

Pengaruh Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dan Pupuk Organik terhadap Kolonisasi FMA dan Kadar Hara Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin Benth*)

*Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) and Organic Fertilizer on AMF Colonization and Nutrient Contents of Patchouli (*Pogostemon cablin Benth*)*

Lastri Lastri^a, Zuraida Zuraida^a, Munawar Khalil^a, Erita Hayati^b, Fikrinda Fikrinda^{a*}

^a Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Indonesia

^b Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Indonesia

INFORMASI

Riwayat naskah:

Accepted: 21 - 11 - 2023

Published: 31 - 12 - 2023

Keyword:

Acaulospora tuberculata

Fosfor

Glomus

Kalium

Nitrogen

Corresponding Author:

Fikrinda

Universitas Syiah Kuala

*email: fikrinda@usk.ac.id

ABSTRAK

Produktivitas nilam (*Pogostemon cablin Benth*) sebagai salah satu tanaman penghasil minyak atsiri dapat ditingkatkan dengan penggunaan pupuk hayati dan pupuk organik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh FMA dan pupuk organik terhadap kolonisasi FMA dan kadar hara tanaman nilam. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) pola faktorial dengan dua faktor yang diuji dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah FMA (tanpa FMA, *A. tuberculata* dan *Glomus sp.*), sedangkan faktor kedua adalah dosis pupuk organik (0, 10, dan 20 t ha⁻¹). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *A. tuberculata* memberikan pengaruh lebih tinggi terhadap kolonisasi FMA, *Glomus sp.* memberikan pengaruh lebih besar terhadap kadar nitrogen (N) dan fosfor (P). Kedua spesies FMA tersebut memberikan pengaruh yang sama terhadap kadar kalium (K) tanaman. Peningkatan dosis pupuk organik menurunkan kolonisasi FMA namun meningkatkan kadar N, P, dan K tanaman. Kedua spesies FMA tersebut memberikan respon negatif terhadap tingginya dosis pupuk organik dalam mempengaruhi kolonisasi FMA. Aplikasi pupuk organik mengurangi pengaruh *A. tuberculata* terhadap kadar K tanaman, namun sebaliknya dengan *Glomus sp.* Hasil penelitian ini menunjukkan FMA dan pupuk organik, tanaman baik sebagai aplikasi tunggal maupun ganda, merupakan strategi untuk meningkatkan produktivitas tanaman nilam.

ABSTRACT

The productivity of Patchouli (*Pogostemon cablin Benth*) as one of the essential oil-producing plants can increase with both biological- and organic fertilizers. This study was to determine the effect of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and organic fertilizer on AMF colonization and N, P, and K contents in patchouli plants. This study used a randomized block design with two factors and three replications, where the factors were AMF (without AMF, *Acaulospora tuberculata*, and *Glomus sp.*) and organic fertilizer (0, 10, and 20 t ha⁻¹). The results showed that *A. tuberculata* had the highest influence on FMA colonization, *Glomus sp.* on nitrogen (N) and phosphorus (P) levels, while both AMF species had the same effect on plant potassium (K) levels. Higher doses of organic fertilizer decreased AMF colonization but increased plant N, P, and K levels. Both AMF species responded negatively to a higher rate of organic fertilizer on AMF colonization. The organic fertilizer reduced the effect of *A. tuberculata* on plant K content, but vice versa with *Glomus sp.* This study revealed that AMF and organic fertilizer, either as single or multiple applications, become a strategy to improve the productivity of patchouli.

PENDAHULUAN

Nilam (*Pogostemon cablin* Benth) merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri yang banyak digunakan sebagai bahan baku dan pencampur dalam industri kosmetik, parfum, sabun antiseptik dan pengobatan aroma terapi (Ginting et al., 2022). Meningkatnya permintaan konsumen terhadap minyak nilam setiap tahunnya menyebabkan perlunya peningkatan produktivitas tanaman tersebut. Salah satunya adalah dengan teknik budidaya yang tepat.

