

Aplikasi Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) Dan *Trichoderma* sp Dengan Umur Pindah Tanam Benih Jagung Ungu (*Zea Mays* Var *Ceratina Kulesh*).

Applications of Vesicular Arbuscular Mycorrhizes (VAM) and Trichoderma sp With Transplanting Age For of Purple Corn Seeds (Zea Mays Var Ceratina Kulesh).

Bibiana Rini Widiati^{1*}, Hadija², dan Muh. Izzdin Idrus¹

¹Program studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Peternakan, dan Kehutanan, Universitas Muslim Maros, Indonesia

²Program studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Peternakan, dan Kehutanan, Universitas Muslim Maros, Indonesia

*E-mail: widiatirini@gmail.com

ABSTRACT

Vesicular Arbuscular Mycorrhizae and Trichoderma sp are biological agents of microorganisms to assist in nutrient uptake, suppress pathogen populations, accelerate growth and increase crop yields. This research aimed to determine the effect of age transplanting seeds with the application of Mycorrhizal Arbuscula Vesicular and a dose of Trichoderma sp., which could increase the production of Purple Corn (Zea mays var Ceratina Kulesh). This research was carried out in an experiment using Split Plot Design. The Main Plot was the age of transplanting (m) with the application of Vesicular Arbuscular Mycorrhizae as much as 10 g.tan⁻¹, which were: m₁ (transplanting age 0 days), m₂ (transplanting age 7 days), m₃ (age of transplanting 10 days). The Sub-Plot (SP) was The Trichoderma sp. (t), which were: t₀ (without Trichoderma sp.), t₁ (Trichoderma sp. 100 g.tan⁻¹), t₂ (Trichoderma sp. 200 g.tan⁻¹). Each treatment in the main plot and sub-plot was combined to create nine treatment combinations. Each treatment combination was repeated three times so that a total of 27 plot units. The results showed that the treatment of 10 days of transplanting with the application of Mycorrhizal Vesicular Arbuscula as much as 10 g.tan⁻¹ gave the best results on cob diameter and Phosphorus uptake. Dosage of Trichoderma sp. 200 g.tan⁻¹ gave the best results on planting crown weight, cob diameter, The combination of 10 days of transplanting, while the application of Vesicular Arbuscular Mycorrhizae and a dose of Trichoderma sp. 200 g.tan⁻¹ gave the best results on cob weight per plant, Nitrogen and Potassium uptake.

Keywords: *Mycorrhizae, Transplanting age, Trichoderma sp, Purple Corn, Potassium.*

Disubmit : 25 Februari 2022; **Diterima :** 26 Juni 2022; **Disetujui :** 8 Agustus 2023

PENDAHULUAN

Jagung ungu memiliki kandungan pigmen antosianin, yang bersifat antioksidan bagi tubuh manusia, mencegah penyempitan dan pengerasan pembuluh darah, mencegah tukak lambung, berfungsi sebagai senyawa anti-inflamasi, menjaga kesehatan otak, mencegah kanker, dan sebagai pewarna alami dalam industri makanan (Lao & Giusti 2016). Jagung ungu digunakan dalam minuman dan makanan penutup



Lisensi

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional.

karena mengandung kadar antosianin dengan konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan antosianin buah lainnya. Afinitas masyarakat pada sumber antosianin sebagai pewarna makanan dan fitonutrien di jagung ungu meningkat karena manfaatnya bagi kesehatan seperti mencegah obesitas, diabetes, dan kanker usus besar (Yang & Zhai 2010)

Prosedur budidaya jagung manis biasanya dilakukan di lapangan dengan semai benih memungkinkan tanaman menghadapi hambatan selama perkecambahan. Jenis hambatan yang paling umum adalah yang disebabkan oleh lingkungan (Alfiyan et al. 2014). Pindahkan bibit umur 14 hari menghasilkan produksi jagung lebih tinggi dibandingkan dengan penyemaian langsung (Biswas 2015). Lama umur transplatasi benih semakin besar peluang terjadinya kerusakan benih akibat cekaman proses adaptasi lingkungan maupun fisiologis akibat kerusakan organ vegetatif tanaman. Proses transplatasi dilakukan karena bermacam alasan, termasuk kesesuaian musim tanam (Farsiani et al. 2011). Populasi tanaman 34% lebih besar pada tanaman yang disemaikan daripada tanaman yang ditanam langsung karena cekaman abiotik. Perbedaan populasi tanaman menyebabkan perbedaan hasil tongkol, tanaman yang disemaikan memiliki hasil 4,1 ton.ha⁻¹ lebih tinggi dibandingkan penanaman langsung (Gavrić & Omerbegović 2021).

Pemberian pupuk hayati yang mengandung mikroorganisme dan bermanfaat untuk mendukung pertumbuhan tanaman, seperti mikoriza dan *Trichoderma* sp, untuk meningkatkan hasil dan mengurangi penggunaan pupuk non-organik adalah salah satu cara untuk mendukung lingkungan tumbuh tanaman dengan meningkatkan kesuburan tanah. Menurut (Charisma et al. 2012) menyatakan bahwa mikoriza mendukung penyerapan nutrisi Fosfor, menghasilkan asam organik maupun enzim fosfatase yang dapat mengubah P yang berada di zona tidak tersedia dan memungkinkannya diserap oleh tanaman. Peningkatan kolonisasi mikoriza menyebabkan peningkatan berat kering tajuk, karena tanaman yang terinfeksi mikoriza mampu mengangkut lebih banyak karbon ke akar daripada tanaman yang tanpa mikoriza (Kung'u et al. 2008).

Inokulasi *Trichoderma* sp. pada tanah mendorong pertumbuhan tanaman kedelai, mengurangi serangan patogen pada akar, meningkatkan perkecambahan benih kedelai. *Trichoderma* sp. mempunyai kelebihan dalam penekanan patogen melalui kompetisi, parasitisme, antibiosis, tersedia, memberi manfaat yang luas, toleran terhadap zat penghambat pertumbuhan, penyebaran koloni cepat, sehingga mempromosikan cendawan sebagai agent kontrol biologis. Disamping itu juga mekanisme interaksi tanaman dengan cendawan mendorong peningkatan hormon pertumbuhan tanaman (Nasahi 2010). Tujuan penelitian ini adalah : mengetahui umur pindah tanam dengan aplikasi Mikoriza Vesikula Arbuskula (MVA) dan dosis *Trichoderma* sp yang dapat meningkatkan produksi tanaman jagung Ungu (*Zea mays* var certain kulesh).

