

**PEMBIAKAN MIKORIZA ASAL AKAR MERANTI (*Shorea montigena*)
DENGAN MENGGUNAKAN CARA LARUTAN**

***MYCORRHIZAL PROPAGATION FROM MERANTI ROOTS (*Shorea montigena*)
BY USING THE SOLUTION METHOD***

Nuel Patrik Radjabaycolle Bunga¹, Johan M. Matinahoru^{2*}, Miranda H. Hadijah³

^{1,2,3}Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura. Ambon
Jln. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka, Ambon, 97233. Indonesia

* Email Korespondensi: johanmantinahoru@gmail.com

ABSTRAK

Meranti (*Shorea montigena* Slooten) memiliki perakaran sebagai habitat jamur mikoriza. Jamur mikoriza dapat dikembangkan dan ditularkan ke jenis tanaman lain. Penularan jamur mikoriza dapat terjadi pada akar tanaman inang, jika telah terjadi infeksi. Selama ini proses pembiakan jamur endomikoriza lebih banyak dilakukan dengan cara non-larutan, sehingga penelitian ini bertujuan untuk mencari media larutan yang efektif untuk pembiakan jamur endomikoriza. Metode yang digunakan adalah cara larutan. Rancangan penelitian yang digunakan adalah percobaan faktor tunggal dalam rancangan acak lengkap. Faktor tunggal tersebut adalah jenis media larutan yang terdiri atas 5 level. Perlakuan diulang sebanyak 3 kali dan setiap perlakuan terdiri dari 5 bibit tanaman jagung, sehingga jumlah total bibit tanaman jagung sebanyak 75 bibit yang disemai selama 1 bulan di rumah kaca, dan kemudian diinokulasi dengan larutan mikoriza setelah bibit berumur 2 minggu. Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah pertumbuhan jamur mikoriza (hari), perkembangan jamur mikoriza (cm²), dan persentase infeksi jamur mikoriza pada akar tanaman jagung (%). Berdasarkan hasil penelitian, jenis perlakuan media larutan berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan perkembangan endomikoriza dari akar tegakan meranti. Media larutan yang efektif pada penelitian ini adalah pada perlakuan A4 yaitu campuran limbah air cucian beras dan gula merah yang menghasilkan rerata pertumbuhan dan perkembangan endomikoriza yang paling baik. Selain itu, keefektifan jamur mikoriza mampu memacu pertumbuhan tanaman jagung yang digunakan sebagai media yang diaplikasikan. Jamur endomikoriza yang diperbanyak dengan menggunakan prosedur larutan ini berpotensi untuk dikembangkan sebagai pupuk hayati dan dapat meningkatkan kesuburan tanah.

Kata kunci: Meranti, Endomikoriza, Akar, Infeksi, Media larutan.

ABSTRACT

Meranti (*Shorea montigena* Slooten) has roots that serve as a habitat for mycorrhizal fungi. These mycorrhizal fungi can be propagated and transmitted to other plant species. Transmission of mycorrhizal fungi can occur in the roots of host plants, if infection has occurred. So far, the process of breeding endomycorrhizal fungi is mostly done in a non-solution way, so this study aims to find an effective solution medium for breeding endomycorrhizal fungi. The method used is the solution method. The research design used was a single factor experiment in a completely randomized design. The single factor is the type of solution media consisting of 5 levels. The treatment was repeated 3 times and each treatment consisted of 5 corn plant seedlings, so the total number of corn plant seedlings was 75 seedlings that were sown for 1 month in the greenhouse, and then inoculated with mycorrhizal solution after the seedlings were 2 weeks old. The parameters observed in this study were mycorrhizal fungal growth (days), mycorrhizal fungal development (cm²), and the percentage of mycorrhizal fungal infection in corn plant roots (%). Based on the results of the study, the type of solution media treatment had a significant effect on the growth and development of endomycorrhiza from the roots of meranti stands. The effective solution media in this study was in the A4 treatment, namely a mixture of rice washing water waste and brown sugar which produced the best average growth and development of endomycorrhiza. In addition, the effectiveness of endomycorrhizal fungi is able to spur the growth of corn plants used as applied media. Endomycorrhizal fungi propagated using this solution procedure have the potential to be developed as a biofertilizer and can improve soil fertility.

Keywords : Meranti, Mycorrhiza, Root, Infection, Media solution

PENDAHULUAN

Meranti (*Shorea montigena*, Slooten) merupakan genus utama dari famili Dipterocarpaceae yang memiliki nilai ekonomi sangat tinggi. Hal ini karena meranti adalah jenis tanaman komersil penghasil kayu utama di Indonesia (Wahyu, *et al.*, 2014). Keunggulan meranti adalah kayu jenis ini tergolong kayu keras berbobot ringan sampai berat. Kayu terasnya berwarna merah muda pucat, merah muda kecoklatan, hingga merah tua termasuk unik. Berdasarkan berat jenisnya, kayu meranti terdiri dari meranti merah muda yang lebih ringan dan meranti merah tua yang lebih berat (Ulfah, *et al.*, 2018). Kayu meranti tergolong kayu kelas kuat II-IV dan termasuk dalam kayu kelas awet III-IV. Meranti biasanya digunakan sebagai bahan baku pembuatan papan tripleks, bahan bangunan, industri kayu lapis, industri PULP, dan kertas. Di Indonesia diketahui kurang lebih terdapat 506 jenis shorea, yang tersebar di Sumatera, Kalimantan, dan Maluku. Populasi meranti yang ada di Maluku tumbuh dan berkembang pada lokasi dengan ketinggian 400-700 m di atas permukaan laut (Matinahoru, 2023).

Dalam penelitian Larenstein & J. Dallinga (2013) dijelaskan bahwa tanaman meranti dapat memberikan kontribusi dalam penyimpanan karbon, mengurangi konsentrasi CO₂ di atmosfer, dan tetap menyediakan kayu berkualitas tinggi. Didukung dengan penelitian Hardjana, *et al.* (2017) bahwa tanaman meranti mempunyai potensi dalam penyerapan karbon cukup besar yaitu 0,27 – 1,69 ton/ha/tahun. Secara umum pola pergerakan karbon dominan berasal dari tanaman ke fungi. Pola asosiasi ini seringkali menunjukkan kepada sistem pertahanan tanaman, serapan hara, perbaikan struktur tanah dan ketahanan terhadap cekaman kekeringan (Pulungan, 2018). Oleh karena itu meranti berkontribusi besar sebagai inang bagi mikoriza.

