sifat Tanah Ultisol untuk Mendukung Pertumbuhan Tanaman Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) oleh Perlakuan Kompos dan Jenis Air Penyiram. Departemen Agroteknologi, Fakultas Pertanian, USU Medan.
- Bonfante P., Venice F. (2020). Mucoromycota: going to the roots of plant-interacting fungi. *Fungal Biol. Rev.* 34 100–113. 10.1016/j.fbr.2019.12.003
- Brundett, M., Tedersoo, L., 2018. Evolutionary history of mycorrhizal symbioses and global host plant diversity. *New Phytol.* 220, 1108–1115.

- Budi S.W., Kemala I.F., Turjaman M. 2014. Pemanfaatan fungi mikoriza arbuskula (FMA) dan arang tempurung kelapa untuk meningkatkan pertumbuhan semai *Gmelina arborea* Roxb. Dan *Ochroma bicolor* Rowlee. di persemaian. *J.Silvikultur Trop* 5 (1): 24-32
- Cakmak I and Yazici A.M., 2010. Magnesium: a forgotten element in crop production, *Better Crops* 94 .P. 23-25.
- Carvalho R.F., Campos M.L., Azevedo R.A., 2011. The role of phytochrome in stress tolerance, *J. Integr. Plant Biol.* 53 P. 920–929.
- Cerrudo, A., di Matteo, J.A., Fernandez, E., Robles, M., Pico Olmedo, L., Andrade, F.H., 2013. Yield components of maize as affected by short shading periods and thinning. *Crop Pasture Sci.* 64, 580–587.
- Chen Z.C.,Peng W.T., Li J., Liao H. 2017. Functional dissection and transport mechanism of magnesium in plants. Root Biology Center, Fujian Agriculture and Forestry University, Fujian, Fuzhou 350002, China; *Seminars in Cell and Developmental Biology* <http://dx.doi.org/10.1016/j.semcdb.2017.08.005>
- Conn, S.J., Conn, V., Tyerman, S.D., Kaiser, B.N., Leigh, R.A., Gilliam, M., 2011. Magnesium transporters, MGT2/MRS2-1 and MGT3/MRS2-5, are important for magnesium partitioning within *Arabidopsis thaliana* mesophyll vacuoles. *New Phytologist* 190, 583-594.
- Dodd, J.C., Boddington, C.L., Rodriguez, A., Gonzalez-Chavez, C., Mansur, I .2000. Mycelium of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) from different genera: form, function and detection. *Plant Soil* 226:131–151
- Farzaneh, M., Wichmann, S., Vierheilig, H., Kaul, H.P., 2009. The effects of arbuscular mycorrhiza and nitrogen nutrition on growth of chickpea and barley. *Pflanzenbauwissenschaften* 13 (1), 15_22.
- Farzaneh, M., Vierheilig, H., Loßl, A., Kaul, H.P., 2011. Arbuscular mycorrhiza enhances nutrient uptake in chickpea. *Plant. Soil. Environ.* 57 (10), 465_470
- Ferrol, N., Tamayo, E., Vargas, P., 2016. The heavy metal paradox in arbuscular mycorrhizas: from mechanisms to biotechnological applications. *J. Exp. Bot.* 67 (22),P.6253–6265.
- Field K.J., Cameron D.D., Leake J.R., Tille S., Bidartondo M.I.,Beerling D.J., 2012. Contrasting arbuscular mycorrhizal responses of vascular and non-vascular plants to a simulated Palaeozoic CO₂ decline. *Nat Commun.* 3:835.
- Gavassi M.A.,Monteiro C.C., Campos M.L.,Melo H.C., Carvalho R.F. 2017. Phytochromes are key regulators of abiotic stress responses in tomato, *Sci. Hortic.* 222 .P. 126–135.
- Ghannoum, O., 2009. C₄ photosynthesis and water stress. *Ann. Bot.* 103, 635–644
- Grzebisz W., 2011. Magnesium-food and human health, *J Elem.* 16 .P. 299-323.
- Hao, Z., Xie, W., Jiang, X., Wu, Z., Zhang, X., Chen, B., 2019. Arbuscular mycorrhizal fungus improves rhizobium glycyrrhiza seedling symbiosis under drought stress. *Agronomy* 9 (10), 572
- Herlina, 2011. Kajian Variasi Jarak Dan Waktu Tanam Jagung Manis dalam Sistem Tumpang Sari Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt) dan Kacang Tanah (*Arachis hypogea* L). Artikel Program Pasca Sarjana Universitas Andalas. Padang
- Hidayati, N. 2009. Efektivitas Pupuk Hayati pada berbagai Lama Simpan terhadap Pertumbuhan Tanaman Padi(*Oryza sativa*) dan Jagung (*Zea mays*). Skripsi. Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor. Bogor