METODE PENELITIAN

Desain Eksperimen. Penelitian dilaksanakan di Lingkungan Kali-kali, Kelurahan Pettuade, Kecamatan Turikale, Kabupaten Maros. Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimen (true experiment) yang disusun berdasarkan rancangan petak terpisah (RPT). Bahan yang digunakan pada penelitian adalah inokulan Mikoriza Vesikular Arbuskular (Mikomix), benih tanaman Jagung Ungu (varietas Srikandi ungu), *Trichoderma* sp. dengan media beras, dan pupuk NPK. Alat-alat yang digunakan adalah cangkul, meteran, timbangan digital, ember plastik, kamera digital, dan alat-alat tulis, gunting, cawan petridish (diameter 5 cm, dan 8 cm, gelas piala, tabung reaksi, rak tabung, object glass/kaca preparat dan kaca penutup /cover glass, mikroskop kamera Nikon Elipse 80i (magnification 40x-1000x).

Percobaan ini terdiri atas petak utama yaitu umur pindah tanaman (m) dengan aplikasi Mikoriza Vesikula Arbuskula (MVA) sebanyak 10 g.tan⁻¹ terdiri dari 3 taraf yaitu m₁ (umur pindah tanam 0 hari), m₂(umur pindah tanam 7 hari), m₃(umur pindah tanam 10 hari) dan Anak petak yaitu dosis *Trichoderma* sp (t), terdiri dari: t₀ (tanpa *Trichoderma* sp), t₁(*Trichoderma* sp. 100 g.tan⁻¹, t₂ (*Trichoderma* sp. 200 g.tan⁻¹).

Setiap taraf dari faktor umur pindah tanam dengan aplikasi mikoriza dikombinasikan dengan dosis *Trichoderma sp* (*Trichoderma sp.* dengan media beras), sehingga terdapat 9 kombinasi perlakuan. Setiap kombinasi taraf diulang 3 kali maka secara keseluruhan terdapat 27 unit percobaan. Parameter pengamatan : bobot kering tajuk, panjang tongkol, diameter tongkol dan bobot jagung tanpa klobot per tanaman, serapan Fosfor, Nitrogen, Kalium, dan persentase infeksi mikoriza.

Inokulasi Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) dan Penanaman. Benih jagung ungu direndam kedalam air hangat selama 1 jam lalu di beri perlakuan umur pindah tanam 0 hari dan umur pindah tanam 7 dan 10 hari yang di aplikasikan mikoriza vesicular arbuscular (MVA) sebanyak 10 g.tan⁻¹. Lubang tanam di buat dengan cara ditugal dengan kedalaman lubang 3 sampai 5 cm pada media tanam yang telah disiapkan. Mikoriza diinokulasi umur pindah tanam 0 hari dengan cara diberikan langsung pada lubang tanam sesuai dengan dosis perlakuan kemudian benih diletakkan lalu ditutup kembali dengan media tanamnya. Selanjutnya perlakuan umur pindah tanam 7 dan 10 hari maka benih di semai pada polybag ukuran 5x15cm.

Parameter Pengamatan. Bobot kering tajuk per tanaman (g): Bobot kering tajuk ditimbang setelah terlebih dahulu di oven pada suhu 80°C selama 2x24 jam. Bobot kering tajuk di timbang menggunakan timbangan digital, panjang tongkol (cm): pengukuran panjang tongkol dilakukan setelah panen, yaitu setelah tongkol dipisahkan dari klobotnya, pengukuran dilakukan dari pangkal. sampai ujung tongkol dengan menggunakan meteran, diameter tongkol (cm): diameter tongkol diukur dengan menggunakan jangka sorong, pengukuran dilakukan pada bagian pangkal, tengah dan ujung tongkol yang masih berisi biji, bobot segar jagung tanpa klobot per tanaman (g): bobot segar jagung tanpa klobot per tanaman ditimbang setelah panen dari tanamannya, serapan Nitrogen, Fosfor, dan Kalium(%): sampel tanaman diambil saat tanaman berumur 85 HST dan dianalisis menggunakan metode Kjeldahl. Unsur hara N, P, K diekstrak dengan metode pengabuan basah dengan HNO₃ dan HClO₄, selanjutnya kadar masing-masing unsur hara diukur dengan spektrofotometer UV-VIS, fotometer nyala dan spektrofotometer serapan atom (SSA)(BPT 2009).

Infeksi akar dapat dilihat melalui adanya vesikel, arbuskula, hifa, dan spora yang menginfeksi akar dan dapat divisualisasikan menggunakan mikroskop kamera Nikon Eclipse 80i (perbesaran 40x - 1000x). Pewarnaan akar diperlukan untuk menghitung infeksi akar. Pewarnaan akar dilakukan menurut metode (Kormanik et al. 1980); (Wathira et al. 2016), dimana akar direndam dalam larutan KOH 10 persen selama 24 jam sampai berwarna putih atau kuning bening, kemudian dibilas dan direndam dengan H₂O₂ 10% selama beberapa menit, kemudian direndam dengan 2 persen Larutan HCL selama ±24 jam, lalu direndam lagi dalam larutan staining selama ±24 jam, direndam dalam larutan distaning selama 24 jam 250 mililiter Larutan distaining 250 ml yaitu gliserin 100 ml + asam laktat 100 ml + 50 ml aquades. Perhitungan infeksi akar digunakan rumus (Giovannetti and Moose 1980) sebagai berikut :

$$\text{Akar terinfeksi}(\%) = \frac{\sum \text{sample akar yang terinfeksi}}{\sum \text{jumlah seluruh sample}} \times 100\% \dots\dots (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

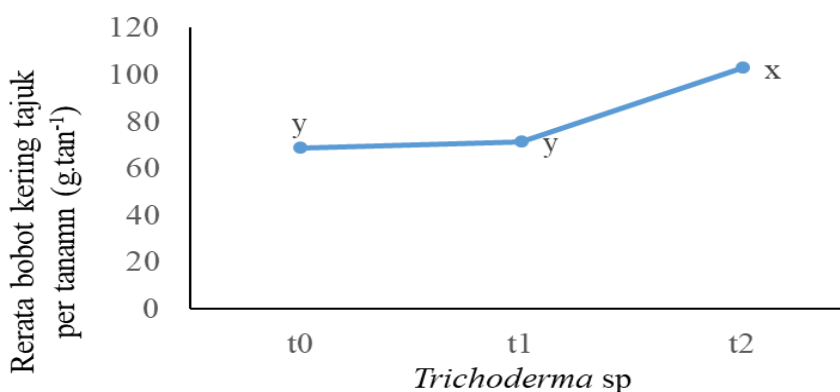
F Hitung pada analisa sidik ragam beberapa parameter pengamatan yang menunjukkan bahwa perlakuan umur pindah tanam, *Trichoderma sp* dan interaksi umur pindah tanam dan *Trichoderma sp.* berpengaruh nyata/tidak terhadap parameter bobot kering tajuk, panjang tongkol, diameter tongkol, bobot jagung per tanaman serta serapan Nitrogen, Fosfor, Kalium, dan persentase infeksi mikoriza (Tabel 1).