Mengingat pentingnya penerapan teknologi yang ramah lingkungan, maka dalam upaya meningkatkan kesuburan tanah diperlukan aplikasi pemanfaatan mikoriza, karena mikoriza berperan sebagai penyubur tanah (Nurlaila, *et al.*, 2022). Istilah mikoriza berasal dari bahasa Yunani yaitu *myces* (cendawan) dan *rhiza* (akar) (Istigfaiyah, 2018). Mikoriza adalah salah satu bentuk hubungan simbiosis mutualisme antara cendawan dan perakaran tumbuhan, dimana keduanya mendapatkan keuntungan antara lain: (1). Fungi mendapatkan sumber karbon dari hasil fotosintesis, (2). Tanaman inang mendapatkan pasokan unsur hara dari fungi (Nusantara, *et al.*, 2012). Salah satu jenis mikoriza yang menjadi perhatian beberapa tahun terakhir ini adalah endomikoriza atau Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA). FMA merupakan suatu kelompok jamur tanah biotrof obligat yang tidak dapat melestarikan pertumbuhan dan reproduksinya bila terpisah dari tanaman inang (Nurrobifahmi, *et al.* 2017). Menurut Nurhayati, (2012) Mikoriza mampu menyesuaikan diri pada lingkungan yang ekstrim, terutama pada tanah marginal seperti daerah kering, tanah masam dan lain-lain.

Asosiasi FMA terjadi karena pembentukan struktur fungi intraseluler yang bercabang atau “*arbuscules*” yang diyakini sebagai tempat pertukaran fosfat antara fungi dan tanaman. Spora yang

Received:12 Maret 2026; Revised:15 April 2026; Accepted: 26 April 2026; Published:30 April 2026

Vol. 3 No. 1. April 2026 | **MARSEGU: Jurnal Sains dan Teknologi**

48

berbentuk bulat atau oval yang biasa disebut “*vesikula*” mengandung lipid dan dianggap sebagai struktur penyimpanan karbon juga dapat terbentuk dalam beberapa kasus, meskipun ini akan tergantung pada simbiosis jamur serta kondisi lingkungan (Smith, 1997 dalam Pulungan, 2018). Sebagian besar penelitian tentang FMA tetap menggunakan akar tanaman sebagai media pertumbuhan FMA. Hal yang sama juga ditegaskan oleh Hidayat (2012) yang menyatakan bahwa, pada simbiosis FMA, peningkatan suplai hara tanaman yang dilakukan oleh fungi memerlukan pengorbanan dari tanaman inang berupa penyediaan karbon untuk kebutuhan hidup jamur mikoriza. Dalam bidang kehutanan diketahui jamur mikoriza berasosiasi dengan lebih dari 80% jenis pohon kehutanan (Prayudyaningsih 2012), tetapi akar tegakan meranti dan tegakan pinus dikenal sebagai habitat alami dari pada jamur mikoriza terutama endomikoriza. Salah satunya dalam penelitian ini ditemukan FMA pada tanaman kehutanan yakni meranti. Manfaat lainnya yang terpenting dari pada komunitas meranti adalah sebagai inang endomikoriza sehingga dapat dilakukan isolasi untuk diperbanyak agar dapat ditularkan bagi tanaman lain.

Penularan jamur mikoriza pada akar tanaman (inang) dapat terbentuk setelah terjadi proses infeksi jamur mikoriza ke dalam akar tanaman baik yang diawali dengan berkecambahnya spora maupun infeksi oleh bagian vegetatif dari jamur mikoriza. Penularan tersebut dapat terjadi baik secara alami maupun dengan bantuan manusia. Inokulasi dengan bantuan manusia dapat dilakukan dengan tablet atau kapsul, alginat mikoriza, spora dan miselium (Omon, 2009). Hasil penelitian Siregar, *et al* (2020), melaporkan bahwa salah satu cara pembiakan mikoriza dengan menggunakan media padat adalah zeolit. Penelitian terkait pembiakan mikoriza menggunakan media cair masih sangat minim sehingga penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “*Pembiakan Mikoriza Asal Akar Meranti (Shorea montigena) dengan Menggunakan Cara Larutan*” sehingga dapat menemukan media cair yang tepat untuk perkembangbiakan mikoriza.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang lain adalah dalam proses pembuatan media padat untuk perkembangbiakan mikoriza sangatlah membutuhkan usaha dan tenaga yang ekstra serta membutuhkan tenaga ahli dalam bidang mikoriza. Oleh karena itu harga media padat yang dijual di pasaran juga lebih mahal. Untuk menciptakan biaya produksi yang lebih ekonomis, diperlukan suatu usaha untuk mencari solusi alternatif yakni media pembiakan mikoriza berupa media cair dan berbiaya murah.

Berdasarkan pernyataan diatas, adapun ide atau gagasan baru yang akan dilakukan dalam penelitian ini ialah melakukan inokulasi dengan bantuan manusia melalui pembiakan (perbanyak) mikoriza menggunakan cara larutan dengan media yang dipakai yaitu akar tanaman meranti yang dibiakkan dalam media cair (larutan).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan terhitung dari bulan Maret-Juni 2023 dengan pengambilan sampel mikoriza pada akar tanaman asal meranti merah di Desa Honitetu, Kecamatan Kairatu, Kabupaten Seram Bagian Barat. Selanjutnya, penelitian dilanjutkan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Pattimura dan analisis jaringan tanaman dilakukan di Laboratorium Silvikultur Jurusan Kehutanan Universitas Pattimura. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi, gergaji, parang, linggis, ayakan tanah, kompor, kual, spatula, gelas plastik (cup), gelas ukur, labu takar, mistar, timbangan analitik, wadah plastik (250 ml), cup plastik (35 ml), mikroskop, gunting, pinset, kamera handphone, kertas label, saringan, pipet tetes, kaca preparat, kaca penutup/cover glass, alat tulis menulis. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi, akar pohon meranti yang terinfeksi mikoriza, spora mikoriza berasal dari akar meranti, bibit jagung manis tanah berpasir, air kentang rebus, air cucian beras, gula merah, gula putih, nasi, KOH 10%, gliserol, aquades, cuka komersil 25%, tinta printer epson 664 (blue), larutan destaining. Penelitian ini dimulai dengan:

- *Menyiapkan Media pembiakan* berupa akar meranti yang terinfeksi jamur mikoriza dan menyiapkan (larutan kentang rebus, larutan cucian beras 250 ml) dan (larutan gula merah, gula putih sebanyak 50 gram). Mengisolasi jamur mikoriza dengan cara mengupas kulit akar untuk menghilangkan ektomikoriza kemudian dilanjutkan dengan proses pemotongan akar. Siapkan wadah untuk menampung serbuk gergajian sebelum akar di potong menjadi beberapa bagian menggunakan gergaji dan serbuk gergajian yg dikumpulkan dicampurkan dengan bahan nasi. Setelah 14 hari, dilakukan proses pemindahan nasi yang ditumbuhi jamur mikoriza (dengan adanya hifa dan spora yang muncul di permukaan) ke dalam larutan berupa air kentang rebus dan air cucian beras. Penggunaan larutan gula merah dan gula putih sebagai bahan untuk meningkatkan kadar mikoriza dalam larutan.

Mengamati perkembangan jamur mikoriza dalam larutan atau medium pembiakan jamur mikoriza. Jamur mikoriza siap di aplikasikan dengan melihat perkembangan.

- *Menyiapkan Media Tanam* menggunakan tanah berpasir dan disterilkan dalam kual selama 30 menit dilakukan berulang. Media tumbuh kemudian dimasukkan ke dalam gelas plastik (cup) berukuran 16 oz yang telah disiapkan dan diberi label perlakuan.
- *Menyiapkan Bibit jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt.)* disemai terlebih dahulu selama 1 bulan di rumah kaca. Penyemaian dilakukan menggunakan media tanah berpasir yang telah disterilisasi. Selama penyemaian, semai disiram setiap hari yakni pada pagi dan sore hari.
- *Menyiapkan Bahan Inokulasi* yang digunakan dalam penelitian ini adalah larutan bermikoriza.

Received:12 Maret 2026; Revised:15 April 2026; Accepted: 26 April 2026; Published:30 April 2026

Vol. 3 No. 1. April 2026 | **MARSEGU: Jurnal Sains dan Teknologi**

50

- *Perlakuan Inokulasi.* Setelah bibit berumur 2 minggu kemudian dilakukan tindakan larutan inokulasi. Perlakuan inokulasi dilakukan secara langsung yaitu larutan bermikoriza dari tiap perlakuan diaplikasikan 1 kali ke cup berisi tanaman jagung yang memiliki jumlah daun minimal 2 helai daun dengan larutan perlakuan sampai jenuh basah. Akar tanaman jagung dipanen pada umur 1 bulan dan diamati di laboratorium untuk melihat persentasi infeksi jamur mikoriza.
- *Pengamatan Persentase Infeksi Mikoriza.* Variabel pengamatan persentase kolonisasi akar bermikoriza (dengan cara pewarnaan akar) menggunakan larutan tinta-cuka (Nusantara, 2011):
 1. Akar dicuci sampai bersih dengan air mengalir, pengulangan 3 kali hingga cukup bersih, akar yang telah bersih dipotong sepanjang 1 cm dimasukkan dalam cup plastik yang diberi label perlakuan.
 2. Akar kemudian direndam dalam KOH 10% selama 24 jam untuk menghilangkan kandungan kayu yang menempel pada akar sebelum dilakukan pewarnaan.
 3. Akar yang masih berwarna kelam, diberikan beberapa tetes H₂O₂ alkalin kemudian dicuci dengan air mengalir sebanyak 3 kali.
 4. Akar direndam dalam larutan tinta Epson 664 dan laruta cuka komersial 5% selama 48 jam dengan suhu ruangan
 5. Untuk menghilangkan kelebihan larutan pewarna akar direndam dalam larutan *destaining*.
 6. Setelah pewarnaan selesai, akar disusun pada kaca preparat, 5 potong di kiri dan 5 potong di kanan dan ditutup dengan cover glass. Kemudian diamati di bawah mikroskop. Jumlah akar yang terinfeksi dari 10 potong akar dihitung persentasinya.

Selanjutnya pengambilan data parameter meliputi pertumbuhan mkoriza (hari), perkembangan jamur mikoriza (cm²) dan persentase infeksi jamur mikoriza pada akar jagung (%). Dihitung berdasarkan rumus:

$$\% \text{ infeksi akar} = \frac{\text{Jumlah akar yang terinfeksi}}{\text{Jumlah seluruh sampel akar}} \times 100\%$$

Luqman (2015) telah membuat klasifikasi besarnya infeksi akar menjadi 5 kelas, yaitu:

- Kelas 1, bila infeksinya 0% - 5% (sangat rendah)
- Kelas 2, bila infeksinya 6% - 25% (rendah)

- Kelas 3, bila infeksiya 26% - 50% (sedang)
- Kelas 4, bila infeksiya 51% - 75% (tinggi)
- Kelas 5, bila infeksiya 76%-100% (sangat tinggi)

Perlakuan dalam penelitian ini dikategorikan sebagai berikut :

A0 = kontrol

A1 = larutan campuran gula putih 50 g dan air rebusan kentang 250 ml

A2 = larutan campuran gula merah 50 g dan rebusan air kentang 250 ml

A3 = larutan campuran gula putih 50 g dan air cucian beras 250 ml

A4 = larutan campuran gula merah 50 g dan air cucian beras 250 ml

Data dianalisis berdasarkan ANOVA dari RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan satu faktor yaitu jenis medium larutan yang terdiri dari 5 level perlakuan dan diulang sebanyak 3 kali. Hasil analisis sidik ragam yang berpengaruh nyata atau sangat nyata dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5% dan 1%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan dan perkembangan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) serta kemampuan infeksi inokulasi FMA dapat diketahui dari proses perkembangbiakan menggunakan cara larutan pada media pembiakan meliputi kecepatan tumbuh mikoriza dan kecepatan luas penyebaran koloni mikoriza. Sedangkan kemampuan infeksi FMA dapat diketahui melalui persentase akar tanaman jagung (*Zea mays saccharata* Sturt) yang terinfeksi.