Arif Amrizal, Warnita , Armansyah: Pengaruh Pemberian Pupuk Magnesium Dan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Terhadap Fase Vegetatif Tanaman Jagung Manis (Zea Mayz Saccharata Sturt) Pada Tanah Ultisol, (Hal 1-16)

- Hoysted G. A., Kowal J., Jacob A. S., Rimington W. R., Duckett J. G., Pressel S., et al. (2018). A mycorrhizal revolution. *Curr. Opin. Plant Biol.* 44 1–6. 10.1016/j.pbi.2017.12.004
- Inagaki N., Kinoshita K., Kagawa T., Tanaka A., Ueno O., Shimada H., Takano M., 2013. Phytochrome B mediates the regulation of chlorophyll biosynthesis through transcriptional regulation of ChlH and GUN4 in rice seedlings, *Rice Sci.* 20 (4) P. 243–248.
- Jalonen, R., Nygren, P., Sierra, J., 2009. Transfer of nitrogen from a tropical legume tree to an associated fodder grass via root exudation and common mycelial networks *Plant. cell & environment* 32, 1366e1376.
- Kafid, M., Aini, L.Q. dan Prasetya, B. 2015. Peran mikoriza arbuskula dan bakteri *Pseudomonas fluorescens* dalam meningkatkan serapan P dan pertumbuhan tanaman jagung pada andisol. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 2(2):191- 197.
- Keymer, A., Pimprikar, P. Wewer, V., Huber, C., Brands, B., Bucerius, S.L., Delaux, P.M, Klingl, V., Lahaye, E.V.R.P, Wang T.L, Eisenreich, W, Dormann.P , Parniske, M, Caroline Gutjahr. C ., 2017. Lipid transfer from plants to arbuscular mycorrhiza fungi. *eLife.* 33 Hal.
- Kong S.G And Okajima K. 2016. Diverse photoreceptors and light responses in plants, *J. Plant Res.* 129 (2016) 111–114.
- Kreslavski V.D., Shirshikova G.N., Yu V., Lyubimov., Shmarev A.N., Boutanaev A., Kosobryukhov A.A., Schmitt F.J., Friedrich T., Allakhverdiev S.I., 2013. Effect of preillumination with red light on photosynthetic parameters and pro-/antioxidant balance in wild type and mutant *hy2 Arabidopsis thaliana* in response to UV-A, *J. Photochem. Photobiol. B* 127 .P. 229–236.
- Kreslavski V.D., Shirshikova G.N., Yu V., Lyubimov., Shmarev A.N., Boutanaev A., Kosobryukhov A.A., Schmitt F.J., Friedrich T., Allakhverdiev S.I., 2013. Preillumination of lettuce seedlings with red light enhances the resistance of photosynthetic apparatus to UV-A, *J. Photochem. Photobiol. B* 122 .P. 1–6.
- Lamakoma C.R., Patty J.R., Amba M. 2019. Pengaruh Pupuk Organik Cair dan Pupuk Majemuk Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Jagung Ketan (*Zea mays* var. *ceratina*). Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura. *Jurnal Budidaya Pertanian* Vol. 15(2): 127-133. DOI: 10.30598/jbdp.2019.15.2.127
- Lourdes G.C.M., Stephane D., Maryline C.S., 2021. Impact of increasing chromium (VI) concentrations on growth, phosphorus and chromium uptake of maize plants associated to the mycorrhizal fungus *Rhizophagus irregularis* MUCL 41833. Instituto de Investigaciones en Cs. Agrarias de Rosario (IICAR, CONICET-UNR), Facultad de Cs Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, Campo Exp. Villarino, Zavalla, 2123, Argentina. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05891>
- Luginbuehl L.H, Menard G.N, Kurup S, Van Erp H., Radhakrishnan G.V, Breakspear A, Giles E. D. Oldroyd, Eastmond P.J ., 2017. Fatty acids in arbuscular mycorrhizal fungi are synthesized by the host plant. *Science* 356, 1175–1178.
- Lundqvist T and Schneider G. 1991. Crystal structure of activated ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase complexed with its substrate, ribulose-1,5-bisphosphate, *J. Biol. Chem.* 266 .P. 12604-12611.
- Maguire M.E., J.A. Cowan. 2002. Magnesium chemistry and biochemistry, *Biometals* 15 .P. 203-210.
- Marschner H. 2012. *Mineral Nutrition of Higher Plants*, Academic Press, London, UK
- Möglich A., Yang X, Ayers R.A., Moffat K . 2010. Structure and function of plant photoreceptors, *Annu. Rev. Plant Biol.* 61 (2010) 21–47