Tabel 1. F Hitung perlakuan umur pindah tanam, *Trichoderma* sp, dan kombinasi umur pindah tanam dan *Trichoderma* sp pada beberapa parameter pengamatan.

Parameter Pengamatan	F. Hitung			F Tabel	
	umur pindah tanam (m)	<i>Trichoderma</i> sp (t)	Kombinasi (mxt)	0.05	0.01
Bobot kering tajuk	1.190 <i>tn</i>	5.227*	1.757 <i>tn</i>	(m) 6.944	18.000
Panjang tongkol	0.061 <i>tn</i>	0.155 <i>tn</i>	8.643**	(t) 3.885	6.927
Diameter tongkol	16.119*	0.877 <i>tn</i>	0.788 <i>tn</i>	(m x t)3.259	5.412
Bobot jagung tanpa kelobot per tanaman	14.813*	4.536*	3.566*		
Serapan Nitrogen	11.047*	25.460**	8.923**		
Serapan Fosfor	24.891**	2.597 <i>tn</i>	1.862 <i>tn</i>		
Serapan Kalium	65.190**	24.190**	70.571**		
Persentase infeksi Mikoriza	49.850**	36.967**	29.629**		

Keterangan: *tn* = tidak nyata
 * = nyata
 ** = Sangat nyata

Bobot Kering Tajuk pertanaman. F hitung dari parameter bobot kering tajuk jagung ungu menunjukkan bahwa perlakuan *Trichoderma* sp berpengaruh signifikan, namun umur pindah tanam dan kombinasi umur pindah tanam dan *Trichoderma* sp tidak signifikan (Tabel 1). Perlakuan *Trichoderma* sp 200 g.tan⁻¹ berbeda significant dengan perlakuan *Trichoderma* sp 100 g.tan⁻¹ dan tanpa *Trichoderma* sp. *Trichoderma* sp. berpotensi melarutkan Fosfat yang dapat meningkatkan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman, juga merupakan cendawan yang hidup bebas, dan menyebar luas di rhizosfer dan sistem akar (Saravanakumar et al. 2013). Inokulasi *Trichoderma asperellum* UFT 201 meningkatkan pertumbuhan pada tanaman kedelai, dimana bobot kering tajuk, bobot kering akar menunjukkan konsentrasi yang lebih tinggi secara signifikan (p <0,05) dengan pelarutan Fosfat 67,8% lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol(Junior et al. 2019).



Gambar 1. Rerata bobot kering tajuk per tanaman (g.tan⁻¹) jagung Pulut Ungu pada perlakuan *Trichoderma* sp ($\alpha=0,05$)

Panjang Tongkol. Perlakuan umur pindah tanam, *Trichoderma* sp tidak berpengaruh nyata, sedangkan kombinasi umur pindah tanam dan *Trichoderma* sp berpengaruh sangat nyata terhadap F Hitung panjang tongkol Jagung Ungu (Tabel 1). Perlakuan umur pindah tanam 10 hari dengan *Trichoderma* sp 200 g.tan⁻¹ menunjukkan panjang tongkol terbaik dibandingkan dengan perlakuan kombinasi lainnya(Tabel 2). Simbiosis Cendawan Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) dengan sebagian besar tanaman terrestrial

meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman dengan meningkatkan serapan air dan nutrisi pada tanaman inang. Berbagai percobaan telah menunjukkan peran penting cendawan MVA dalam meningkatkan serapan P oleh tanaman (Miransari 2011). MVA membantu inang tanamannya dalam penyerapan Fosfor (P), Nitrogen (N) juga unsur-unsur seperti Seng (Zn), Tembaga (Cu) dan Besi (Fe). MVA juga memfasilitasi tanaman dengan hifanya yang memperluas fungsi sistem akar dalam perolehan nutrisi, peningkatan serapan air, ketahanan tanaman dan biocontrol fitopatogen, adaptasi terhadap berbagai tekanan lingkungan (Garg & Chandel 2010)

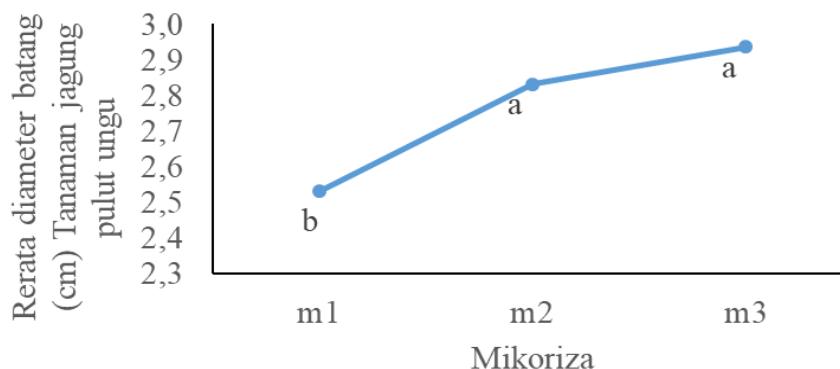
Penerapan *Trichoderma harzianum* pada tanaman jagung meningkatkan vigor tanaman, pertumbuhan, kandungan klorofil, pati, asam nukleat, protein total dan fitohormon sehingga dapat menghasilkan produksi dan produktivitas tanaman jagung (Akladious & Abbas 2014). *Trichoderma harzianum sp* menghasilkan jenis enzim yang berperan sebagai biokontrol seperti degradasi dinding sel, biotik dan toleransi cekaman abiotik, pertumbuhan hifa, aktivitas antagonis terhadap patogen tanaman (Sharma et al. 2011). Interaksi perlakuan penanaman biji langsung, transplatasi 10 dan 16 hari dengan pemupukan beberapa macam pupuk nitrogen memiliki hasil panen segar yang tidak signifikan, sedangkan transplantasi 10 hari menunjukkan kualitas biji yang lebih baik (Alfiyan et al. 2014). Benih yang ditanam pada umur transplantasi lebih lambat (10 minggu) memberikan produksi lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan umur transplantasi lainnya (Suhesti et al. 2018).

Tabel 2. Rerata Panjang Tongkol pertanaman (cm) tanaman Jagung Ungu pada perlakuan kombinasi umur pindah tanaman (m) yang diaplikasikan mikorisa vesikula arbuskula (MVA) dan *Trichoderma sp* ($\alpha=0,05$)

Perlakuan	Rerata Panjang Tongkol per tanaman (cm)		
	Trichoderma (t)		
Mikoriza (m)	t1	t2	t3
m1	12,67 ^a _x	12,00 ^a _x	8,33 ^b _y
m2	10,17 ^a _y	10,67 ^a _x	12,67 ^a _x
m3	10,33 ^a _y	10,93 ^a _x	13,17 ^a _x
NPBNT (m)	4,523		
NPBNT (t)	2,265		

Keterangan : angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama (a dan b) pada kolom dan (x,y, dan z) pada baris yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji BNT $\alpha = 0,05$.