Upaya mengoptimalkan produktivitas tanaman dapat dilakukan dengan memanfaatkan potensi FMA (Khalidin et al., 2012). Fungi mikoriza arbuskula adalah kelompok endomikoriza yang bersimbiosis secara mutualisme dengan akar tanaman. Fungi ini memperoleh karbohidrat dalam bentuk gula sederhana atau glukosa dari tanaman. Adanya struktur hifa yang panjang dan halus menyebabkan fungi dapat menjelajah ke dalam tanah untuk menyerap air, unsur hara makro, dan mikro yang tidak dapat dijangkau oleh akar (Muneer et al., 2020).

Peranan FMA di dalam tanah dapat ditingkatkan dengan penambahan pupuk organik (Nurhakiki et al., 2019). Pupuk organik merupakan hasil dekomposisi bahan-bahan organik baik tumbuhan kering (humus) maupun limbah dari kotoran ternak yang diurai atau dirombak oleh mikroba sehingga dapat menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Supartha et al., 2012). Astiko et al. (2012) juga menunjukkan bahwa FMA yang dikombinasikan dengan pupuk organik dapat meningkatkan konsentrasi N,P,K tanah dan kandungan bahan organik tanah sehingga dapat meningkatkan serapan hara, pertumbuhan dan hasil tanaman.

Pupuk organik sangat penting sebagai penyangga sifat fisik, kimia dan biologi tanah sehingga dapat meningkatkan produktivitas lahan (Supartha et al., 2012). Gunawan et al. (2022) menunjukkan bahwa pupuk organik berperan sebagai penyuplai hara makro seperti N, P dan K. Hasil penelitian Yunanda et al. (2022) menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik baik terhadap sifat fisik tanah, kimia tanah dan produksi kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.). Berdasarkan pemikiran-pemikiran tersebut dilaksanakan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh Pemberian FMA dan pupuk organik terhadap kolonisasi FMA dan kadar N, P, K tanaman nilam.

METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada April sampai dengan Desember 2022. Penanaman nilam dilaksanakan di Desa Lamgugob Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh. Analisis hara tanaman dilakukan di Laboratorium Penelitian Tanah dan Tanaman Fakultas Pertanian sedangkan pengamatan kolonisasi FMA pada akar tanaman dilakukan di Laboratorium Biologi Tanah Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah cangkul, polybag ukuran 10 cm x10 cm, pot dengan volume 10 kg, paranet, tali rafia, gembor, mikroskop compound, timbangan analitik, rak tabung reaksi, kertas saring, corong, pinset, gunting dan alat-alat gelas untuk analisis di Laboratorium. Bahan yang digunakan adalah bahan tanah Inceptisol yang berasal dari Ie Suum Kecamatan Mesjid Raya Kabupaten Aceh Besar, bibit tanaman nilam varietas lokal yang bersal dari Lamteuba Kecamatan Seulimeum Aceh Besar, vermikompos, dan bahan-bahan kimia untuk analisis di Laboratorium seperti ammonium acetat, alkohol, aquades, larutan Bray (Larutan 0,025 N HCl + NH₄F 0,03), KOH, NaOCl, cuka, tinta quink biru, dan bahan-bahan kimia lainnya.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial dengan sembilan perlakuan dan tiga ulangan sehingga terdapat 27 percobaan dengan dua faktor yang diuji. Faktor pertama adalah FMA (tanpa FMA, *A. tuberculata* dan *Glomus* sp), sedangkan faktor kedua adalah pemberian pupuk organik (0, 10, dan 20 t ha⁻¹).

Prosedur Penelitian

Penyiapan Media tanam

Tahapan ini diawali dengan pengambilan bahan tanah di Ie Suum, Kecamatan Masjid Raya Kabupaten Aceh Besar. Permukaan tanah dibersihkan dari sampah-sampah dan sampel tanah diambil pada lapisan top soil (0-20 cm). Selanjutnya bahan tanah tersebut dikeringanginkan, dihaluskan, dan diayak dengan ayakan berdiameter 5 mm untuk memisahkan tanah dengan serasah dan batuan. Kemudian bahan tanah tersebut dimasukkan ke dalam polybag sebanyak 1 kg untuk media pembibitan dan 9 kg untuk pot penanaman.