Kecepatan Tumbuh Mikoriza Pada Media pembiakan

Pertumbuhan fungi mikoriza (hari) berupa kecepatan tumbuh koloni, diamati berdasarkan jumlah koloni yang tumbuh dalam tiap jenis perlakuan larutan dalam kurun waktu 14 hari pengamatan. Kemampuan pembiakan mikoriza dapat diketahui dari frekuensi kecepatan tumbuh koloni mikoriza (Tabel 1).

Tabel 1. Pengamatan kecepatan tumbuh mikoriza (hari)

No	Perlakuan	Kecepatan Tumbuh Koloni Mikoriza (Hari)			Total	Rata-rata
		Ulangan I	Ulangan II	Ulangan III		
1.	A ₀	14	11	11	36	12
2.	A ₁	14	14	14	42	14
3.	A ₂	13	14	14	41	13,7
4.	A ₃	14	14	14	42	14
5.	A ₄	12	12	12	36	12
	Total				196	65,7
	Rata-rata					13,14

Berdasarkan data pada Tabel. 1 di atas menunjukkan bahwa faktor tunggal kecepatan tumbuh koloni mikoriza pada media pembiakan mengalami pertumbuhan yang baik terhitung dalam 2 minggu pengamatan. Pada beberapa perlakuan tertentu saja yang pada awal perlakuan tidak mengalami pertumbuhan atau belum munculnya koloni fungi yaitu pada A₀, A₂, dan A₄. Hal tersebut diduga karena adanya pengaruh dari fungi yang tumbuh pada nasi, yang mana memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan koloni fungi mikoriza sehingga perlu waktu bagi mikoriza untuk beradaptasi dengan media pembiakan. Didukung oleh penelitian Nusantara (2002) yang menjelaskan bahwa fungi mikoriza arbuskula (FMA) memerlukan waktu yang cukup lama untuk membentuk struktur yang diperlukan dalam simbiosisnya, jika kondisi media tidak menguntungkan.

Namun, secara keseluruhan kecepatan tumbuh koloni pada tiap perlakuan larutan mengalami pertumbuhan yang signifikan setiap harinya dengan nilai rata-rata 13,14 hari, khususnya pada perlakuan A₁ dan A₃ yang memiliki pertumbuhan koloni fungi setiap hari selama pengamatan dilakukan. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa faktor tunggal perlakuan kecepatan tumbuh koloni mikoriza berpengaruh nyata pada taraf 5% seperti yang disajikan pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Hasil analisis sidik ragam kecepatan tumbuh koloni mikoriza selama 2 minggu pengamatan

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	13,067	3,267	4,900*	3,48	5,99
Galat	10	6,667	0,667			
Total	14	19,734				

Ket:* Berpengaruh nyata pada taraf kepercayaan 5%

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada Tabel. 2 di atas maka dilakukan uji lanjut menggunakan DMRT (Duncan's Multiple Range Test) taraf 5% untuk melihat perbedaan pengaruh dari tiap perlakuan yang diberikan seperti yang tercantum pada Tabel. 3 di bawah ini.

Tabel 3. Hasil uji DMRT terhadap rata-rata kecepatan tumbuh koloni mikoriza selama 2 minggu pengamatan

Perlakuan	Rata-rata Kecepatan Tumbuh		Notasi Beda
	1	2	
A ₀	12,00		A
A ₄	12,00		A
A ₂		13,70	B
A ₁		14,00	B
A ₃		14,00	B

Ket: Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan pengaruh tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%

Data hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan tumbuh koloni mikoriza yang diberi berbagai perlakuan media pembiakan cenderung memiliki peningkatan rata-rata pertumbuhan koloni yang baik setiap harinya ditunjukkan dengan hasil pengamatan yang dilakukan selama 14 hari. Pemakaian perlakuan yang berbeda juga menyebabkan perbedaan terhadap kecepatan tumbuh koloni mikoriza. Perlu diketahui bahwa, unsur kimia yakni karbohidrat yang terkandung didalam air cucian beras/air rebusan kentang mengandung nutrisi yang melimpah salah satunya karbohidrat. Karbohidrat juga ada pada gula merah/putih. Fungi mikoriza membutuhkan nutrisi agar bisa hidup, yang mana nutrisi tersebut adalah karbohidrat. Karbohidrat tersebut sudah disediakan oleh air cucian beras/air rebusan kentang dan gula merah/putih. Karbohidrat dalam jumlah yang besar sangat dibutuhkan fungi mikoriza untuk metabolisme, dan pertumbuhan biomassa fungi mikoriza. Adanya campuran larutan gula merah/putih dan air cucian beras/rebusan kentang dapat menyumbangkan karbohidrat dalam jumlah yang besar sehingga memungkinkan terpenuhinya kebutuhan fungsi mikoriza.

Kecepatan Luas Penyebaran Koloni Mikoriza Pada Media pembiakan

Perkembangan fungsi mikoriza (cm^2) berupa kecepatan penyebaran koloni yang bertumbuh memenuhi luasan wadah yang digunakan sebagai penampung perlakuan larutan yang dimana memiliki ukuran lebar 5 cm dan panjang 10 cm dengan luas wadahnya 50 cm.

Data hasil perhitungan penyebaran kolonisasi mikoriza diperoleh dengan mengukur luas penyebaran koloni mikoriza pada wadah pembiakan dengan menggunakan perhitungan matematis, dapat dilihat pada Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Luas penyebaran koloni mikoriza pada wadah pembiakan

No.	Perlakuan	Luas Penyebaran Koloni Mikoriza (cm^2)			Total	Rata-rata
		Ulangan I	Ulangan II	Ulangan III		
1.	A0	25	35	20	80	26,66
2.	A1	50	50	50	150	50
3.	A2	45	45	45	135	45
4.	A3	49	49	48	146	48,66
5.	A4	40	45	45	130	43,33
	Total				641	213,66
	Rata-rata					42,73

Berdasarkan Tabel 4 diatas menunjukkan bahwa luas penyebaran koloni mikoriza pada setiap wadah perlakuan atau wadah pembiakan memiliki perkembangan yang relatif baik hampir menutupi keseluruhan permukaan wadah dengan persentase terbanyak pada perlakuan A₁ dan persentase paling sedikit pada A₀ dengan nilai rata-rata 42,73 cm^2 .