- Muneer, M.A., Wang, P., Zhang, J., Li, Y., Munir, M.Z., Ji, B., 2020. Formation of Common Mycorrhizal Networks Significantly Affect Plant Biomass and Soil Properties of the Neighboring Plants under Various Nitrogen Levels Microorganisms, vol. 8, p. 230
- Musyayyadah, H.A dan Vonnisa M., 2019. Analisa Pola Temperatur Udara Permukaan di Sumatera Barat Tahun 1980 – 2017. Jurusan Fisika Universitas Andalas. Jurnal Fisika Unand Vol. 8, No. 1
- Mutaqin Z., Saputra H ., dan Ahyuni D . 2019. Respons Pertumbuhan dan Produksi Jagung Manis terhadap Pemberian Pupuk Kalium dan Arang Sekam. Jurusan Budidaya Tanaman Pangan Politeknik Negeri Lampung. Jurnal Planta Simbiosis Volume 1(1)
- Nakano-Hylander, A., Olsson, P.A., 2007. Carbon allocation in mycelia of arbuscular mycorrhizal fungi during colonisation of plant seedlings. Soil Biol. Biochem. 39, 1450e1458.
- Nikolic, M., and Pavlovic, J. (2018). "Plant responses to iron deficiency and toxicity and iron use efficiency in plants," in Plant micronutrient use efficiency, eds. M.A. Hossain, T. Kamiya, D.J. Burritt, L.-S. Phan Tran & T. Fujiwara. 1st edition ed: Elsevier/Academic Press), 55-69
- Novizan. 2002. Petunjuk Pemupukan yang Efektif. Agromedia Pustaka.
- Nurhayati. 2012. Infektivitas mikoriza pada berbagai jenis tanaman inang dan beberapa jenis sumber inokulum. Jurnal Floratek 7:25-31.
- Nuridayati, S.S., Prasetya B., Kurniawan S., 2019. Perbanyakannya Berbagai Jenis Mikoriza Arbuskula Di Berbagai jenis Tanaman Inang. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Malang 65145. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan Vol 6 No 2 : 1375-1385
- Oliveira, E.M.M., Ruiz, H.A., Alvarez V, V.H., Ferreira, P.A., Costa, F.O., and Almeida, I.C.C. (2010). Nutrient supply by mass flow and diffusion to maize plants in response to soil aggregate size and water potential. Revista Brasileira de Ciência do Solo 34, 317-328. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000200005>.
- Oliverio, A. M., Geisen, S., Delgado-Baquerizo, M., Maestre, F. T., Turner, B. L., & Fierer, N. 2020. The global scale distributions of soil protists and their contributions to belowground systems. Science Advances, 6(4), eaax8787
- Peraudeau, S., Lafarge, T., Roques, S., Quinones, C.O., Clement-Vidal, A., Ouwkerk, P.B.F., Jeroen Van Rie, J., Fabre, D., Jagadish, S.V.K, Dingkuhn, M., 2015. Effect of carbohydrates and night temperature on night respiration in rice. J. Ex. Bot. 66, 3931– 3944.
- Permanasari, I., Dewi, K.M., Irfan, M. dan Arminudin, A.T.. 2016. Peningkatan efisiensi pupuk fosfat melalui aplikasi mikoriza pada kedelai. Jurnal Agroteknologi 6(2):23-30
- Phillips, H. R., Guerra, C. A., Bartz, M. L., Briones, M. J., Brown, G., Crowther, T. W., & Orgiazzi, A. 2019. Global distribution of earthworm diversity. Science, 366(6464), 480–485.
- Pulungan, A.S. 2015. Biodiversity of Mikoriza in Red Pepper Rhizosphere. *Jurnal Biosains*, 1(3), 125-129
- Puspawati, S., Sutari W ., Kusumiyati . 2016. Pengaruh konsentrasi pupuk organik cair (POC) dan dosis pupuk N, P, K terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays* L. var *Rugosa* Bonaf) kultivar Talenta. Department of Crop Science, Padjadjaran University. *Jurnal Kultivasi* Vol. 15
- Prasetyo, B. H., dan D. A. Suriadikarta. (2006). Klasifikasi, Potensi dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol -Pengembangan Lahan Kering di Indonesia. Diakses dari <http://litbang.deptan.go.id>
- Prayudyaningsih, R., Sari R. 2016. Aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dan Kompos Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Semai Jati (*Tectona grandis* Linn f) Pada Media Tanah Bekas