Penyemaian Stek Tanaman Nilam

Perbanyakan nilam ini dilakukan dengan cara setek pucuk, yang berasal dari tanaman induk sehat yang berumur 5-6 bulan. Setek nilam dipotong meruncing tepat di bawah ruas dengan panjang 15 cm. Daun dipangkas dan menyisakan 2-3 daun dengan tujuan untuk mengurangi penguapan dalam proses pertumbuhan bibit. Setek nilam ditanam sedalam 5 cm pada media tanam yang berada di dalam polybag yang telah dipersiapkan. Setelah dilakukan penyiraman bibit disungkup dengan plastik selama 20 hari. Setelah itu, plastik dibuka dan bibit tersebut dipelihara hingga mencapai umur satu bulan dan siap untuk dipindah tanam.

Aplikasi Pupuk Organik

Pupuk organik yang digunakan pada penelitian ini adalah vermikompos. Pupuk organik tersebut diberikan sesuai perlakuan seminggu sebelum tanam dengan mencampurnya secara merata pada media tanam, disiram sampai kondisi lembab dan ditutup dengan plastik hitam. Inkubasi pupuk organik ini dilakukan selama seminggu.

Inokulasi FMA

Inokulasi FMA dilakukan setelah inkubasi pupuk organik berakhir. Inokulan FMA sesuai perlakuan diaplikasikan sebanyak 20 g pot⁻¹ pada saat penanaman bibit nilam di dalam pot percobaan. Inokulan tersebut ditempatkan pada lubang tanam sebelum ditempatkan bibit tanaman nilam.

Penanaman

Bibit nilam yang telah berumur 30 hari dipindah tanamkan ke dalam pot berisi tanah 9 kg. Bibit nilam beserta media tanamnya diletakkan langsung di atas inokulan FMA sesuai perlakuan.

Pemeliharaan

Pemeliharaan dilakukan untuk menjaga tanaman agar tetap tumbuh dengan baik. Adapun pemeliharaan yang dilakukan meliputi penyiraman dan penyiangan gulma. Penyiraman dilakukan dua kali sehari yaitu pada pagi dan sore hari, jika media tanam lembab maka penyiramannya cukup satu kali sehari. Penyiangan gulma dilakukan dengan mencabut gulma yang tumbuh disekitar tanaman dan media tanam.

Pengamatan

Parameter yang diamati yaitu kolonisasi FMA dan kadar hara (N,P,K). Pengamatan kolonisasi FMA pada akar tanaman menggunakan metode Brundrett et al (1996), perhitungan persentase kolonisasi yaitu jumlah bidang pandang bertanda (+) dibagi bidang pandang keseluruhan dan dikali 100%. Kadar hara N dianalisis dengan metode Kjeldhal, sedangkan P dan K menggunakan metode pengabuan basah dengan HNO₃ dan HClO₄.

Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan sidik ragam (uji F) dan jika terdapat perbedaan pengaruh yang signifikan, maka dilanjutkan dengan uji BNJ dengan taraf nyata 5 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian (Tabel 1) menunjukkan bahwa FMA berpengaruh sangat nyata terhadap kolonisasi FMA dan kadar N pada tanaman nilam, namun tidak nyata terhadap kadar P dan K. Perlakuan pupuk organik berpengaruh sangat nyata terhadap kolonisasi FMA, namun berpengaruh tidak nyata terhadap kadar N, P dan K pada tanaman nilam, sedangkan interaksi perlakuan FMA dengan pupuk organik berpengaruh sangat nyata terhadap kolonisasi FMA dan berpengaruh nyata terhadap kadar K pada tanaman nilam.

Tabel 1. Hasil uji F pengaruh FMA, pupuk organik dan interaksi kedua perlakuan terhadap kolonisasi FMA dan kadar N, P, dan K tanaman

No	Perlakuan	Kolonisasi FMA	Kadar N	Kadar P	Kadar K
		 %		
1	FMA (F)	**	**	tn	tn
2	Pupuk Organik (P)	**	tn	tn	tn
3	FxP	**	tn	tn	*

Keterangan: ** =sangat nyata; * = nyata; tn = tidak nyata

Pengaruh Fungi Mikoriza Arbuskula

Kolonisasi FMA Akar Tanaman Nilam

Kolonisasi FMA ditunjukkan oleh adanya struktur-struktur seperti vesikel, arbuskula, hifa, dan sel-sel auksiliari pada akar tanaman (Pratiwi et al., 2022; Tanzil et al., 2023).