Hasil analisis sidik ragam terhadap pengamatan yang dilakukan selama 14 hari (2 minggu) di Laboratorium menunjukkan bahwa faktor tunggal luas sebaran koloni mikoriza berpengaruh

sangat nyata pada taraf 5% dan 1% (Tabel 5). Hal ini dikarenakan dalam proses perbanyakan dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti lingkungan dan jenis campuran larutan yang dipakai.

Tabel 5. Hasil analisis sidik ragam penyebaran koloni mikoriza pada wadah pembiakan selama 2 minggu pengamatan

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	1054,933	263,733	19,682**	3,48	5,99
Galat	10	134,000	13,400			
Total	14	1188,933				

Ket: ** Berpengaruh sangat nyata pada taraf kepercayaan 5% dan 1%

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada Tabel 5 di atas, maka dilakukan uji lanjut menggunakan Uji DMRT (Duncan's Multiple Range Test) taraf 5% untuk melihat perbedaan pengaruh dari tiap perlakuan yang diberikan seperti yang tercantum pada Tabel. 6 di bawah ini.

Tabel 6. Hasil uji DMRT terhadap rata-rata penyebaran koloni mikoriza pada wadah pembiakan selama 2 minggu pengamatan

Perlakuan	Rata-rata Luas Penyebaran		Notasi Beda
	1	2	
A0	26,67		a
A4		43,33	b
A2		45,00	b
A3		48,67	b
A1		50,00	b

Ket: Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan pengaruh tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%

Persentase Infeksi Akar

Hasil penelitian menunjukkan bahwa fungi endomikoriza yang diaplikasikan mampu berasosiasi dengan akar semai jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt) berumur 1 bulan. Tabel. 4 menunjukkan bahwa kolonisasi tiap perlakuan pada wadah pembiakan mengalami perkembangan yang baik. Adanya kolonisasi fungi endomikoriza ini diduga mampu meningkatkan pertumbuhan semai jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt). Setiap perlakuan menunjukkan respon yang berbeda-beda terhadap pertumbuhan semai jagung manis yang dapat dilihat pada persen kolonisasi akar (Tabel. 7).

Tabel 7. Pengaruh inokulasi (*penularan*) fungi endomikoriza terhadap infeksi akar semai (*Zea mays saccharata sturt*) selama 1 bulan

Perlakuan	Persentase Infeksi Akar Jagung oleh Mikoriza (%)			Total	Rata-rata	Kategori Kelas	Keterangan
	Ulangan I	Ulangan II	Ulangan III				
A ₀	0	0	0	0	0	0	Tidak ada
A ₁	20	0	30	50	16,7	1	Rendah
A ₂	70	50	30	150	50,0	4	Tinggi
A ₃	70	10	20	100	33,3	3	Sedang
A ₄	40	60	70	170	56,7	4	Tinggi
Total				470	156,7		
Rata-rata					31,34		

Tabel. 7 menunjukkan bahwa kolonisasi pada perlakuan dengan frekuensi penyiraman yang dilakukan setiap hari merangsang perkembangan spora dan terbentuknya kolonisasi dengan tanaman inang karena kelembaban tanah yang tinggi (tanah dalam kondisi basah). Rendahnya persen kolonisasi akar tanaman disebabkan karena belum terbentuknya asosiasi yang sempurna dan juga dapat dipengaruhi oleh umur tanaman. Pernyataan ini selaras dengan hasil penelitian Santoso *et al.*, 2007 yang menyatakan bahwa peningkatan kolonisasi akan terjadi seiring dengan bertambahnya umur tanaman. Didukung oleh penelitian Nusantara (2002) yang menjelaskan bahwa fungi mikoriza arbuskula (FMA) memerlukan waktu yang cukup lama untuk membentuk struktur yang diperlukan dalam simbiosisnya, jika kondisi media tidak menguntungkan.

Tingkat ketergantungan tanaman terhadap mikoriza selain ditentukan oleh tanaman itu sendiri, juga ditentukan oleh kandungan fosfat dalam tanah dan jenis isolat fungi yang dipakai. Adapun tanah yang dipakai yaitu jenis tanah berpasir yang diindikasikan memiliki kandungan mikroorganisme yang sedikit, hal ini dikarenakan penguraian pada tanah berpasir berjalan lebih lambat. Oleh karena itu, mikroorganisme sulit bertahan hidup karena kemampuan menahan air yang buruk. Selain itu, tergolong tanah yang kurang subur karena kandungan mineral yang minim. Apabila disesuaikan dengan penelitian Zulfredi (2015) yang menunjukkan bahwa kolonisasi akar yang maksimum akan dicapai pada tanah yang kurang subur.

Tabel 8. Hasil analisis sidik ragam nilai Arcsin infeksi akar pada tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata sturt*)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F.hitung	F.Tabel	
					5%	1%
Perlakuan	4	4575.128	1143.782	6.322**	3,48	5,99
Galat	10	1809.324	180.932			
Total	14	6384.451				

Ket:** Berpengaruh sangat nyata pada taraf kepercayaan 5% dan 1%

Hasil pengamatan persen kolonisasi akar pada tanah berpasir menunjukkan persen kolonisasi yang berbeda dan menunjukkan dapat berasosiasi dengan FMA. Hasil dari pengamatan persen kolonisasi akar pada tanah berpasir dapat dikriteriakan berdasarkan Luqman (2015), klasifikasi banyaknya infeksi akar menjadi 5 kelas yaitu, kelas 1, bila infeksinya 0% - 5% (sangat rendah) kelas 2, bila infeksinya 6% - 25% (rendah), kelas 3, bila infeksinya 26% - 50% (sedang) , kelas 4, bila infeksinya 51% - 75% (tinggi) dan kelas 5, bila infeksinya 76%-100% (sangat tinggi).

Pengaruh menguntungkan dari fungi mikoriza arbuskula terhadap pertumbuhan tanaman sering dihubungkan pengaruh serapan hara yang tidak tersedia terutama fosfor (P). Pada lahan non produktif dimana ketersediaan P yang sangat rendah sehingga peran mikoriza lebih besar di dalam tanah dan jumlahnya lebih banyak. Seperti pernyataan Zulfredi (2015), setiap spesies mikoriza mempunyai kemampuan yang spesifik dari spesies tersebut untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman pada kondisi tanah yang kurang menguntungkan dengan cara membentuk hifa ekstensif di dalam tanah dan pada seluruh sistem perakaran tanaman untuk menyerap fosfor dari larutan tanah.

