

## **PENGARUH KULTUR TUNGGAL FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA (FMA) TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN PADA MEDIA BEKAS TAMBANG PASIR**

**Fika Fauziah<sup>1</sup>, Ika Karyaningsih<sup>1</sup>, Ai Nurlaila<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>\*Kehutanan, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Universitas Kuningan  
\*email: 20190710016@uniku.ac.id

### **Abstrak**

*The rehabilitation strategy for improving the fertility of ex-sand mining soil must be able to improve the ecological conditions of the damaged mining environment, so that its growth can then be symbiotic with indigenous AMF. The types of plants that have the potential to be developed and are quite well known to the public are the types of plants that have economic value for the community and also have ecological value, where these plants are cut down so that they can improve the ecosystem condition of the former sand mining land in the area. Types of MPTS that might be developed include jackfruit, soursop and sugar apple plants. The type of plant chosen is aimed at land reclamation and also has a social and economic function for the community. In this study there were 2 variables, namely the independent variable which included the mycorrhizal genus and plant type, while the dependent variable included plant stem height, plant root length, plant root volume, number of spores on the plant. This research uses a Factorial Completely Randomized Design (CRD) data analysis method using SPSS software with two-way Analysis of Variance (ANOVA) at an error rate of 5%. The results showed that the use of the mycorrhizal genus independently had a very significant influence on the number of spores, but did not have a significant influence on the growth of stem height and root length. The use of plant species independently had a very significant influence on the growth of stem height, root length and root volume, but did not have a significant influence on the number of spores. Meanwhile, the interaction between the mycorrhizal genus and plant type had a very significant influence on root volume and did not have a significant influence on the growth of stem height, root length and number of spores.*

**Keywords:** Former sand mine, Mycorrhiza, MPTS

### **Abstrak**

Strategi rehabilitasi peningkatan kesuburan tanah bekas tambang pasir harus mampu memperbaiki kondisi ekologi lingkungan pertambangan yang rusak, sehingga pertumbuhannya kemudian dapat bersimbiosis dengan AMF pribumi. Jenis tanaman yang mempunyai potensi untuk dikembangkan dan cukup dikenal masyarakat adalah jenis tanaman yang mempunyai nilai ekonomi bagi masyarakat dan juga mempunyai nilai ekologis, dimana tanaman tersebut ditebang agar dapat memperbaiki ekosistem. kondisi bekas lahan penambangan pasir di kawasan tersebut. Jenis MPTS yang mungkin dikembangkan antara lain tanaman nangka, sirsak, dan srikaya. Jenis tanaman yang dipilih bertujuan untuk reklamasi lahan dan juga memiliki fungsi sosial dan ekonomi bagi masyarakat. Dalam penelitian ini terdapat 2 variabel yaitu variabel bebas yang meliputi genus mikoriza dan jenis tanaman, sedangkan variabel terikat meliputi tinggi batang tanaman, panjang akar tanaman, volume akar tanaman, jumlah spora pada tanaman. Penelitian ini menggunakan metode analisis data Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan menggunakan software SPSS dengan Analysis of Variance (ANOVA) dua arah dengan tingkat kesalahan 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan genus mikoriza secara mandiri memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap jumlah spora, namun tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tinggi batang dan panjang akar. Penggunaan jenis tanaman secara mandiri memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap pertumbuhan tinggi batang, panjang akar dan volume akar, namun tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah spora. Sedangkan interaksi antara genus mikoriza dan jenis tanaman memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap volume akar dan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tinggi batang, panjang akar dan jumlah spora.

Kata Kunci : Pasir bekas tambang, Mikoriza, MPTS

## PENDAHULUAN

Lahan bekas tambang pasir merupakan salah satu lahan marginal dan menimbulkan kendala dalam revegetasi. Kegiatan penambangan pasir menyebabkan perubahan pada sifat fisik, biologi, dan kimia tanah. Perubahan sifat kimia menyebabkan penurunan pH, bahan organik tanah, unsur hara, dan KTK tanah, sedangkan perubahan biologi tanah menyebabkan penurunan populasi organisme tanah (Winata, 2014). Widyati (2012) melaporkan bahwa tanah bekas tambang dapat menghambat pertumbuhan tanaman karena pH yang rendah dan kelarutan logam berat yang meningkat. pH tanah yang masam dapat menyebabkan kerusakan pada Aloktahedral mineral klei silikat, sehingga Al mineral klei silikat menjadi  $Al^{3+}$  yang bersifat toksik bagi tanaman (Rumondang, 2016). Kelarutan  $Al^{3+}$  atau yang disebut dengan Al-yang dapat dipertukarkan (Al-dd) yang tinggi mengikat unsur P-tersedia di dalam tanah menjadi tidak tersedia bagi tanaman (Rout *et al.*, 2001).

Upaya rehabilitasi lahan pascatambang sangat diperlukan agar dapat dimanfaatkan kembali secara produktif melalui reklamasi dan revegetasi (Aurum *et al.*, 2020). Revegetasi lahan bekas tambang pasir di Desa Cipancur telah dilakukan dengan penanaman beberapa jenis tanaman yaitu mangga, sengon dan juga akasia (Ristanu, 2022). Salah satu upaya untuk meningkatkan daya dukung tanah terhadap pertumbuhan tanaman adalah dengan pemanfaatan FMA yang dapat diaplikasikan pada lahan marjinal juga lahan kering. Mikoriza mampu meningkatkan ketahanan terhadap serangan patogen akar, misalnya dengan menghasilkan selubung akar atau antibiotik. Menurut Aldeman *et al.*, (2006) infeksi mikoriza dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan kemampuannya memanfaatkan nutrisi yang ada dalam tanah, terutama unsur P, Ca, N, Cu, Mn, K, dan Mg. Kolonisasi mikoriza pada akar tanaman dapat memperluas bidang serapan akar dengan adanya hifa eksternal yang tumbuh dan berkembang melalui bulu akar (Mosse, 2001).