Tabel 2. Rata-rata kolonisasi akar pada tanaman nilam akibat pengaruh fungi mikoriza arbuskula

Perlakuan	Kolonisasi (%)
Tanpa FMA	6,33 a
<i>A. tuberculata</i>	31,39 c
<i>Glomus sp.</i>	25,00 b
BNJ 5%	2,98

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji beda nyata jujur (BNJ) taraf 5%

Hasil penelitian (Tabel 2) menunjukkan tanaman yang diinokulasi FMA (*A. tuberculata* dan *Glomus sp.*) memiliki kolonisasi yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan tanpa FMA. Perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan *A. tuberculata*. Hal ini diduga *A. tuberculata* memiliki kemampuan bersimbiosis dengan akar tanaman yang lebih baik dibandingkan *Glomus sp.* Rini et al. (2020), yang menyatakan bahwa kesesuaian antara tanaman inang dan FMA dapat dilihat dari besarnya nilai kolonisasi atau infeksi akar oleh FMA. Selain itu, jenis FMA ini (*A. tuberculata*) merupakan spora FMA

yang berasal dari bahan tanah ini sehingga lebih adaptif terhadap kondisi tanah yang diuji. Hal ini juga ditunjukkan oleh beberapa penelitian sebelumnya (Fikrinda et al., 2019, 2020; Sales et al., 2022).

Kadar hara Tanaman

Nitrogen, fosfor, dan kalium merupakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar. Tabel 3 menunjukkan bahwa kedua spesies FMA meningkatkan kadar hara tanaman. Hal ini diduga FMA dapat bersimbiosis dengan dengan akar tanaman sehingga mampu meningkatkan penyerapan unsur hara tanaman. Prayudyaningsih and Sari (2016) menyatakan bahwa simbiosis FMA menyebabkan daerah penyerapan akar yang lebih luas sehingga proses penyerapan unsur hara menjadi lebih efisien.

Tabel 3. Rata-rata kadar hara (N, P dan K) tanaman nilam akibat pengaruh pupuk organik

Perlakuan	N	P	K
		(%)	
Tanpa FMA	1,10 a	0,50	0,74
<i>A. tuberculata</i>	1,15 a	0,57	0,76
<i>Glomus sp.</i>	1,28 b	0,73	0,76
BNJ 5%	0,10	-	-

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji beda nyata jujur (BNJ) taraf 5%

Hasil penelitian menunjukkan FMA memberikan pengaruh bervariasi terhadap kadar hara tanaman. Kadar N tanaman tertinggi dijumpai akibat inokulasi *Glomus sp.* yang berbeda nyata dengan perlakuan FMA lainnya. Efektivitas FMA meningkatkan penyerapan nitrogen ditunjukkan oleh Fu et al. (2021). Kemampuan *Glomus* meningkatkan penyerapan nitrogen oleh tanaman juga dilaporkan oleh Liu et al. (2017) bahkan pada suhu rendah (Barrett et al., 2011). Fadli et al. (2018) menyatakan bahwa *Glomus sp* lebih cepat dalam menginfeksi akar, semakin banyak akar yang diinfeksi menyebabkan hifa yang terdapat di akar menyerap unsur hara lebih banyak. Pérez-Tienda et al (2011) mengemukakan terdapat transporter NH_4^+ pada FMA *Glomus intraradices* (GintAMT1) yang terlibat dalam penyerapan hara nitrogen.