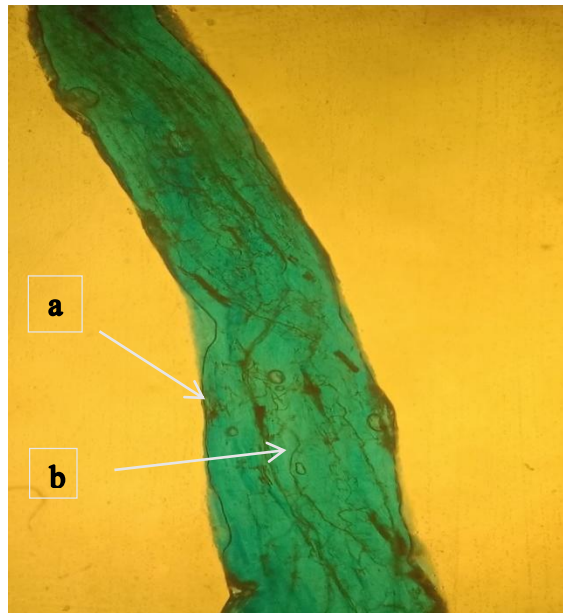
Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada Tabel. 8 di atas, maka dilakukan uji lanjut menggunakan Uji DMRT (Duncan Multiple Range Test) taraf 5% untuk melihat perbedaan pengaruh dari tiap perlakuan yang diberikan seperti yang tercantum pada Tabel. 9 dibawah ini

Tabel 9. Hasil uji DMRT terhadap rata-rata nilai arcsin infeksi akar pada tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata*, Sturt)

Perlakuan	Rata-rata Infeksi Akar			Notasi Beda
	1	2	3	
A ₀	4.05			A
A ₁	21.27	21.27		Ab
A ₃		33.93	33.93	Bc
A ₂		46.66	46.66	Bc
A ₄			52.26	C

Ket: Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan pengaruh tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%

Asosiasi FMA dengan akar pada media tanam yang menyebabkan terjadinya infeksi pada akar tanaman inang, dapat diketahui dengan ada tidaknya struktur-struktur yang dihasilkan oleh FMA. Struktur-struktur yang dapat dilihat pada saat perhitungan persen kolonisasi akar adalah hifa yang berbentuk benang-benang halus berguna untuk menyerap unsur hara dari luar. Gloria Elsandi Patty, *et al.*, (2022) mengemukakan bahwa struktur yang dibentuk FMA dengan mengkolonisasi akar yang diamati adalah, struktur vesikula, hifa (Internal & Eksternal). Struktur FMA yang ditemukan adalah seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur kolonisasi endomikoriza pada akar jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt); (a) Vesikula; (b) Arbuskular

Persen kolonisasi akar tanaman tidak sama pada media tanam. Hal ini dipengaruhi oleh faktor-faktor luar yang berkaitan dengan kondisi lingkungan dan kesuburan tanah. Sifat kimia tanah sangat mempengaruhi kemampuan FMA dalam berasosiasi dengan tanaman inang. Menurut Zulfredi (2015) menjelaskan bahwa, konsentrasi P yang tinggi di dalam tanah menghambat kolonisasi FMA. Pernyataan tersebut dapat dilihat dari hasil pengamatan kolonisasi akar yang menunjukkan kolonisasi akar yang maksimum akan dicapai pada tanah yang kurang subur. Hasil pengamatan kolonisasi akar pada tanah berpasir dengan kandungan P- tidak tersedia memiliki akar dengan rata-rata persen kolonisasi dari total semua perlakuan 31,34% termasuk dalam kategori kelas rendah.

Pada perlakuan A₄ (campuran larutan gula merah dan air cucian beras) memiliki persentase infeksi dengan nilai 56,7% termasuk kelas tinggi yakni pada rentang 50-75%. Hal ini dikarenakan air cucian beras mengandung 90% karbohidrat yang berupa pati, juga mengandung vitamin, mineral dan protein serta 80% protein beras disebut protein glutein. Kualitas protein glutein cenderung berupa zat lisin. Lisin sendiri merupakan asam amino esensial terbatas. Selain itu, air beras mengandung 100 % karbohidrat dalam jumlah tinggi akan membantu proses terbentuknya hormon tumbuh berupa auksin, gibbereline dan alanine. Ketiga jenis hormon tersebut bertugas merangsang pertumbuhan pucuk daun, mengangkut makanan ke sel-sel terpenting daun dan batang (DINPPKP, 2021).

Didukung dengan penelitian Kalsum *et al.*, (2011) menjelaskan bahwa, tunas fungi tiram putih yang telah diberikan air cucian beras 40 ml muncul 2,03 hari lebih cepat dibanding dengan tiram tanpa diberi air cucian beras. Latief (2014) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa, interval pemberian air cucian beras pada tanaman kacang hijau (*Phaseolus radiatus* L.) varietas Vima-1

berpengaruh terhadap tinggi tanaman. Kacang hijau yang diberi air cucian beras dengan interval 1x3 hari lebih tinggi 1,95 cm daripada kacang hijau yang diberi air leri dengan interval 1x4 hari. Air leri merupakan air cucian beras yang didapatkan ketika proses pencucian beras sebelum dimasak. Protein dan vitamin B1 merupakan vitamin yang memiliki peran dalam proses metabolisme tanaman dan mengkonversikan karbohidrat menjadi energi untuk menggerakkan aktifitas didalam tanaman (Heni, 2011 *dalam* Halomoan, 2020).