Diameter Tongkol. F hitung dari parameter diameter tongkol Jagung Ungu menunjukkan bahwa perlakuan *Trichoderma sp* dan kombinasi umur pindah tanam dan *Trichoderma sp* tidak berpengaruh nyata, namun umur pindah tanam yang diaplikasikan mikoriza berpengaruh nyata (Tabel 1). Perlakuan m3 memberikan hasil yang terbaik dan tidak berbeda signifikan dengan m2, tetapi berbeda dengan perlakuan m1 (Gambar 2). Simbiosis *mikoriza* dan akar *tanaman* meningkatkan penyerapan nutrisi, terutama Fosfat dari tanah, dan meningkatkan biomassa. Kandungan Fosfat pada tanaman akan mempengaruhi laju fotosintesis sehingga meningkatkan biomassa (Rewald et al. 2015).



Gambar 2. Rerata diameter batang (mm) tanaman Jagung Ungu pada perlakuan umur pindah tanaman (m) yang diaplikasikan Mikoriza Vesikula Arbuskula (MVA) ($\alpha=0,05$)

Bobot Jagung Segar Tanpa Kelobot per Tanaman. F hitung perlakuan umur pindah tanam, *Trichoderma* sp, dan kombinasi umur pindah tanam dan *Trichoderma* sp berpengaruh sangat signifikan terhadap F Hitung bobot Jagung Ungu (Tabel 1). Perlakuan kombinasi umur pindah tanam 10 hari dengan *Trichoderma* sp 200 g.tan⁻¹ menunjukkan bobot jagung ungu segar tanpa kelobot terbaik dibandingkan dengan perlakuan kombinasi lainnya(Tabel 3). *Trichoderma harzianum* menyerap Fosfat lebih tinggi diikuti *Trichoderma virens* dan *Trichoderma viride*. Aplikasi *Trichoderma* spp. Memberikan pertumbuhan dan hasil buncis yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak diaplikasi di bawah kondisi rumah kaca dan lapangan(Rudresh et al. 2005). Pengaruh *Trichoderma* sp meningkatkan vigor tanaman dalam mengatasi tekanan biotik dan abiotik sehingga meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman (Harman 2006). *Trichoderma harzianum* berkoloni pada rhizozfer dan memberi pengaruh positif terhadap fisiologis seperti meningkatkan pertumbuhan bibit, konduktansi stomata, fotosintesis tanaman padi pada kondisi cekaman kekeringan (Shukla et al. 2012).

Aplikasi mikoriza dan Fosfor memiliki efek yang signifikan pada hasil minyak atsiri, biomassa, kandungan P pucuk, hasil akar dan hasil biji(Sani & Farahani 2010). Peran FMA sebagai pupuk hayati berpotensi memperkuat daya adaptasi tanaman terhadap perubahan lingkungan, membantu meningkatkan hasil tanaman jagg secara signifikan mengurangi penggunaan pupuk sintetis/kimia (Begum et al. 2019). Peningkatan biomassa kedelai Kompos *Trichoderma* sp dikombinasikan dengan mikoriza karena dapat mempercepat pertumbuhan tanaman, perkembangan akar, meningkatkan biomassa dan meningkatkan unsur hara P(Charisma 2012). Kematian tingkat rendah 434etika bibit ditransplantasikan dengan dua daun (17%) dan pada 12 cm (22%). Bibit *Echinops giganteus* yang ditransplantasikan pada tahap pertumbuhan awal, tingkat kematiannya adalah lebih rendah dibandingkan dengan yang ditransplantasikan pada tahap pertumbuhan yang lebih tua(Grace et al. 2020).

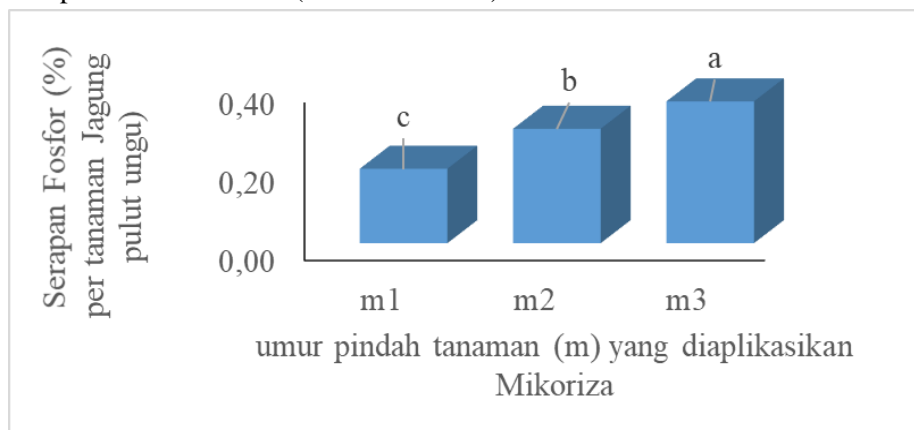
Tabel 3 . Uji Lanjut Bobot Jagung tanpa kelobot per tanaman (g.tan⁻¹) tanaman Jagung Ungu pada perlakuan kombinasi umur pindah tanaman yang diaplikasikan Mikoriza Vesikula Arbuskula (MVA)dan *Trichoderma* sp ($\alpha=0,05$)

Perlakuan Mikoriza (m)	Rerata bobot jagung tanpa kelobot per tanaman (g.tan ⁻¹)		
	Trichoderma (t)		
	t1	t2	t3
m1	126,00 ^a _x	138,33 ^a _x	124,67 ^b _x
m2	132,67 ^a _x	144,33 ^a _x	154,00 ^b _x

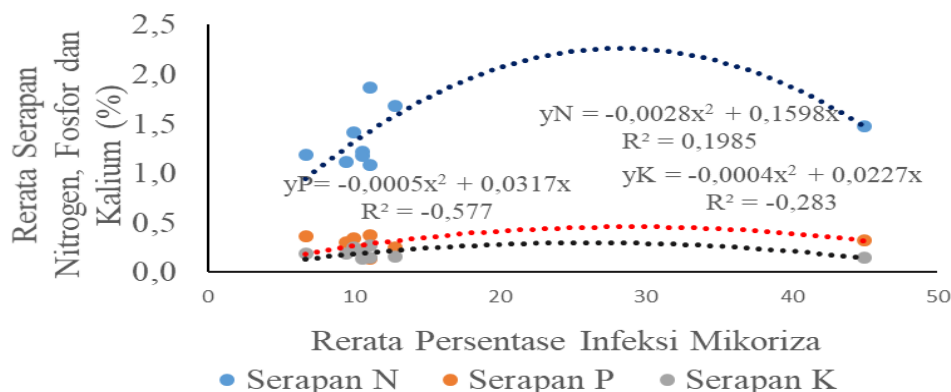
m3	149,33 ^a _y	152,67 ^a _y	248,33 ^a _x
NPBNT (m)	61,195		
NPBNT (t)	52,067		

Keterangan : angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama (a dan b) pada kolom dan (x,y, dan z) pada baris yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji BNT $\alpha = 0,05$.