Mikoriza arbuskular mempunyai hubungan simbiosis mutualisme antara tanaman dan jamur. Suatu lahan yang terdegradasi dan memiliki tingkat kesuburan yang rendah dapat dibantu oleh mikoriza untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan cara memperluas fungsi perakaran untuk memperoleh nutrisi (Garg dan Chandel, 2010). Mikoriza dapat meningkatkan luas serapan akar 47 kali lipat karena mampu memperluas permukaan kontak dengan tanah. Selain mampu meningkatkan laju transfer nutrisi di akar tanaman inang, mikoriza juga dapat meningkatkan ketahanan terhadap cekaman biotik dan abiotik (Smith dan Read, 2008).

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan mengenai Identifikasi FMA Indigenus yang berada di lahan bekas tambang pasir Desa Cipancur Kecamatan Kalimanggis. FMA indigenus merupakan mikoriza alami yang memiliki keunggulan, karena berasal dari wilayah spesifik yang memiliki daya adaptasi dari lingkungan yang baik. FMA indigenus mempunyai potensi tinggi untuk membentuk infeksi yang ekstensif karena mengenali tanaman inangnya, selain itu FMA indigenus memiliki sifat toleransi yang tinggi terhadap kondisi lingkungan dengan cekaman yang sangat tinggi (Delvian, 2006). Hasil menunjukkan bahwa terdapat 5 genus mikoriza yang berada di lahan bekas tambang pasir tersebut yaitu *Acaulospora*, *Glomus*, *Gigaspora*, *Sclerocytis*, dan *Scutellospora* (Redi, 2022). Dengan ditemukannya genus-genus tersebut, maka perlu untuk mengetahui kemampuan pertumbuhan FMA indigenus dari lahan bekas tambang pasir tersebut diluar habitat aslinya. Hal ini penting untuk mengetahui kemampuan sifat simbiosisnya terhadap tanaman inang lain pada kondisi yang berbeda. Jika FMA indigenus tidak dapat tumbuh di luar habitat aslinya, maka FMA tersebut akan mati dan tidak dapat mendukung pada pertumbuhan tanaman. FMA indigenus yang mampu bersimbiosis dengan berbagai inang dan mampu tumbuh pada berbagai kondisi lingkungan memberikan peluang untuk dijadikan pupuk hayati di masa depan.

Strategi rehabilitasi dalam memperbaiki kesuburan tanah bekas tambang pasir adalah harus mampu memperbaiki kondisi ekologi lingkungan tambang yang telah rusak, yang selanjutnya pertumbuhannya mampu bersimbiosis dengan FMA indigenus. Jenis tanaman yang potensial dapat dikembangkan dan cukup banyak dikenal masyarakat adalah jenis-jenis tanaman *multi purpose tree spesies* (MPTS) yaitu jenis-jenis tanaman yang memiliki nilai ekonomis bagi masyarakat dengan menghasilkan buah yang akan dimanfaatkan secara ekonomi bagi masyarakat dan juga memiliki nilai ekologi, dimana tanaman ini tidak akan pernah ditebang sehingga mampu memperbaiki kondisi ekosistem lahan bekas tambang pasir di wilayah tersebut. Jenis-jenis MPTS yang mungkin bisa dikembangkan antara lain tanaman nangka, sirsak dan srikaya. Dengan jenis tanaman yang dipilih ini bertujuan untuk reklamasi lahan dan juga berfungsi secara sosial serta ekonomi bagi masyarakat.

## METODOLOGI PENELITIAN

Waktu penelitian dilaksanakan dari bulan April – Agustus 2023 bertempat di Green House dan Laboratorium Silvikultur Fakultas Kehutanan dan Lingkungan Universitas Kuningan. Sementara untuk pengambilan sampel tanah dilakukan di areal bekas tambang pasir di Desa Cipancur, Kecamatan Kalimanggis, Kabupaten Kuningan.

Alat yang digunakan pada penelitian ini untuk pengambilan tanah adalah kantong plastik, cangkul dan spidol. Alat yang digunakan untuk pengamatan di laboratorium adalah saringan bertingkat 1 mm, 425  $\mu\text{m}$ , 106  $\mu\text{m}$ , 45  $\mu\text{m}$ , dan 0,0308  $\mu\text{m}$ , setrifuse, tabung reaksi, rak tabung reaksi, komputer, mikroskop digital, timbangan digital, jarum ose, pipet tetes, pinset, gelas preparat, cawan petri, botol semprot, gelas ukur, ember kecil, sarung tangan, label, nampan, dan jarum pentul. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sampel tanah bekas tambang pasir, larutan gula pasir 60%, KOH 10%, HCl 2%, tinta blue, benih nangka, benih sirsak, benih srikaya, sekam bakar, zeolit, tanah dan aquades.

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan 2 faktor perlakuan, faktor pertama yaitu genus mikoriza (tanpa mikoriza, *Glomus*, *Gigaspora*, dan campuran) dan faktor ke dua yaitu 3 jenis tanaman (Nangka, Sirsak dan Srikaya) dengan masing-masing perlakuan diulang sebanyak 5 kali.

Pada penelitian ini meliputi beberapa tahapan:

1. Persiapan media tanam dan tanaman inang  
Persiapan berupa zeolite yang dibersihkan dengan cara dicuci dikeringkan dibawah sinar matahari dan juga perebusan tanah untuk persemaian selama 3 jam diulang lagi selama 3 jam pada hari berikutnya. Selanjutnya penyemaian biji yang dilakukan pada bak kecambah dengan media semai diantaranya tanah (dari hasil perebusan) dan sekam bakar.
2. Penyiapan FMA  
FMA diisolasi dari tanah bekas tambang pasir dengan metode tuang saring basah (Paciono, 1992) menggunakan saringan bertingkat dan dilanjutkan dengan teknik sentrifugase (Brundrett *et al.* 1996). Selanjutnya spora FMA diamati menggunakan mikroskop digital dan dipilih yang kondisinya baik (bulat, utuh, dan segar).
3. Inokulasi FMA  
Pada tahap ini akar tanaman dicabut dari media semai, lalu dibersihkan dengan air mengalir. Selanjutnya setiap genus FMA sebanyak 30 spora diinokulasikan pada akar tanaman.
4. Pemeliharaan tanaman  
Pemeliharaan dilakukan selama 3 bulan. Selama pemeliharaan tanaman disiram sebanyak 2 kali sehari. Akhir minggu pemeliharaan (umur 3 bulan) frekuensi penyiraman dikurangi menjadi 3 hari sekali. Selanjutnya dilakukan pemanenan kultur tunggal mikoriza untuk diukur jumlah spora dan tingkat infeksi.
5. Pengamatan Infeksi FMA dalam akar  
Pengamatan infeksi FMA pada akar tanaman sampel dilakukan melalui teknik pewarnaan akar (staining). Keberadaan FMA pada tanaman inang ditandai dengan adanya infeksi FMA pada akar tanaman. Penjernihan akar dilakukan untuk melarutkan bagian-bagian sel sehingga yang akan terlihat hanya stuktur FMA yaitu vesikel, hifa dan arbuskular di dalam akar.