Air cucian beras juga berpengaruh pada peningkatan jumlah daun, tinggi tanaman dan pertumbuhan akar. Salah satu kandungan yang terdapat ada air cucian beras adalah fosfor yang merupakan unsur hara makro yang sangat dibutuhkan oleh tanaman. Fosfor berperan penting dalam memacu pertumbuhan akar dan pembentukan sistem perakaran yang baik dari benih dan tanaman muda. Selain fosfor, adanya unsur sulfur yang dominan pada air cucian beras mampu memacu pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman (Wulandari, 2011). Sementara itu manfaat air cucian beras juga terdapat dalam penelitian Leonardo (2009) *dalam* Halomoan (2020), yang menjelaskan bahwa air cucian beras bilasan pertama berpengaruh nyata terhadap peningkatan jumlah daun dan tinggi tanaman tomat dan terung. Nutrisi juga berperan penting dalam pembentukan karbohidrat, lemak dan protein. Selain itu, kulit ari juga mengandung vitamin, mineral, dan fitonutri yang tinggi. Menurut penelitian Wardiah (2014), menjelaskan bahwa dosis yang paling baik bagi pertumbuhan tanaman pakchoy adalah 100% air cucian beras untuk semua parameter, sehingga dapat disimpulkan bahwa air cucian beras berpotensi sebagai pengganti pupuk kimia untuk meningkatkan pertumbuhan pakchoy. Dalam hasil penelitian Yulianingsih (2017) menunjukkan bahwa air cucian beras berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaan terung ungu dan meningkatkan berat buah tanaan terung ungu dengan hasil tertinggi pada perlakuan A5 (1000 ml).

Sementara itu, gula merah berfungsi untuk meningkatkan/membantu pemenuhan kebutuhan nutrisi pada fungi mikoriza. Jenis karbohidrat yang dimiliki oleh gula merah adalah glukosa dan fruktosa (Clemens, 2016). Gula merah merupakan pemanis yang dibuat dari air nira yang berasal dari bunga pohon keluarga palma, seperti kelapa, aren dan siwalan. Dalam penelitian Yuniwati, *et al* (2012) menjelaskan bahwa, gula merah berfungsi sebagai sumber energi atau nutrisi bagi perkembangbiakan jumlah EM yang diaktifkan selama proses pembuatan pupuk organik cair. Selain itu, FungiAM memperoleh sebagian besar atau seluruh karbonnya di dalam akar inang. Di sini, mereka memperoleh heksosa dan mengubahnya menjadi trehalosa dan glikogen, karbohidrat khas fungi (Shachar-Hill *et al.*, 1995 *dalam* Bago *et al.*, 2023). Fungi mikoriza merupakan penyerap karbohidrat yang kuat, menggunakan karbohidrat dalam jumlah besar untuk metabolisme dan pertumbuhan biomassa fungi. Spora/vesikula fungi terbentuk dari adanya hasil fotosintat berupa karbohidrat. Oleh karena itu, pada perlakuan A4 (campuran air cucian beras dan larutan gula merah)

dalam penelitian ini mengandung karbohidrat yang cukup buat mikoriza, maka spora mikoriza dapat dengan mudah bertumbuh.

Sebagian besar fungi mikoriza sangat bergantung pada fotosintat tanaman untuk memenuhi kebutuhan energinya; Fungi AM merupakan biotrof obligat sementara fungi EM dan ericoid merupakan biotrof dengan beberapa kemampuan saprotrof. Biaya karbon dari mikoriza sulit untuk diestimasi secara akurat, tetapi penelitian lapangan dan laboratorium menunjukkan bahwa tanaman mengalokasikan 10-20 persen dari produksi primer bersih untuk asosiasi fungi mereka (Smith & Read, 1997 dalam Bago *et al.*, 20023). Hal tersebut dibuktikan dengan pengaruh yang diberikan kepada pertumbuhan mikoriza pada tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt) sehingga berdampak pada pertumbuhan maksimal jagung manis.

Menurut Suharno *et al.*, (2018) mengatakan bahwa mikoriza terbukti mampu membantu meningkatkan pertumbuhan jagung, dan berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, luas daun, dan laju pertumbuhan relatif. Selanjutnya Selvakumar *et al.*, (2018) mengatakan bahwa tanaman jagung lebih cocok sebagai tanaman inang untuk perbanyak spora mikoriza.

KESIMPULAN

Perlakuan jenis media larutan berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan perkembangan endomikoriza asal akar tegakan meranti, dimana perlakuan A4 yaitu campuran antara limbah air cucian beras dan gula merah menghasilkan persentase infeksi endomikorrhiza tertinggi yaitu 57,6 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, H. N. M. 2016. Pengaruh Macam Dan Konsentrasi Pupuk Organik Cair Terhadap Tanaman Brokoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*). [Thesis]. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Bago., *et al.* 2003. Carbon Export from Arbuscular Mycorrhizal Roots Involves the Translocation of Carbohydrate as well as Lipid. *Plant Physiol.* 131: 1496–1507.
- Clemens, Roger A., Julie M. Jones., Mark Kern., Soo-Teun Lee., Emily J. Mayhew., Joanne L. Slavin., Svetlana Zivanovic. 2016. Functionality of Sugar in Foods and Health. *Comprehensive Reviews in FoodScience and Food Safety.* 15: 433-470
- Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kabupaten Purworejo. 2021. Manfaatkan Air Cucian Beras, Kwt Barokah Olah Menjadi Pupuk Organik Cair. <https://dkpp.purworejokab.go.id/manfaatkan-air-cucian-beras-kwt-barokah-olah-menjadi-pupuk-organik-cair>. [19/08/2023].