Serapan Nitrogen, Fosfor dan Kalium Fosfor. F hitung perlakuan umur pindah tanam berpengaruh sangat nyata, namun *Trichoderma* sp, dan kombinasi umur pindah tanam dan *Trichoderma* sp tidak berpengaruh nyata terhadap F Hitung serapan Fosfor Jagung Ungu (Tabel 1). Perlakuan umur pindah tanam 10 hari yang diaplikasikan Mikoriza vesikula arbuskula (MVA) menunjukkan serapan Fosfor terbaik dibandingkan dengan perlakuan mikoriza langsung diaplikasi di lahan, dan mikoriza diaplikasi pada pesemaian setelah 7 hari dipindah tanam (Gambar 3). Terdapat korelasi positif yang erat pada hubungan persentase infeksi mikoriza terhadap serapan P pada jaringan tanaman Jagung ungu (Gambar 4). Cendawan mikoriza secara significant meningkatkan penyerapan nutrisi, terutama Fosfat dan unsur hara mikro lainnya seperti Cu dan Zn konsentrasinya tergantung pada kondisi tanah dan tanaman (Ozdemir et al. 2010; Lehmann et al. 2014). Mikoriza mampu mendorong ketersediaan nutrisi pada tanah yang mengalami defisiensi P. Hal tersebut menyebabkan mikoriza mampu peningkatan bobot kering tanaman dibandingkan dengan tanaman tanpa infeksi mikoriza (Turk et al. 2006) .



Gambar 3. Rerata Serapan Fosfor (%) Jagung Ungu pada umur pindah tanaman (m) yang diaplikasikan Mikoriza Vesikula Arbuskula (MVA)



Gambar 4. Hubungan persentase infeksi mikoriza dan Serapan Fosfor, Nitrogen, Kalium (%) Jagung Ungu.

Nitrogen. Perlakuan kombinasi umur pindah tanam 10 hari yang diaplikasikan Mikoriza vesikula arbuskula (MVA) dengan *Trichoderma* sp 200 g.tan⁻¹ menunjukkan serapan Nitrogen terbaik dibandingkan dengan perlakuan kombinasi lainnya(Tabel 4). Lebih dari 50% kebutuhan N tanaman merupakan hasil dari asosiasi mikoriza. Nitrogen merupakan nutrisi makro secara signifikan mempengaruhi pertumbuhan dan produksi hasil tanaman, kontribusi cendawan MVA meningkatkan serapan N pada tanaman inang(McFarland et al. 2010). Cendawan mikoriza arbuskular (AMF) berkontribusi pada penyerapan nitrogen (N) tanaman, Hasil penelitian efek pemupukan N dengan menggunakan pelacak ¹⁵N yang ditambahkan ke tanah rizosfer AMF terbukti mampu meningkatkan serapan ¹⁵N secara signifikan dari zona rizosfer gandum hitam (*Hordeum vulgare* L.)(Thirkell 2019). Peran aktif mikoriza arbuskular dalam meningkatkan N ketika N bukan merupakan faktor pembatas, dan mikoriza membantu dalam N penyerapan pupuk dan memiliki potensi besar untuk meningkatkan produksi gandum hitam (*Hordeum vulgare* L.) (Ingraffia et al. 2020). Cendawan MVA secara aktif mentransfer nitrogen ke inangnya, dan tanaman inang dengan suplai karbonnya merangsang transpor ini, transportasi nitrogen melalui hifa cendawan (Heike Bücking and Arjun Kafle 2015). *Trichoderma* sp mengendalikan patogen akar, merubah komposisi mikroflora pada akar, meningkatkan penyerapan nutrisi, termasuk nitrogen, meningkatkan kelarutan nutrisi tanah, perkembangan akar, pembentukan rambut akar (Harman et al. 2004).

Tabel 4 . Rerata Serapan Nitrogen (%) tanaman Jagung Ungu pada perlakuan kombinasi umur pindah tanaman yang diaplikasikan Mikoriza Vesikula Arbuskula (MVA)dan *Trichoderma* sp ($\alpha=0,05$).

Perlakuan	Rerata Serapan Nitrogen (%) per tanaman		
	<i>Trichoderma</i> sp.(t)		
Mikoriza (m)	t1	t2	t3
m1	1,08 ^a _x	1,22 ^b _x	1,18 ^b _x
m2	1,11 ^a _y	1,68 ^a _x	1,47 ^b _x
m3	1,19 ^a _z	1,41 ^{ab} _y	1,87 ^a _x
NPBNT (m)	0,303		
NPBNT (t)	0,214		

Keterangan : angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama (a dan b) pada kolom dan (x,y, dan z) pada baris yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji BNT $\alpha = 0,05$.

Kalium. Perlakuan kombinasi umur pindah tanam 10 hari yang diaplikasikan Mikoriza vesikula arbuskula (MVA) dengan *Trichoderma* sp 200 g.tan⁻¹ menunjukkan serapan Kalium terbaik dibandingkan dengan perlakuan kombinasi lainnya(Tabel 5). Mikoriza memberi pengaruh yang menguntungkan terhadap status nutrisi tanaman **Rhododendron** (*Rhododendron hybridum*), yaitu meningkatkan penyerapan Nitrogen, Fosfor, Kalium, Kalsium, dan Magnesium(Jarosz et al. 2021). Simbiosis mikoriza arbuskular meningkatkan transfer K⁺ dari tanah ke tanaman(Garcia et al. 2014). Simbiosis mikoriza dan tanaman Cabai meningkatkan konsentrasi nutrisi N, P dan K pada jaringan tanaman yang mempengaruhi pertumbuhan dan produksi (Selvakumar & Thamizhiniyan 2011). *Trichoderma* sp adalah cendawan yang hidup bebas di tanah dan system akar meningkatkan konsentrasi Ca²⁺, Mg²⁺, P, Na⁺ dan K⁺ pada tajuk dan root tanaman (Azarmi et al. 2011)