Data hasil pengamatan diolah dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan menggunakan software SPSS dengan Analisis Variansi (ANOVA) dua arah pada tingkat kesalahan 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Pengamatan Utama

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan genus mikoriza dan jenis tanaman secara mandiri maupun kombinasi keduanya menunjukkan hasil yang beragam. Hasil sidik ragam pengaruh penggunaan genus mikoriza dan jenis tanaman yang berbeda dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1 Ringkasan Hasil Sidik Ragam Pengaruh Genus Mikoriza dan Jenis Tanaman yang berbeda terhadap parameter yang Diamati

Parameter	Perlakuan		
	Genus Mikoriza	Jenis Tanaman	Genus Mikoriza x Jenis Tanaman
Tinggi Batang	tn	**	tn
Panjang Akar	tn	**	tn
Volume Akar	*	**	**
Jumlah Spora	**	tn	tn

Keterangan : tn = tidak nyata, \* = berbeda nyata pada taraf uji 5%, \*\* = berbeda sangat nyata pada taraf uji 1%

Ringkasan hasil sidik ragam pada tabel1, menunjukkan bahwa penggunaan genus mikoriza secara mandiri memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap jumlah spora, namun tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tinggi batang dan panjang akar. Penggunaan jenis tanaman secara mandiri memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap pertumbuhan tinggi batang, panjang akar dan volume akar, namun tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah spora. Sedangkan interaksi antara genus mikoriza dan jenis tanaman memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap volume akar dan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tinggi batang, panjang akar dan jumlah spora. Adapun penjelasan mengenai setiap parameter terhadap perlakuan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

### 1. Tinggi Batang

Hasil analisis sidik ragam terhadap parameter tinggi batang disajikan pada tabel sebagai berikut:

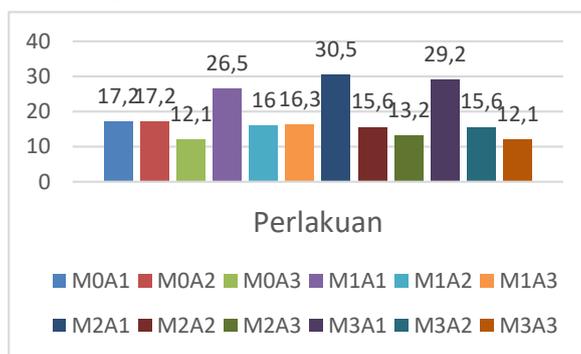
Tabel 2 Hasil Analisis Sidik Ragam Pengaruh Genus Mikoriza dan Jenis Tanaman Terhadap Tinggi Batang

Sumber Variasi	Derajat Bebas (Db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	11	2696.609 <sup>a</sup>	245.146	31.868 <sup>**</sup>	1.99	2.64
Faktor Genus Mikoriza(M)	3	3.245	1.082	0.141 <sup>tn</sup>	2.80	4.22
Faktor Jenis Tanaman(A)	2	2608.109	1304.055	169.519 <sup>**</sup>	3.19	5.08
M x A	6	85.254	14.209	1.847 <sup>tn</sup>	2.29	3.20
Galat	48	369.248	7.693			
Total	59	3065.857				

Keterangan: tn = tidak nyata, \* = berbeda nyata pada taraf uji 5%, \*\* = berbeda sangat nyata pada taraf uji 1%

Pada tabel 2 menyatakan bahwa faktor genus mikoriza secara mandiri tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tinggi batang. Hal itu bisa di artikan bahwa mikoriza pada penelitian ini tidak dapat memberikan unsur hara yang di perlukan oleh tumbuhan. Sehingga pertumbuhan tinggi tanaman cenderung tidak memberikan perubahan yang secara nyata. Tumbuh tinggi tanaman sangat di pengaruhi oleh unsur hara yang terkandung dalam tanah seperti halnya dalam penelitian Hartanti (2014) yang menyatakan bahwa unsur hara pada tanaman berfungsi membentuk asam amino dan protein yang dimanfaatkan dalam memacu pertumbuhan fase vegetatif. Selain itu terdapat beberapa faktor yang mungkin berpengaruh terhadap tidak adanya pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman seperti kualitas benih maupun unsur media yang ada di dalamnya. Hal itu sejalan dengan penelitian Darmawan *et al.*, (2015) yang menyatakan bahwa pertumbuhan tinggi tanaman di pengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal merupakan faktor yang terdapat pada benih atau tanaman itu sendiri. Faktor eksternal merupakan faktor yang terdapat di luar benih atau tanaman, salah satu yang mempengaruhi pertumbuhan dari segi faktor eksternal yaitu media tanam, Media tanam yang baik adalah media yang mampu menyediakan air dan unsur hara dalam

jumlah cukup bagi pertumbuhan tanaman. Hal ini dapat ditemukan pada tanah dengan tata udara yang baik, mempunyai agregat mantap, kemampuan menahan air yang baik dan ruang untuk perakaran yang cukup. Sedangkan faktor jenis tanaman secara mandiri memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap pertumbuhan tinggi batang. Hal itu dikarenakan jenis tanaman yang berbeda baik pada jenis tanaman nangka, sirsak dan srikaya memiliki pertumbuhan tinggi batang yang berbeda beda. Adapun interaksi antara genus mikoriza dan jenis tanaman tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tinggi batang tanaman dikarenakan hal yang memberikan pengaruh terhadap tinggi batang tidak berada pada perbedaan genus mikoriza akan tetapi keberadaan unsur hara pada tanaman. Dikarenakan angka signifikansi interaksi faktor M dan A menyatakan tidak berbeda nyata, maka tidak dilakukan uji lanjut menggunakan uji Duncan.