- Arif Amrizal, Warnita , Armansyah:** Pengaruh Pemberian Pupuk Magnesium Dan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Terhadap Fase Vegetatif Tanaman Jagung Manis (*Zea Mayz Saccharata Sturt*) Pada Tanah Ultisol, (Hal 1-16)
Tambang Kapur. Balai Penelitian Kehutanan Makassar. Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea Vol. 5: 37- 46
- Prober, S. M., Leff, J. W., Bates, S. T., Borer, E. T., Firn, J., Harpole, W. S., & Cleland, E. E. 2015. Plant diversity predicts beta but not alpha diversity of soil microbes across grasslands worldwide. *Ecology Letters*, 18(1), 85–95.
- Rahman, M., Hossain, M.A., Ali, M.E., Anik, M.F.A., Alam, F., 2019. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi, rhizobium and phosphorus on mungbean (*Vigna radiata*) in saline soil. *Bangladesh J. Agric. Res.* 44 (1), 153_165.
- Rajiman ,. 2020. Pengantar Pemupukan. PENERBIT DEEPUBLISH. Yogyakarta. 142 hal
- Rasouli-Sadaghiani, M.H., Barin, M., Khodaverdiloo, H., Moghaddam, S.S., Damalas, C.A., Kazemalilou, S., 2019 Arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobacteria promote growth of Russian knapweed (*Acroptilon repens* L.) in a Cd-contaminated soil. *J. Plant. Growth Regul.* 38 (1), 113_121.
- Raven, J.A., Edwards, D., 2001. Roots: evolutionary origins and biogeochemical significance. *J. Exp. Bot.* 52, 381e401.
- Rengganis, D. 2013. Studi Keanekaragaman Genus Mikoriza Arbuskula di Sekitar Perakaran Pohon Jabon (*Anthocephalus cadamba*) Alami. Skripsi. Departemen Silvikultur Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor
- Rich MK, Nouri E, Courty P-E, Reinhardt D. 2017. Diet of arbuscular mycorrhizal fungi: Bread and butter? *Trends Plant Sci*;22:652–60.
- Rissler H.M., Collakova E., DellaPenna D., WhelanJ., Pogson B.J. 2002. Chlorophyll biosynthesis. Expression of a second *chl I* gene of magnesium chelatase in *Arabidopsis* supports only limited chlorophyll synthesis, *Plant Physiol* 128 .P. 770-779
- Rockwell N.C., Yi-Shin Su, and J. Clark Lagarias. 2006. Phytochrome Structure and Signaling Mechanisms. Section of Molecular and Cellular Biology, University of California, Davis, California 95616 ; P 837-858
- Roli, I. 2013. Respon beberapa varietas tanaman jagung (*Zea mays* L.) hibrida pada berbagai dosis pupuk kalium terhadap pertumbuhan dan hasil beberapa varietas tanaman jagung (*Zea mays* L.) hibrida. Skripsi. Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Gorontalo. Gorontalo.
- Saddique, M.A.B., Ali, Z., Khan, A.S., Rana, I.A., Shamsi, I.H., 2018. Inoculation with the endophyte *Piriformospora indica* significantly affects mechanisms involved in osmotic stress in rice. *Rice* 11, 34.
- Saini, I., Yadav, K., Aggarwal, A., 2019. Response of arbuscular mycorrhizal fungi along with *Trichoderma viride* and *Pseudomonas fluorescens* on the growth, biochemical attributes and vase life of *Chrysanthemum indicum*. *J. Environ. Biol.* 40 (2), 183_191.
- Sari, R.R. dan D. Ermavitalini. 2014. Identifikasi Mikoriza dari Lahan Desa Cabbiya Pulau Poteran, Sumenep Madura. *Jurnal Sains dan Seni Pomits* 3(2) , 2337-3520
- Senbayram. M, Gransee. A, Wahle. V, Thiel. H., 2015. Role of magnesium fertilisers in agriculture: plant-soil continuum, *Crop Pasture Sci.* 66 1219-1229.
- Shaul O., 2002. Magnesium transport and function in plants: the tip of the iceberg, *Biometals* 15 P. 307–321.