Tabel 5 . Rerata Serapan Kalium (%) tanaman Jagung Ungu pada perlakuan kombinasi umur pindah tanaman yang diaplikasikan Mikoriza Vesikula Arbuskula (MVA) dan *Trichoderma* sp ($\alpha=0,05$)

Perlakuan	Rerata Serapan Kalium (%) per tanaman		
	<i>Trichoderma</i> sp.(t)		
Mikoriza (m)	t1	t2	t3
m1	0,15 ^b _y	0,14 ^b _y	0,19 ^b _x
m2	0,19 ^a _x	0,15 ^b _y	0,14 ^c _y
m3	0,19 ^a _y	0,25 ^a _x	0,27 ^a _x
NPBNT (m)	0,025		
NPBNT (t)	0,013		

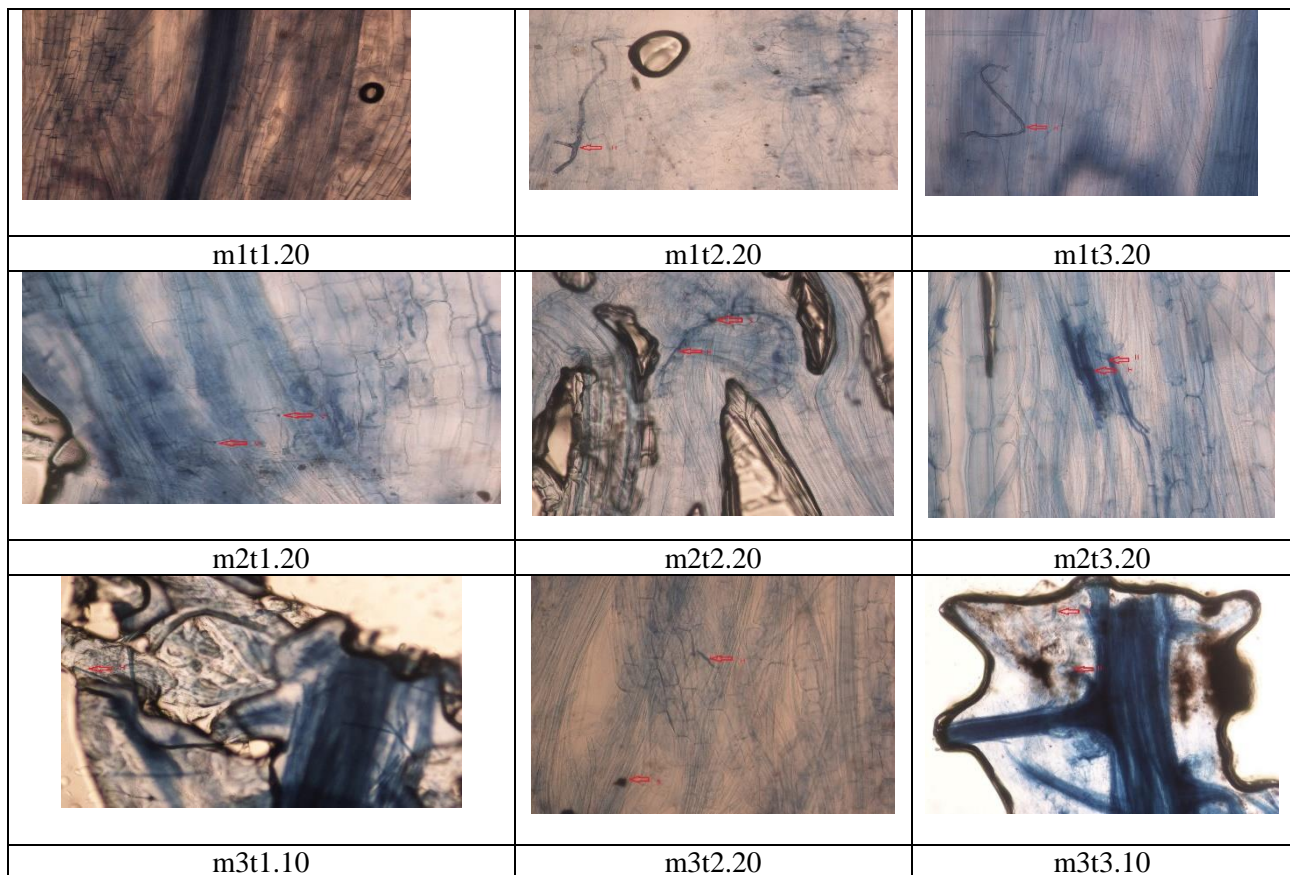
Keterangan : angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama (a dan b) pada kolom dan (x,y, dan z) pada baris yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji BNT $\alpha = 0,05$.

Persentase Infeksi Mikoriza. Perlakuan kombinasi umur pindah tanam 10 hari yang diaplikasikan Mikoriza vesikula arbuskula (MVA) dengan *Trichoderma* sp 200 g.tan⁻¹ menunjukkan persentase infeksi mikoriza terbaik dibandingkan dengan perlakuan kombinasi lainnya(Tabel 6). Tingkat persentase infeksi MVA pada akar tanaman menunjukkan adanya simbiosis antara mikoriza dengan tanaman. Namun, tingkat infeksi MVA yang tinggi tidak terkait dengan peningkatan pertumbuhan tanaman. Tingginya persentase infeksi mikoriza MVA tidak selalu diikuti dengan tingginya respon pertumbuhan tanaman jati (Prayudyaningsih & Sari 2016). Terdapat hubungan korelasi positif antara asosiasi cendawan MVA dan tanaman dengan bentuk pertumbuhan tanaman yang berbeda dan hasil fotosintesis. Ketergantungan cendawan MVA merupakan bagian penting dari strategi ekologi tanaman. Tumbuhan yang berbeda bersimbiosis dengan MVA yang berbeda, menghasilkan keragaman fungsional rizosfer(Davison et al. 2020). Besarnya persentase infeksi akar pada perlakuan aplikasi ganda (diberikan pada saat penanaman dan transplantasi) dikarenakan hifa masuk ke sel-sel jaringan korteks sehingga meningkatkan pertumbuhan hifa dalam jaringan sel akar, dan memperbanyak hifa eksternal yang berfungsi memperluas bidang serapan air dan unsur hara(Parapasan & Gusta 2014). Pada gambar 5, menunjukkan bahwa adanya hifa(H), vesikular(V) dan arbuskula(A) pada jaringan akar jagung ungu pada perlakuan kombinasi umur pindah tanam yang diaplikasikan mikoriza vesikula arbuskula (MVA) dengan *Trichoderma* sp. Endomikoriza memiliki ciri-ciri seperti akar yang terinfeksi tidak membesar, lapisan hifa pada permukaan akar tipis, mikoriza menginfeksi sel jaringan korteks, adanya bentukan khusus yang berbentuk oval yang disebut Vasiculae (vesikel) dan sistem percabangan hifa yang dichotomous disebut arbuscules (arbuskul)(Brundrett 2004).