Gambar 1 Rata-rata Tinggi Batang

Pada gambar 1, menunjukkan bahwa rata-rata tinggi batang tanaman memiliki hasil yang berbeda antar perlakuan. Hal itu dikarenakan setiap tanaman memiliki karakter yang berbeda. Hal itu dikuatkan dengan pernyataan Yulina *et al.*, (2021) yang menyatakan tinggi rendahnya batang tanaman dipengaruhi sifat atau ciri yang mempengaruhi daya hasil varietas. Dan juga variasi tinggi tanaman yang terjadi antar varietas disebabkan karena setiap genotipe memiliki faktor genetik dan karakter yang berbeda. Adapun rata rata tinggi batang pada tanaman nangka, pemberian mikoriza genus *Gigaspora* (M2A1) memiliki hasil terbaik dibandingkan dengan pemberian mikoriza genus *Glomus*, mikoriza campuran dan juga kontrol. Sedangkan pada tanaman sirsak, inokulasi tanpa mikoriza/kontrol (M0A2) memberikan hasil yang terbaik pada rata- rata tinggi batang dibandingkan dengan pemberian genus mikoriza. Selanjutnya, pada tanaman srikaya dengan pemberian mikoriza genus *Glomus* (M1A3) memiliki hasil terbaik terhadap rata-rata tinggi batang dibandingkan dengan menggunakan mikoriza genus *Gigaspora*, mikoriza campuran maupun kontrol. Perbedaan yang terjadi pada setiap tanaman dengan kesesuaian penggunaan mikoriza itu disebabkan karena penggunaan mikoriza harus menyesuaikan jenis tanaman. Hal itu dikuatkan dengan pernyataan Husein (2013) yang menyatakan bahwa tingkat infeksi mikoriza yang rendah atau tinggi sangat ditentukan oleh kecocokan mikoriza dengan tanaman, faktor lingkungan beserta interaksi serta senyawa senyawa kimia yang dihasilkan tanaman.

Pertumbuhan tinggi batang pada penelitian ini menunjukkan peningkatan tinggi yang cukup beragam dan juga mengalami fluktuasi peningkatan setiap minggunya. Dari gambar menunjukkan bahwa tinggi tanaman paling maksimal ada pada M2A1 yang merupakan antara mikoriza genus *gigaspora* dengan tanaman nangka yang memiliki tinggi sebesar 30,5 cm. Sedangkan secara keseluruhan tanaman ini memiliki peningkatan tinggi dari minggu ke minggu yang disebabkan oleh adanya kelancaran penyerapan unsur hara setiap tanaman dan di olah pada proses fotosintesis mempengaruhi perkembangan dan pertumbuhan tinggi bibit, dengan perbedaan kemampuan tanaman untuk daya serap unsur hara menimbulkan adanya perbedaan pertumbuhan rata-rata tinggi bibit dan dengan adanya mikoriza kemampuan tanaman menyerap hara tanah semakin meningkat (Wasis & Fathia, 2011).

## 2. Panjang Akar

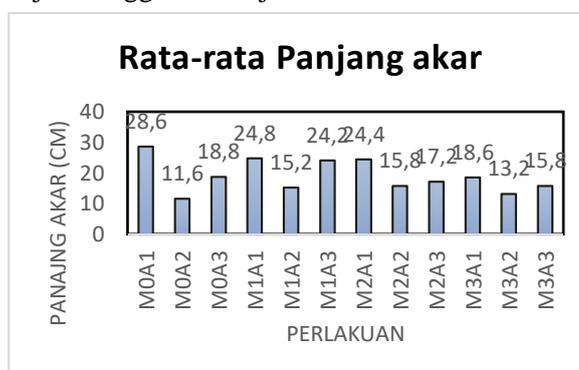
Hasil analisis sidik ragam terhadap parameter panjang akar disajikan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 3 Hasil Analisis Sidik Ragam Pengaruh Genus Mikoriza dan Jenis Tanaman Terhadap Panjang Akar

Sumber Variasi	Derajat Bebas (Db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	11	1543.783	140.344	3.259**	1.99	2.64
Faktor Genus Mikoriza(M)	3	240.583	80.194	1.862 <sup>tn</sup>	2.80	4.22
Faktor Jenis Tanaman(A)	2	1030.233	515.117	11.961**	3.19	5.08
M x A	6	272.967	45.494	1.056 <sup>tn</sup>	2.29	3.20
Galat	48	2067.200	43.067			
Total	59	3610.983				

Keterangan: tn = tidak nyata, \* = berbeda nyata pada taraf uji 5%, \*\* = berbeda sangat nyata pada taraf uji 1%

Pada tabel 3 menyatakan bahwa faktor genus mikoriza secara mandiri tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap panjang akar dikarenakan pertumbuhan akar di sebabkan oleh keadaan fisik tanah itu sendiri. Hal itu dikuatkan dengan pernyataan Andiyarto & Purnomo (2012) yang menyatakan pertumbuhan panjang akar sangat dipengaruhi oleh keadaan fisik tanahnya. Tanah merupakan tempat berkembangnya akar tanaman serta interaksi hara dengan tanaman, maka pemadatan tanah dan kandungan air tanah akan mempengaruhi pertumbuhan akar tanaman. Sedangkan faktor jenis tanaman secara mandiri memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap panjang akar. Hal itu dikarenakan setiap tanaman memiliki karakteristik pertumbuhan yang berbeda beda Sedangkan interaksi antara genus mikoriza dan jenis tanaman tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap panjang akar. Dikarenakan angka signifikansi interaksi faktor M dan A menyatakan tidak berbeda nyata, maka tidak dilakukan uji lanjut menggunakan uji Duncan.



Gambar 3 Rata-rata Panjang Akar

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa rata-rata panjang akar tanaman memiliki hasil yang berbeda antar perlakuan yang dikarenakan tingkat infeksi mikoriza pada tanaman yang berbeda beda seperti pada tanaman nangka dengan inokulasi tanpa mikoriza/kontrol (M0A1) memiliki hasil terbaik dibandingkan dengan pemberian genus mikoriza. Sedangkan pada tanaman sirsak, pemberian mikoriza genus Gigaspora (M2A2) memberikan hasil yang terbaik pada rata-rata panjang akar dibandingkan dengan pemberian mikoriza genus glomus, mikoriza campuran maupun kontrol. Selanjutnya, pada tanaman srikaya dengan pemberian mikoriza genus Glomus (M1A3) memiliki hasil terbaik terhadap rata-rata panjang akar dibandingkan dengan menggunakan mikoriza genus Gigaspora, mikoriza campuran maupun kontrol.