- Shi, W., Muthurajan, R., Rahman, H., Selvam, J., Peng, S., Zou, Y., Jagadish, S.V.K, 2013. Source–sink dynamics and proteomic reprogramming under elevated night temperature and their impact on rice yield and grain quality. *New Phytol.* 197, 825– 837.
- Smith F., Smith S.A., 2015. How harmonious are arbuscular mycorrhizal symbioses? Inconsistent concepts reflect different mindsets as well as results. *New Phytol.* 205, 1381–1384.
- Smith S.E., Read D.J. 2010 *Mycorrhizal Symbiosis*. edn 3. London. Academic Press
- Sujana. I,P dan I.N.L.S Pura . 2015. Pengelolaan Tanah Ultisol Dengan Pemberian Pembenhah Organik Biochar Menuju Pertanian Berkelanjutan. Staff Pengajar Fakultas Pertanian Universitas Mahasarawati Denpasar. *Arimeta: Jurnal Pertanian Berbasis Keseimbangan Ekosistem* . vol : 05
- Su J., Liu B,Liao J., Yang Z.,Lin C., Oka Y. 2017. Coordination of cryptochrome and phytochrome signals in the regulation of plant light responses, *Agronomy* 7 (2017) 25, <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy7010025>.
- Teste, F.P., Simard, S.W., Durall, D.M., Guy, R.D., Berch, S.M., 2010. Net carbon transfer between *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca* seedlings in the field is influenced by soil disturbance. *J. Ecol.* 98, 429e439.
- Teste, F.P., Simard, S.W., Durall, D.M., Guy, R.D., Jones, M.D., Schoonmaker, A.L., 2009. Access to mycorrhizal networks and roots of trees: importance for seedling survival and resource transfer. *Ecology* 90, 2808e2822
- Tran, B.T.T., Watts-Williams, S.J., Cavagnaro, T.R., 2019. Impact of an arbuscular mycorrhizal fungus on the growth and nutrition of fifteen crop and pasture plant species. *Funct. Plant Biol.* 46, 732–742. <https://doi.org/10.1071/FP18327>
- Urbanov_a, M., _Snajdr, J., & Baldrian, P. 2015. Composition of fungal and bacterial communities in forest litter and soil is largely determined by dominant trees. *Soil Biology and Biochemistry*, 84, 53–64.
- Utomo, M.,Sudarsono, B.Rusman, T.Sabrina, J. Lumbanraja. 2015. Ilmu Tanah (Dasar-dasar dan Pengelolaannya). Prenadamedia. Jakarta. 433 hal.
- Van Den Hoogen, J., Geisen, S., Routh, D., Ferris, H., Traunspurger, W., Wardle, D. A., & Bardgett, R. D. 2019. Soil nematode abundance and functional group composition at a global scale. *Nature*, 572(7768), 194–198.
- Verbruggen N., and Hermans C. 2013. Physiological and molecular responses to magnesium nutritional imbalance in plants, *Plant Soil* 368 .P. 87-99
- Wang H., and Wang H. 2014. Phytochrome signaling: Time to tighten up the loose ends. *Mol. Plant. Biotechnology Research Institute, Chinese Academy of Agriculture Science, Beijing* doi: 10.1016/j.molp.2014.11.021.
- Wen, Z., Li, Hongbo, Shen, Q., Tang, X., Xiong, C., Li, Haigang, Pang, J., Ryan, M.H., Lambers, H., Shen, J., 2019. Tradeoffs among root morphology, exudation and mycorrhizal symbioses for phosphorus acquisition strategies of 16 crop species. *New Phytol.* 223, 882–895. <https://doi.org/10.1111/nph.15833>
- Wulfsohn D and Nyengaard J.R., 1999. Simple stereological procedure to estimate the number and dimensions of root hairs. Department of Agricultural and Bioresource Engineering, University of Saskatchewan, 57 Campus Drive, Saskatoon, SK S7N 5A9, Canada. *Plant and Soil* 209: 129–136