Meskipun memberikan pengaruh lebih baik terhadap kadar P tanaman, namun perlakuan *Glomus sp.* berbeda tidak nyata dengan kedua perlakuan lainnya. Berbeda dengan N dan P, tanaman yang diinokulasi *A. tuberculata* dan *Glomus sp.* memiliki kadar K tanaman yang sama. Ketersediaan hara pada media tanam diduga mempengaruhi keefektifan FMA meningkatkan penyerapan hara tanaman. Media tanam ini memiliki ketersediaan P tinggi dan kadar K dapat ditukar tanah yang rendah. Pulungan (2013), yang menyatakan bahwa ketersediaan P yang tinggi dapat menyebabkan kandungan fosfolipid tanaman meningkat sehingga permeabilitas membran akar menurun untuk penyerapan P. Ainun et al., (2021) juga menyatakan bahwa kebutuhan tanaman akan hara kalium cukup tinggi, sehingga apabila kalium yang tersedia di media tanam terbatas maka akan berdampak pada kadar hara pada jaringan tanaman.

Pengaruh Pupuk Organik

Kolonisasi FMA Akar Tanaman Nilam

Tabel 4 menunjukkan bahwa kolonisasi tertinggi dijumpai pada perlakuan tanpa pupuk organik yang berbeda tidak nyata dengan perlakuan pupuk organik 10 t ha⁻¹, namun berbeda nyata dengan perlakuan pupuk organik 20 t ha⁻¹. Aplikasi pupuk organik dalam dosis tinggi menyumbang unsur hara yang banyak ke tanah sehingga akan menekan perkembangan FMA. Hasil yang sama juga ditunjukkan oleh Khalidin et al.(2012) yang memperoleh kolonisasi tertinggi pada aplikasi pupuk kandang 10 t ha⁻¹.

Tabel 4. Rata-rata kolonisasi FMA akibat pengaruh pupuk organik

Dosis pupuk organik (t ha⁻¹)	Kolonisasi (%)
0	25,50 b
10	23,89 b
20	13,33 a
BNJ 5%	2,98

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji beda nyata jujur (BNJ) taraf 5%

Kadar Hara Tanaman

Tabel 5 menunjukkan bahwa peningkatan kadar hara N, P, K tanaman tidak berbeda nyata diantara perlakuan pupuk organik yang diberikan. Tingkat pelepasan hara pada pupuk organik yang lambat serta sifat hara tersebut di tanah diduga mempengaruhi ketersediaannya untuk diserap oleh tanaman. Hal ini sejalan dengan Surya and Suyono (2013) yang menyatakan bahwa unsur hara dalam pupuk organik umumnya masih terikat dalam senyawa makromolekulnya, sehingga dapat terlepas atau tersedia secara perlahan.

Meskipun tingkat pelepasan hara pada pupuk organik lambat dan sifat hara yang terkandung mudah tercuci, namun aplikasi 20 t ha⁻¹ menyebabkan kadar ketiga hara tersebut lebih tinggi. Sutanhaji et al. (2019), menyatakan bahwa pupuk dapat meningkatkan bahan organik dan ketersediaan N, P dan K tersedia tanah.

Tabel 5. Rata-rata kadar (N, P dan K) akibat pengaruh pupuk organik

Dosis pupuk organik (t ha⁻¹)	N	P	K
		(%)	
0	1,15	0,51	0,73
10	1,19	0,63	0,74
20	1,20	0,67	0,78

Pengaruh Interaksi FMA dan Pupuk Organik

Interaksi fungsi mikoriza arbuskula dan pupuk organik berpengaruh nyata terhadap kolonisasi FMA dan kadar hara K, namun tidak nyata terhadap kadar N dan P tanaman nilam.

Kolonisasi FMA akar tanaman nilam

Rata-rata kolonisasi FMA akibat pengaruh interaksi fungsi mikoriza arbuskula dan pupuk organik tertera pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata kolonisasi FMA akibat pengaruh interaksi FMA dan pupuk organik

	Pupuk organik		
	0 t ha ⁻¹	10 t ha ⁻¹	20 t ha ⁻¹
Tanpa FMA	6,33 a AB	10,83 a B	1,83 a A
<i>A. tuberculata</i>	40,67 c C	30,50 b B	23,00 b A
<i>Glomus sp.</i>	29,50 b B	30,33 b B	15,17 b A
BNJ 5%	5,17		

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji beda nyata jujur (BNJ) taraf 5%. Huruf besar dibaca vertikal dan huruf kecil dibaca horizontal