### 3. Volume Akar

Hasil analisis sidik ragam terhadap parameter volume akar disajikan pada tabel sebagai berikut:  
Tabel 4 Hasil Analisis Sidik Ragam Pengaruh Genus Mikoriza dan Jenis Tanaman Terhadap Volume Akar

Sumber Variasi	Derajat Bebas (Db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	11	14.050a	1.277	8.907**	1.99	2.64
Faktor Genus Mikoriza(M)	3	1.528	0.509	3.551*	2.80	4.22
Faktor Jenis Tanaman(A)	2	8.689	4.345	30.297**	3.19	5.08
M x A	6	4.765	0.794	5.538**	2.29	3.20
Galat	48	6.883	0.143			
Total	59	20.933				

Keterangan: tn = tidak nyata, \* = berbeda nyata pada taraf uji 5%, \*\* = berbeda sangat nyata pada taraf uji 1%

Pada tabel 4 menyatakan bahwa faktor genus mikoriza secara mandiri memberikan pengaruh yang nyata terhadap volume akar. Hal ini diduga bahwa mikoriza telah mampu menginfeksi akar tanaman, dengan demikian mikoriza juga telah mampu untuk beradaptasi dengan baik dengan lingkungan dan berinteraksi lebih baik dengan akar tanaman (Erlita & Hariani, 2017). Sedangkan faktor jenis tanaman secara mandiri memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap volume akar. Adapun interaksi antara genus mikoriza dan jenis tanaman memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap volume akar.

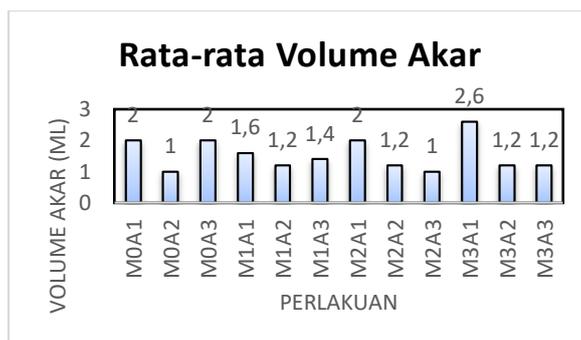
Berdasarkan tabel diatas, angka signifikasi interaksi faktor M dan A menyatakan bahwa sangat berbeda nyata terhadap volume akar, maka dilakukanlah uji lanjut menggunakan uji Duncan (Lampiran 3). Berikut adalah hasil uji lanjut yang dilakukan:

Tabel 5 Hasil Uji Duncan Perlakuan Interaksi Faktor M dan Faktor A Terhadap Volume Akar

Jenis Tanaman	Genus Mikoriza			
	M0	M1	M2	M3
A1	2c	1,6bc	2c	2,6d
A2	1a	1,2ab	1,2ab	1,2ab
A3	2c	1,4ab	1a	1,2ab

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%

Pada tabel 5, dapat disimpulkan bahwa interaksi terbaik yaitu pada perlakuan M3A1 yaitu pada tanaman nangka dengan menggunakan mikoriza campuran. Hal itu bisa di artikan bahwa tanaman nangka memiliki kesesuaian dengan mikoriza campuran sehingga tingkat infeksi mikoriza yang rendah atau tinggi sangat ditentukan oleh kecocokan mikoriza dengan tanaman, faktor lingkungan beserta interaksi serta senyawa senyawa kimia yang dihasilkan tanaman. Menurut Hadiatur *et al.* (2016) menyatakan bahwa pemberian FMA genus glomus + gigaspora mampu meningkatkan penyerapan unsur hara P. Hara N berfungsi sebagai pemicu pembentukan klorofil, protoplasma, protein dan asam-asam nukleat yang berperan penting dalam pertumbuhan semua jarnan hidup (Fahmi *e al.* 2010). Sedangkan P sendiri berfungsi sebagai pemacu pertumbuhan akar dan pembentukan sistem memacu pertumbuhan bunga, masaknya buah dan biji dan menambah daya tahan tanaman terhadap serangan hama penyakit (Aziz, 2018).



Gambar 4. Rata-rata Volume Akar

Pada gambar 4. menunjukkan bahwa rata-rata volume akar tanaman memiliki hasil yang berbeda antarperlakuan. Pada tanaman nangka dengan pemberian mikoriza campuran (M3A1) memiliki hasil terbaik dibandingkan dengan pemberian mikoriza genus *glomus*, *gigaspora* maupun kontrol. Sedangkan pada tanaman sirsak, pemberian genus mikoriza maupun mikoriza campuran (M1A2, M2A2, M3A2) memberikan hasil yang terbaik pada rata-rata volume akar dibandingkan dengan tanpa inokulasi mikoriza/kontrol. Selanjutnya, pada tanaman srikaya tanpa inokulasi mikoriza/kontrol (M0A3) memiliki hasil terbaik terhadap rata-rata volume akar dibandingkan dengan menggunakan mikoriza.