Tabel 6. Rerata Persentase Infeksi Mikoriza (%) per tanaman Jagung Ungu pada perlakuan kombinasi umur pindah tanaman yang diaplikasikan Mikoriza Vesikula Arbuskula (MVA) dan *Trichoderma* sp ($\alpha=0,05$)

Perlakuan	Rerata persentase infeksi mikoriza (%) per tanaman		
	<i>Trichoderma</i> sp. (t)		
Mikoriza (m)	t1	t2	t3
m1	11,11 ^a _x	10,56 ^a _x	10,55 ^b _x
m2	9,44 ^a _y	12,78 ^a _y	45,00 ^a _x
m3	6,66 ^a _x	10,00 ^a _x	11,11 ^b _x
NPBNT (m)	7,604		
NPBNT (t)	6,212		

Keterangan : angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama (a dan b) pada kolom dan (x,y, dan z) pada baris yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji BNT $\alpha = 0,05$



Gambar 5. Hifa Eksternal (H), Vesikula (V), dan Arbuskula (A) pada dengan perbesaran 10x dan 20x .

KESIMPULAN

Umur pindah tanam 10 hari yang diaplikasikan Mikoriza vesikula arbuskula (MVA) memberikan hasil terbaik pada diameter tongkol, dan serapan Fosfor. Dosis *Trichoderma* sp 200 g/tanaman memberikan hasil terbaik pada bobot tajuk pertanaman, dan diameter tongkol, kombinasi umur pindah tanam 10 hari yang diaplikasikan Mikoriza vesikula arbuskula (MVA) dengan *Trichoderma* sp 200 g.tan⁻¹ menghasilkan bobot tongkol.tan⁻¹, serapan Nitrogen dan Kalium yang terbaik.

Berdasarkan hasil penelitian disarankan untuk mengaplikasikan umur pindah tanam 10 hari yang diaplikasikan Mikoriza vesikula arbuskula (MVA) dengan *Trichoderma* sp untuk meningkatkan kesuburan pada lahan pertanian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Disampaikan kepada Universitas Muslim Maros (UMMA), Balai Proteksi UPTD BTPPH dan Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan yang telah memberikan dukungan, tempat, dan fasi

DAFTAR PUSTAKA

Akladious, S. A., & Abbas, S. M. (2014). Application of *Trichoderma Harzianum* T22 As a Biofertilizer Potential in Maize Growth. *Journal of Plant Nutrition*, 37(1), 30–49. <https://doi.org/10.1080/01904167.2013.829100>

- Alfiyan, A., Noor, A. s., & Eko, W. (2014). Pengaruh Umur Transplanting Benih dan Pemberian Berbagai Macam Pupuk nitrogen terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis (*Zea mays L. saccharata* Sturt.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 2(1), 1–9.
- Azarmi, R., Hajieghrari, B., & Giglou, A. (2011). Effect of trichoderma isolates on tomato seedling growth response and nutrient uptake. *African Journal of Biotechnology*, 10(31), 5850–5855. <https://doi.org/10.5897/ajb10.1600>
- Begum, N., Qin, C., Ahanger, M. A., Raza, S., Khan, M. I., Ashraf, M., Ahmed, N., & Zhang, L. (2019). Role of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Plant Growth Regulation : Implications in Abiotic Stress Tolerance. 10(September), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01068>
- Biswas, M. (2015). Direct Seeded and Transplanted Maize: Effects of Planting Date and Age of Seedling on the Yield and Yield Attributes. *American Journal of Experimental Agriculture*, 5(5), 489–497. <https://doi.org/10.9734/ajea/2015/13594>
- BPT. (2009). Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk (ke 2).
- Brundrett Mark. (2004). Diversity and classification of mycorrhizal associations. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 79(3), 473–495. <https://doi.org/10.1017/S1464793103006316>
- Charisma, AM. Yuni Sri Rahayu, I. (2012). Pengaruh Kombinasi Kompos Trichoderma Dan Mikoriza Vesikular Arbuskular (Mva) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine Max (L.) Merrill*) Pada Media Tanam Tanah Kapur. *LenteraBio*, 1(3), 111–116.
- Davison, J., García de León, D., Zobel, M., Moora, M., Bueno, C. G., Barceló, M., Gerz, M., León, D., Meng, Y., Pillar, V. D., Sepp, S. K., Soudzilovaskaia, N. A., Tedersoo, L., Vaessen, S., Vahter, T., Winck, B., & Öpik, M. (2020). Plant functional groups associate with distinct arbuscular mycorrhizal fungal communities. *New Phytologist*, 226(4), 1117–1128. <https://doi.org/10.1111/nph.16423>
- Garcia, K., Zimmermann, S. D., Moléculaire, P., Cnrs, U. M. R., & Supagro, I. (2014). Plant Traffic and Transport The role of mycorrhizal associations in plant potassium nutrition Article type : Received on : Accepted on : Citation : The role of mycorrhizal associations in plant potassium nutrition Kevin Garcia # and Sabine Zimmermann Camp. *Frontiers in Plant Science*, 5. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00337>
- Garg, N., & Chandel-mm, S. (2010). Arbuscular mycorrhizal networks : Process and functions . A review Review article Arbuscular mycorrhizal networks : process and functions . A review. *Agronomy. Sustainable. Development.*, 30(September), 581–599. <https://doi.org/10.1051/agro/2009054>
- Gavrić, T., & Omerbegović, O. (2021). Effect of transplanting and direct sowing on productive properties and earliness of sweet corn. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 81(1), 39–45. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392021000100039>
- Giovannetti, M., and M. B. (1980). An Evaluation of Techniques For Measuring Vesikular Arbuskular Mycorrhizal Infection in Roots. *The New Phytologist*, 1980, 84, 489–500. <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111>
- Grace A.M, C. N. N. M., Nkemnkeng Francoline Jong, Y. B. K., & Elodie, & M. T. A. (2020). Rate of Echinops Giganteus Serum Biochemical Parameters Effect of Transplant Growth Stage Range Extension of *Micurus Camilae* *Global Journal of Science Frontier Research : C Biological Science. Global Journal*, 2020,20(6).
- Harman, G. E. (2006). Overview of mechanisms and uses of Trichoderma spp. *Phytopathology*, 96(2), 190–194. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-96-0190>