- Halomoan, S. F. 2020. Pengaruh Pemberian Air Cucian Beras Putih dan Pupuk NPK Phonska Pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Terung Putih (*Solanum melongena* L.). [Skripsi]. Pekanbaru: Universitas Islam Riau.
- Hardjana, A. K., & Fajri, M. 2011. Kemampuan Tanaman Meranti (*Shorea leprosula*) Dalam Menyerap Emisi Karbon (CO₂) di Kawasan Hutan IUPHHK-HA PT ITCIKU Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa*. 5(1): 39-46.
- Hidayat, C. 2012. Metabolisme Karbon Dalam Simbiosis Fungi Mikoriza Arbuskula. *CEFARS : Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilayah*. 4(1): 24-35.
- Istigfaiyah, L. 2018. Identifikasi dan Karakteristik Mikoriza Pada Tegakan *Gmelina arborea*. [Skripsi]. Makassar: Universitas Hasanuddin,
- Kalsum, U., S. Fatimah, C. Wasonowati. 2011. Efektifitas Pemberian Air Leri Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil fungi Tiram Putih (*Pleorotus ostreatus*). *Agrovigor*: 4(2): 86-92.
- Larenstein, H. V., & J. Dallinga. 2013. Carbon Stock and Opportunity Assessment of Shorea Plantation Forests. [Thesis]. University of Applied Science.
- Latief, H. S. 2015. Pengaruh Interval dan Pemberian Cucian Beras Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L.) Varietas Vima-1. [Skripsi]. Gorontalo: Universitas Negeri Gorontalo.
- Luqman., Rizalinda., & S, Khotimah. 2015. fungi Mikoriza Vesikular Arbuskular (MVA) pada Rhizosfer Tanaman Langsung (*Lansium domesticum* Corr.) di Lahan Gambut. *Jurnal Protobiont*. 4(3): 89-97.
- Matinahoru, J. M. 2023. Populasi Dan Karakteristik Morfologi Meranti (*Shorea montigena*, Slooten) Di Kecamatan Inamosol, Kabupaten Seram Bagian Barat. *Hutan Pulau-Pulau Kecil*. 7(1): 1-10.
- Nurhayati. 2012. Infektivitas Mikoriza Pada Berbagai Jenis Tanaman Inang dan Beberapa Jenis Sumber Inokolum. *Jurnal Floratek*. 7: 25-31.
- Nurlaila, A., Kosasih, D., Herlina, N., Giwantara, M., & Walinda, W. 2022. Pelatihan Perbanyakkan Pupuk Hayati Mikoriza kepada Kelompok Tani Desa Karang Sari Kecamatan Darma Kabupaten Kuningan. *Jurnal of Innovation and Sustainable Empowerment*. 1(2): 37-42.
- Nurrobifahmi., Iswandi, A., Yadi, S., & Ishak. 2017. Pengaruh Metode Sterilisasi Radiasi Sinar Gamma Co-60 Dan Autoklaf Terhadap Bahan Pembawa, Viabilitas Spora *Gigaspora margarita* Dan Ketersediaan Fe, Mn, dan Zn. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 41(1): 1-8.
- Nusantara, A. D. 2002. Tanggap Semai Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen) Terhadap Inokulasi Ganda Cendawan Mikoriza Arbuskula dan *Rhizobium* sp. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 4(2): 62-70.

- Nusantara, A. D. 2011. Pengembangan dan Pemanfaatan Inokulan Fungi Mikoriza Arbuskula Berbasis Bahan Alami untuk Produksi Bibit Jati (*Tectona grandis* L.f). [Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor].
- Nusantara, D. A., Bertham, H. Y., & Mansur, I. 2012. *Bekerja dengan Fungi Mikoriza Arbuskula*. Bogor. Seameo Biotrop (Southeast Asean Regimal Centre For Tropical).
- Omon, R. M. 2009. Pengaruh Dosis Tablet Mikoriza Terhadap Beberapa Jenis Stek Meranti di HPH PT ITCIKU, Balikpapan Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. 6(4): 219-226.
- Pulungan, S. S. A. 2018. Tinjauan Ekologi Fungi Mikoriza Arbuskula. *Jurnal Biosains*. 4(1): 17-22.
- Patty, E. G., Matinahoru, J. M., & M. M. Hadijah, 2022. Effect of Mycorrhizal Inoculation and Frequency of Watering to The Seedling Growth of Agarwood (*Aquilaria malacensis*, Lamk). *Tropical Small Island Agriculture Management*, 2(1): 44-55.
- Prayudyarningsih, R. 2012. Peningkatan Mutu Bibit dengan Input Teknologi Mikoriza. BPSILHK Makassar. <https://makassar.bsilhk.menlhk.go.id/peningkatan-mutu-bibit-dengan-input-teknologi-mikoriza/>. [30/08/2023].
- Santoso, E. A. W., Gunawan., & M. Turjaman. 2007. Kolonisasi Cendawan Mikoriza Arbuskula pada Bibit Tanaman Penghasil Gaharu *Aquilaria microcarpa* Baill. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 4(5): 499–509.
- Selvakumar, G., C. C. Shagol., Y. Kang., B. N. Chung., S. G. Han & T. M. Sa. (2018). Arbuscular Mycorrhizal Fungi Spore Propagation Using Single Spore As Starter Inoculum And A Plant Host. *Journal Of Applied Microbiology* 124: 1556-1565.
- Siregar, Z. K., Fikrinda., & Alvisyahrin, T. 2020. Pengaruh Material Pembawa dalam Perbanyakan Spora Fungi Mikoriza Arbuskula. *Jurnal Mikologi Indonesia*. 4(1): 125-133.
- Suharno., Soetarto, S. E., Sancayaningsih, P. R., & Kasiamdari, S. R. 2017. Association of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) With *Brachiaria Precumbens* (Poaceae) in Tailing and its Potential to Increase The Growth of Maize (*Zea Mays*). *Biodiversitas*. 18(1), 433-441.
- Ulfah, M., Aprilia, S., & Fauzi, M. D. 2018. Karakterisasi Bionanofiller Dari Limbah Serbuk Kayu Meranti Sebagai Pengisi Pada Polimer Komposit. *Serambi Engineering*. 3(2): 348-357.
- Wahyu, E., Sribudiani, E., & A, Tuti. 2014. Inventarisasi Permudaan Meranti (*Shorea* spp.) Pada Arboretum Kawasan Universitas Riau Kota Pekanbaru Provinsi Riau. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM)*. 1(10): 1-14.
- Wardiah. 2014. Potensi Limbah Air Cucian Beras Sebagai Pupuk Organik Pada Pertumbuhan Pakcoy (*Brassica rapa* L.). [Skripsi]. Aceh: Unsyiah Banda Aceh.

- Wulandari, C. G. M. 2011. Pengaruh Air Cucian Beras Merah Dan Beras Putih Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Selada (*Lactuca sativa* L.). [Skripsi]. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Yulianingsih, R 2017. Pengaruh Air Cucian Beras Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Terung Ungu (*Solanum melongena* L.). *Jurnal Piper*. 13(24): 61-68.
- Yuniwati, M, Frendy, I, dan Adiningsih, P. 2012. Optimasi Kondisi Proses Pembuatan Kompos dari Sampah Organik dengan Cara Fermentasi Menggunakan EM4. *Jurnal Teknologi*. 5(2): 172-181.
- Zulfredi, D., Elfiati., & Delvian. 2015. Status dan Keanekaragaman Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) pada Lahan Produktif dan Lahan Non Produktif. Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.