#### 4. Jumlah Spora

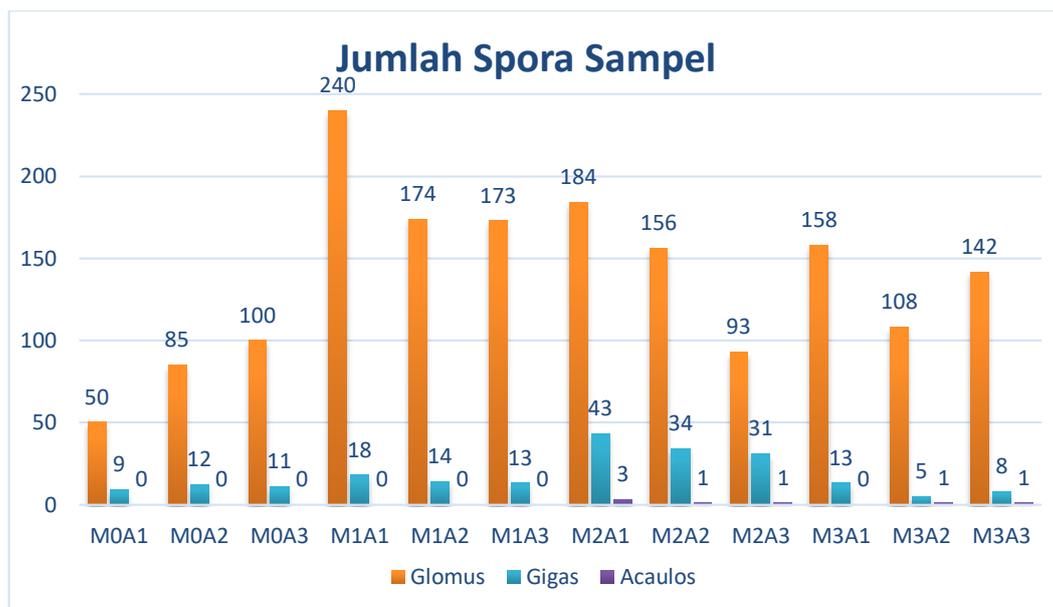
Jumlah spora merupakan salah satu parameter yang digunakan dan berikut adalah hasil analisis sidik ragam terhadap jumlah spora disajikan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 6 Hasil Analisis Sidik Ragam Pengaruh Genus Mikoriza dan Jenis Tanaman Terhadap Jumlah Spora

Sumber Variasi	Derajat Bebas (Db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	11	7382.450a	671.132	4.460**	1.99	2.64
Faktor Genus Mikoriza(M)	3	4958.983	1652.994	10.985**	2.80	4.22
Faktor Jenis Tanaman(A)	2	628.300	314.150	2.088 <sup>tn</sup>	3.19	5.08
M x A	6	1795.167	299.194	1.988 <sup>tn</sup>	2.29	3.20
Galat	48	7223.200	150.483			
Total	59	14605.650				

Keterangan: tn = tidak nyata, \* = berbeda nyata pada taraf uji 5%, \*\* = berbeda sangat nyata pada taraf uji 1%

Pada tabel 6 menyatakan bahwa faktor genus mikoriza secara mandiri memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap jumlah spora. Hal itu dikarenakan setiap genus mikoriza memiliki karakteristik spora yang berbeda beda karena spora sangat ditentukan oleh keadaan tanah itu sendiri (Kurnia *et al.*, 2019). Sedangkan faktor jenis tanaman secara mandiri tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah spora adapun interaksi antara genus mikoriza dan jenis tanaman tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah spora. Dikarenakan angka signifikasi interaksi faktor M dan A menyatakan tidak berbeda nyata, maka tidak dilakukan uji lanjut menggunakan uji Duncan.



Gambar 5. Jumlah Spora Sampel

Pada gambar 5. menunjukkan bahwa jumlah spora pada tiap sampel tanaman memiliki hasil yang berbeda. Terdapat 3 genus mikoriza yaitu glomus, gigaspora, dan acaulospora. Jumlah mikoriza genus glomus tertinggi berada pada perlakuan M1A1, sedangkan untuk genus gigaspora dan acaulospora tertinggi berada pada perlakuan M2A1. Glomus memiliki nilai kepadatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan Gigaspora dan Acaulospora pada tiap sampel. Ini awalnya setiap perlakuan di inisiasi 30 spora pada tiap tanaman, tetapi kemudian setelah pertumbuhan tanaman selama 12 minggu menunjukkan jumlah hasil yang beragam pada setiap tanaman. Jumlah spora glomus meningkat sangat banyak terutama pada jenis tanaman nangka. Pada tanaman yang di inisiasi gigaspora yang tidak diberikan glomus, jenis glomus berkembang dengan baik. Hal ini bisa disebabkan bahwa glomus lebih ringan dan mudah berpindah sporanya baik melalui air maupun angin. Dalam beberapa penelitian juga seperti yang dilakukan oleh Kartika *et al.*, (2017) menunjukkan bahwa genus Glomus merupakan genus yang mendominasi dibandingkan dengan yang lain. Glomus memiliki persebaran yang luas, dengan karakteristik umum bahwa mikoriza tersebut cocok dengan habitatnya (Cahyani *et al.*, 2014) karena mampu hidup pada berbagai kondisi lingkungan yang ekstrem (Wanda *et al.*, 2015, dengan karakteristik tersebut sehingga Glomus lebih dominan ditemukan dibanding genus lainnya (Tarmedi, 2006). Selain itu, genus Glomus tersebut bisa berkembangbiak dan menghasilkan spora dekat dengan permukaan tanah, sehingga dengan berat spora yang ringan, maka akan sangat mudah tertiuap oleh angin dan menyebar pada sampel-sampel lainnya. Sebaliknya, pada genus gigaspora akan menghasilkan hifa didalam tanah yang berdekatan dengan permukaan akar (INVAM). Maka, faktor utama dari perbedaan jumlah spora pada sampel hanya terletak pada lokasi genus tersebut tinggal dan berkembangbiak. Namun pada sampel yang M2 dan M3, ditemukan genus lain yaitu genus acaulospora. Genus acaulospora sendiri tidak termasuk dalam bagian dari variabel bebas pada penelitian ini. Adanya genus acaulospora yang ada secara mandiri bisa diduga ketika pengambilan sampel tanah pada media bekas tambang pasir dan terdapat propagul genus acaulospora yang bisa menjadi rangsangan untuk tumbuh. Berikut gambar spora yang ditemukan dalam penelitian:



(a). Glomus



(b). Gigaspora



(c). Acaulospora

Gambar 6. Spora yang Ditemukan

## 5. Tanaman Hidup

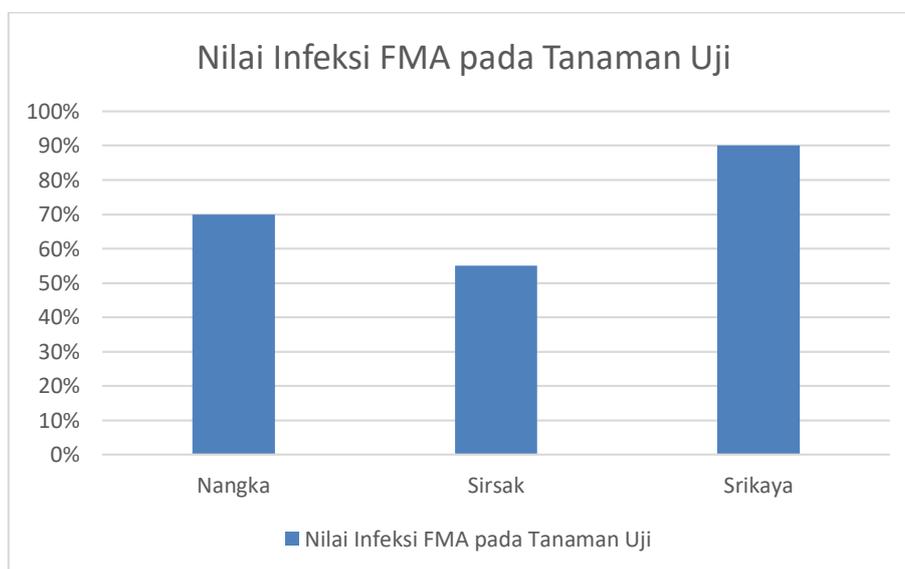
Berdasarkan lampiran 1, hasil menunjukkan bahwa dari 60 satuan percobaan semua tanaman tersebut hidup. Terdapat 3 jenis tanaman yaitu nangka, sirsak, dan srikaya dan dapat dikatakan bahwa tanaman yang digunakan hidup seluruhnya. Hal ini menunjukkan bahwa faktor utama tanaman bisa hidup atau tumbuh secara optimal adalah kondisi tanah ataupun tempat hidupnya sesuai dengan kebutuhan nutrisi dan unsur hara. Selain itu perawatan tanaman diperlukan untuk mengurangi risiko terjadinya sampel mati. Berikut merupakan gambar tanaman hidup dalam penelitian ini:



Gambar 7. Tanaman Hidup

## 6. Nilai Infeksi FMA

Berdasarkan hasil pengamatan akar tanaman dengan menggunakan metode teknik pewarnaan (*Staining*), nilai infeksi FMA pada setiap tanaman sampel adalah sebagai berikut:



Gambar 8. Nilai Infeksi FMA pada Tanaman Uji

- >75% : tingkat infeksi tinggi
- 51-74% : tingkat infeksi sedang
- <50% : tingkat infeksi rendah (Setiadi dan Setiawan, 2011)

Pada gambar 8. dapat dilihat bahwa telah terjadi infeksi FMA pada akar tanaman dengan nilai persentase yang berbeda-beda. Perbedaan persentase kolonisasi akar, salah satunya dipengaruhi oleh jenis tanaman inang. Nilai infeksi pada tanaman srikaya (90%) dengan kategori tingkat infeksi tinggi, sedangkan pada tanaman nangka (70%) dan sirsak (55%) masuk dalam kategori tingkat infeksi sedang.

Menurut Permanasari *et al.* (2016), jumlah spora merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi koloni mikoriza terhadap akar tanaman. Semakin tinggi jumlah spora mikoriza maka tingkat koloni mikoriza pada akar tanaman yang ada di dalam tanah akan semakin banyak pula. Selain dipengaruhi oleh jumlah spora, kolonisasi mikoriza juga dipengaruhi oleh perakaran tanaman inang (Yurisman *et al.*, 2015). Kolonisasi akar merupakan bentuk proses simbiosis langsung antara akar tanaman inang dan FMA. Menurut Baptista *et al.* (2014) proses kolonisasi akar terbagi menjadi 4 tahapan yaitu sebelum infeksi, penetrasi hifa pada akar tanaman inang, hifa tumbuh dan berkembang pada sel akar dan tahapan akhir FMA akan menjalankan fungsinya membantu penyerapan hara dan air untuk tanaman inang. FMA berperan penting dalam meningkatkan efisiensi dalam penyerapan unsur hara (terutama fosfor) dan berbagai mikronutrien, mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara yang

diserap oleh tanaman, termasuk pada lahan marginal (Martin *et al.* 2017) untuk melihat efisiensi dan efektivitas peranan FMA, biasanya dihubungkan dengan tingkat kolonisasi pada akar tanaman. Semakin tinggi tingkat kolonisasi diharapkan semakin besar peranannya terhadap peningkatan penyerapan unsur hara yang kemudian berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman.

Persen infeksi akar menunjukkan bahwa akar terkolonisasi oleh FMA dan nilai infeksi tersebut mencerminkan struktur FMA pada akar tanaman. Data infeksi tidak dapat memberikan gambaran berapa jauh hifa FMA berkembang di luar atau di dalam akar. Banyak penelitian yang menyimpulkan bahwa, perkembangan hifa di dalam akar tidak berkolerasi positif dengan perkembangan hifa di luar akar. Oleh sebab itu, persen infeksi yang lebih tinggi tidak selalu menghasilkan pertumbuhan tanaman yang lebih tinggi juga. Melati *et al.* (2014) juga melaporkan bahwa tingginya infeksi tanaman inang tidak selalu menghasilkan pertumbuhan tanaman yang lebih baik. Peningkatan pertumbuhan tanaman inang lebih ditentukan oleh aktivitas FMA yang berkembang di luar akar tanaman untuk menyerap unsur hara dan air.

## **B. Pengamatan Penunjang**

### **1. Suhu**

Dalam waktu penelitian suhu ruangan di dalam *green house* berbeda-beda setiap harinya. Hal ini dipengaruhi oleh cuaca yang terjadi berubah-ubah dari hujan hingga panas. Ketika cuaca panas rata-rata suhunya berada pada  $\pm 28^{\circ}\text{C}$ , sehingga pada cuaca panas pada bibit tanaman harus dijaga lebih intens seperti dilakukan penyiraman 2 kali dalam sehari karena dikhawatirkan media mengalami kekeringan atau kekurangan air serta daun yang layu. Berbeda ketika cuaca sedang hujan rata-rata suhunya sekitar  $\pm 21^{\circ}\text{C}$  dan media tanam biasanya akan tetap lembab hingga sore hari.