- Harman, G. E., Petzoldt, R., Comis, A., & Chen, J. (2004). Interactions between *Trichoderma harzianum* strain T22 and maize inbred line Mo17 and effects of these interactions on diseases caused by *Pythium ultimum* and *Colletotrichum graminicola*. *Phytopathology*, 94(2), 147–153. <https://doi.org/10.1094/PHYTO.2004.94.2.147>
- Heike Bücking and Arjun Kafle. (2015). Role of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in the Nitrogen Uptake of Plants: Current Knowledge and Research Gaps. *Agronomy*, 5, 587–612. <https://doi.org/10.3390/agronomy5040587>
- Ingraffia, R., Amato, G., Hernández, M. A. S., Frenda, A. S., Rillig, M. C., & Giambalvo, D. (2020). Nitrogen Type and Availability Drive Mycorrhizal Effects on Wheat Performance, Nitrogen Uptake and Recovery, and Production Sustainability. *Frontiers in Plant Science*. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00760>
- Jaroszy, Z., Michałojć, Z., Pitura, K., Dzida, K., & Koter, M. (2021). Influence of fertilization and mycorrhizae on the nutritional status of rhododendron (*Rhododendron hybridum*) in a nursery. *Agriculture (Switzerland)*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/agriculture11060538>
- Junior, C. F., Chagas¹, L. F. B., Miller², L. de O., & Oliveira²Chagas, and J. C. de. (2019). Efficiency of *Trichoderma asperellum* UFT 201 as plant growth promoter in soybean. *African Journal of Agricultural Research*, 14(5), 263–271. <https://doi.org/10.5897/AJAR2018.13556>
- Kung'u, J. B., Lasco, R. D., Cruz, L. U. D., Cruz, R. E. D., & Husain, T. (2008). Effect of vesicular arbuscular mycorrhiza (VAM) fungi inoculation on coppicing ability and drought resistance of *Senna spectabilis*. *Pakistan Journal of Botany*, 40(5), 2217–2224.
- Lao, F., & Giusti, M. M. (2016). Quantification of Purple Corn (*Zea mays* L.) Anthocyanins Using Spectrophotometric and HPLC Approaches: Method Comparison and Correlation. *Food Analytical Methods*, 9(5), 1367–1380. <https://doi.org/10.1007/s12161-015-0318-0>
- Lehmann, A., Veresoglou, S. D., Leifheit, E. F., & Rillig, M. C. (2014). Arbuscular mycorrhizal influence on zinc nutrition in crop plants - A meta-analysis. *Soil Biology and Biochemistry*, 69, 123–131. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2013.11.001>
- McFarland, J. W., Ruess, R. W., Kielland, K., Pregitzer, K., Hendrick, R., & Allen, M. (2010). Cross-ecosystem comparisons of in situ plant uptake of amino acid-N and NH₄⁺. *Ecosystems*, 13(2), 177–193. <https://doi.org/10.1007/s10021-009-9309-6>
- Miransari, M. (2011). Arbuscular mycorrhizal fungi and nitrogen uptake. *Archives of Microbiology*, 193(2), 77–81. <https://doi.org/10.1007/s00203-010-0657-6>
- Nasahi, C. (2010). PERAN MIKROBA DALAM PERTANIAN ORGANIK. In FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS PADJADJARAN BANDUNG.
- Ozdemir, G., Akpınar, C., Sabir, A., Bilir, H., Tangolar, S., & Ortas, I. (2010). Effect of inoculation with mycorrhizal fungi on growth and nutrient uptake of grapevine genotypes (*Vitis* spp.). *European Journal of Horticultural Science*, 75(3), 103–110.
- Parapasan Y., D., & Gusta, A. R. (2014). Waktu dan Cara Aplikasi Cendawan Mikoriza Arbuskular (CMA) pada Pertumbuhan Bibit Tanaman Kopi The Time and Applications Method of Vesicular Arbuscular Mycorrhizae (VAM) on Growth of Coffee Seedlings. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 13(3), 203–208.
- Prayudyaningsih, R., & Sari, R. (2016). Aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA) dan Kompos untuk Meningkatkan Pertumbuhan Semai Jati (*Tectona grandis* Linn.f.) pada Media Tanah Bekas Tambang Kapur. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 5(1), 37–46.

- Rewald, B., Holzer, L., & Göransson, H. (2015). Arbuscular mycorrhiza inoculum reduces root respiration and improves biomass accumulation of salt-stressed *Ulmus glabra* seedlings. *Urban Forestry and Urban Greening*, 14(2), 432–437. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.04.011>
- Rudresh, D. L., Shivaprakash, M. K., & Prasad, R. D. (2005). Tricalcium phosphate solubilizing abilities of *Trichoderma* spp. in relation to P uptake and growth and yield parameters of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Canadian Journal of Microbiology*, 51(3), 217–222. <https://doi.org/10.1139/w04-127>
- Sani, B., & Farahani, H. A. (2010). Effect of P 2 O 5 on coriander induced by AMF under water deficit stress. 2(April), 52–58.
- Saravanakumar, K., Shanmuga Arasu, V., & Kathiresan, K. (2013). Effect of *Trichoderma* on soil phosphate solubilization and growth improvement of *Avicennia marina*. *Aquatic Botany*, 104, 101–105. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2012.09.001>
- Selvakumar, G., & Thamizhiniyan, P. (2011). The Effect of the Arbuscular Mycorrhizal (AM) Fungus *Glomus intraradices* on the Growth and Yield of Chilli (*Capsicum annum* L .) Under Salinity Stress. 14(8), 1209–1214.
- Sharma, P., Vignesh Kumar, P., Ramesh, R., Saravanan, K., Deep, S., Sharma, M., Mahesh, S., & Dinesh, S. (2011). Biocontrol genes from *Trichoderma* species: A review. *African Journal of Biotechnology*, 10(86), 19898–19907. <https://doi.org/10.5897/AJBX11.041>
- Shukla, N., Awasthi, R. P., Rawat, L., & Kumar, J. (2012). Biochemical and physiological responses of rice (*Oryza sativa* L.) as influenced by *Trichoderma harzianum* under drought stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 54, 78–88. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2012.02.001>
- Suhesti E, Eko Widaryanto, B. W. and S. W. (2018). *Bioscience Research*. 15(2), 1004–1011.
- Thirkell, T. (2019). Contrasting Nitrogen Fertilisation Rates Alter Mycorrhizal Contribution to Barley Nutrition in a Field Trial. *Frontiers in Plant Science*, 10(October), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01312>
- Turk, M. A., Assaf, T. A., & Hameed, K. M. (2006). Significance of Mycorrhizae. 2(1), 16–20.
- Yang, Z., & Zhai, W. (2010). Optimization of microwave-assisted extraction of anthocyanins from purple corn (*Zea mays* L.) cob and identification with HPLC-MS. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 11(3), 470–476. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2010.03.003>