Arif Amrizal, Warnita , Armansyah: Pengaruh Pemberian Pupuk Magnesium Dan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Terhadap Fase Vegetatif Tanaman Jagung Manis (*Zea Mayz Saccharata Sturt*) Pada Tanah Ultisol, (Hal 1-16)

Xu J., Liu Y., Jian Liu., Cao M., Wang J., Lan H., Xu Y., Lu Y., Pan G., Rong T. 2012. The Genetic Architecture of Flowering Time and Photoperiod Sensitivity in Maize as Revealed by QTL Review and Meta Analysis. Maize Research Institute, Sichuan Agricultural University, Wenjiang 611130, Sichuan, China

Yang Y.S., Guo X.X., Liu H.F., Liu G.Z., Liu W.M., Ming B., Xie R.Z., Wang K.R., Hou P., Li S.K., 2021. The effect of solar radiation change on the maize yield gap from the perspectives of dry matter accumulation and distribution. The Key Laboratory of Oasis Eco-agriculture, Xinjiang Production and Construction Corps/College of Agronomy, Shihezi University, Shihezi 832003, P.R.China. *Journal of Integrative Agriculture*, 20(2): 482–493

Yusuf M. 2016. Pengaruh Pupuk Kandang Ayam Dan Kalium Terhadap Laju Tumbuh Relatif dan Laju Asimilasi Bersih Jagung Manis (*Zea mays saccharata Sturt*). Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh. *Jurnal Agrium* 13(1), Maret 2016. Hlm. 20-23

Zaki, M.K., Rahmat, A., Pujiasmanto, B., 2020. Organic amendment and fertilizer effect on soil chemical properties and yield of maize (*Zea mays L.*) in rainfed condition. *Walailak J. Sci. Technol. (WJST)* 17 (1), 11_17.

Zhao J., Zhou J.J., Wang Y.Y., Gu J.W., Xie X.Z., 2013. Positive regulation of phytochrome B on chlorophyll biosynthesis and chloroplast development in rice, *Rice Sci.* 20 P. 243–248