### **2. Hama dan Penyakit**

Hama dan penyakit masalah utama pada tumbuhan utama pada tumbuhan yang dapat menghambat atau mengganggu pertumbuhannya. Berdasarkan definisinya hama adalah hewan pengganggu yang dapat merusak suatu tanaman, sedangkan penyakit adalah kondisi suatu tanaman yang terganggu biasanya diakibatkan oleh virus, jamur, ganggang, bakteri, dan sebagainya. Pada penelitian ini ditemukan hewan serangga yaitu belalang dan laba-laba, tetapi keberadaan hewan tersebut tidak mengganggu terhadap tanaman uji. Hewan yang tidak mengganggu tersebut dapat dikendalikan dengan cara di singkirkan secara manual.

## **SIMPULAN**

Penggunaan genus mikoriza secara mandiri memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap jumlah spora, namun tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tinggi batang dan panjang akar. Penggunaan jenis tanaman secara mandiri memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap pertumbuhan tinggi batang, panjang akar dan volume akar, namun tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah spora. Interaksi antara genus mikoriza dan jenis tanaman memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap volume akar dan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tinggi batang, panjang akar dan jumlah spora.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Kami mengucapkan terima kasih seluruh sivitas akademika Fakultas Kehutanan dan Lingkungan Universitas Kuningan atas bantuan, doa dan fasilitasnya.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Aldeman, J. M., and J. B. Morton. 2006. Infectivity of Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Fungi Influence Host Soil Diluent Combination on MPN Estimates and Percentage Colonization. *Soil Biolchen Journal*. 8(1) : 77-83.
- Andiyarto, H., & Purnomo, M. (2012). Efektifitas Pemanfaatan Tanaman Rumput Akar Wangi Untuk Pengendalian Longsor Permukaan Pada Lereng Jalan Ditinjau Dari Aspek Respon Pertumbuhan Akar. *Teknik Sipil & Perencanaan*, 14(2), 151–164.
- Aurum, P., Budi, S. W., & Pamoengkas, P. (2020). Ketergantungan Tiga Jenis Tanaman Kehutanan terhadap Mikoriza pada Media Tanah Bekas Tambang Pasir Silika. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(2).
- Aziz, Abdul. 2018. Analisis Kandungan Unsur Fosfor (P) Dalam Kompos Organik Limbah Jamur

- Dengan Aktivator Ampas Tahu. *Jurnal Ilmiah Biologi "Bioscientist"*. 1(1): 20 – 26.
- Delvian. Aspek molekular dan selular simbiosis cendawan mikoriza arbuskula. Universitas Sumatra Utara, Juni 2006. ID P 132 299 348.
- Erlita, & Hariani, F. (2017). Pemberian mikoriza dan pupuk organik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung (*Zea mays*). *Agrium*, 20(3), 268–272.
- Fahmi, Arifin, Syamsudin, Nuryani S., & Radjagukguk B. 2010. Pengaruh Interaksi Hara Nitrogen dan Fosfor Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays L*) Pada Tanah Regosol dan Latosol. *Berita Biologi*. 10(3) : 297 - 304
- Garg N, Chandel S. 2010. Arbuscular mycorrhizal networks: process and function. A review. *Agron Sustain Dev* 30: 581-599.
- Hadianur, Syafrudin, & Kesumawati E. 2016. Pengaruh Jenis Fungi Mikoriza Arbuscular Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat. *Jurnal Agrista*. 20(3): 126 – 134.
- Hartanti, I. (2014). Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati Mikoriza Dan Rock Phosphate Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Sturt). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau*, 1(1), 7823–7830.
- Husein, E. (2013). Respon beberapa jenis tanaman terhadap mikoriza vesikular arbuskular dan pupuk fosfat pada ultisol. *Pemanfaatan Cendawan Mikoriza Untuk Meningkatkan Produksi Tanaman Pada Lahan Marginal*.
- Kurnia, Gusmiaty, & Larekeng, siti halimah. (2019). Identifikasi Dan Karakterisasi Mikoriza Pada Tegakan Nyatoh ( *Palaquium sp .* ). *Jurnal Perennial*, 15(1), 51–57.
- Pacioni, G. 1992. Wet Sieving and Decanting Techniques for the Extraction of Spores of Vesicular[1]Arbuscular Mycorrhizal Fungi. San Diego (US): Academic Press.
- Redi. 2022. Identifikasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Pada Rhizosfer Akasia (*Acacia mangium*) Dan Sengon (*Paraserianthes falcataria*) Di Lahan Bekas Tambang Pasir Desa Cipancur Kecamatan Kalimanggis Kabupaten Kuningan. [skripsi]. Kuningan. Program Studi Kehutanan, Universitas Kuningan.
- Ristanu, Nunu. 2022. Upaya Revegetasi Lahan Bekas Tambang Pasir Di Desa Cipancur Kecamatan Kalimanggis Kabupaten Kuningan Jawa Barat. [skripsi]. Kuningan: Program Studi Kehutanan, Universitas Kuningan.
- Rout G, Samantaray S, Das P. 2001. Aluminium toxicity in plants: a review. *Agronomie, EDP Sciences*. 21(1): 3-21. <https://doi.org/10.1155/2012/219462>
- Rumondang J. 2016. Uji Adaptabilitas Paspalum conjugatum Berg, Setaria splendida Stapf, dan Vetiveria zizanioides (L.) Nash Pada Toksisitas Aluminium [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Sugiyono. 2016. Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, dan R&D. Bandung : Alfabeta
- Wasis, B., & Fathia, N. (2011). Pengaruh Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Semai Gmelina (*Gmelina arborea* Roxb.) Pada Media Tanah Bekas Tambang Emas (Tailing). *Jurnal Silviculture Tropika*, 2(1).
- Widyati E. 2012. Pemanfaatan Sludge Industri Pulp dan Kertas Untuk Ameliorasi Tanah Tailing Tambang Emas. *Jurnal Selulosa*. 2(1): 28-38. <https://doi.org/10.25269/jsel.v2i01.30>
- Winata, B. 2014. Pertumbuhan Semai Jabon (*Anthocephalus cadamba*) pada Media Bekas Tambang Pasir dengan Penambahan Sub Soil dan Arang Tempurung Kelapa [skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Yulina, N., Ezward, C., & Haitami, A. (2021). Karakter Tinggi Tanaman, Umur Panen, Jumlah Anakan Dan Bobot Panen Pada 14 Genotipe Padi Lokal. *Jurnal Agrosains Dan Teknologi*, 6(1), 15. <https://doi.org/10.24853/jat.6.1.15-24>