Tabel 7. Rata-rata kadar hara K pada tanaman nilam akibat interaksi FMA dan pupuk organik

	Pupuk organik		
	0 t ha ⁻¹	10 t ha ⁻¹	20 t ha ⁻¹
Tanpa Mikoriza	2,09 a A	2,44 b B	2,01 a A
<i>A. tuberculata</i>	2,08 a A	2,18 a A	2,43 b B
<i>Glomus sp.</i>	2,48 b B	2,18 a A	2,37 b B
BNJ 5%	0,11		

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji beda nyata jujur (BNJ) taraf 5%. Huruf besar dibaca vertikal dan huruf kecil dibaca horizontal

Gambar 1 menunjukkan bahwa kolonisasi akar tertinggi dijumpai pada tanah yang mendapat perlakuan *A. tuberculata* dan tanpa pupuk organik dan kolonisasi menurun dengan meningkatnya dosis pupuk organik. Hal ini diduga kondisi tanah yang subur tidak disukai untuk oleh spesies FMA ini mengkoloni perakaran tanaman. Hal ini sesuai dengan pernyataan Pulungan (2013) yang menunjukkan bahwa infeksi FMA pada akar suatu tanaman dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara yang terdapat pada tanah, semakin tinggi unsur hara yang terkandung di tanah maka infeksi FMA pada akar tanaman semakin berkurang.

Kadar hara K

Rata-rata kadar hara K akibat pengaruh interaksi fungi mikoriza arbuskula dan pupuk organik tertera pada Tabel 7. Pengaruh *A. tuberculata* terhadap kadar K tanaman memiliki pola yang sama dengan kolonisasi akar, namun *Glomus* sp. menunjukkan pengaruh sebaliknya. Kadar kalium tanaman akibat *Glomus* sp. lebih tinggi dengan adanya pupuk organik. Hasil ini sejalan dengan Syafria and Novirman (2018) yang menyatakan bahwa pupuk organik merupakan sumber nutrisi dan energi bagi pertumbuhan dan perkembangan FMA.

KESIMPULAN

Fungi mikoriza arbuskula berpengaruh nyata terhadap kadar hara N dan kolonisasi FMA pada tanaman nilam, namun berpengaruh tidak nyata terhadap kadar hara P dan K pada tanaman nilam. Perlakuan FMA terbaik terdapat pada perlakuan *A. tuberculata*. Pupuk organik berpengaruh nyata terhadap kolonisasi FMA, namun berpengaruh tidak nyata terhadap kadar hara N, P dan K pada tanaman nilam. Interaksi fungi mikoriza arbuskula dan pupuk organik berpengaruh nyata terhadap kadar hara K dan kolonisasi FMA, namun berpengaruh tidak nyata terhadap kadar hara N dan P pada tanaman nilam. Perlakuan interaksi FMA dan pupuk organik terbaik terdapat pada perlakuan interaksi *A. tuberculata* dengan pupuk organik 10 t ha⁻¹.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Rektor Universitas Syiah Kuala yang telah mendanai penelitian ini pada skim Lektor Kepala No. 145/UN 11/SPK/PNBP/2022 a.n Dr. Ir. Fikrinda, M.Si.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainun, A., Walida, H., Dalimunthe, A., & Rizal, K. (2021). Status hara serapan kalium pada tanaman kelapa sawit di Desa Perlabian Kecamatan kampung rakyat Kabupaten Labuhanbatu Selatan. *Ziraa'ah*, 46(2), 193–198.
- Astiko, W., Sastrahidayat, I. R., Djauhari, S., & Muhibuddin, A. (2012). Aplikasi Pupuk Organik Berbasis Mikoriza untuk Meningkatkan Hasil Kedelaid di Daerah Semi Arid Tropis Lombok Utara. *Buana Sains*, 12(1), 15–20.
- Barrett, G., Campbell, C. D., Fitter, A. H., & Hodge, A. (2011). The arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus hoi* can capture and transfer nitrogen from organic patches to its associated host plant at low temperature. *Applied Soil Ecology*, 48(1), 102–105. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2011.02.002>
- Fadli, G. I., Rainiyati, R., & Mukhsin, M. (2018). Pengaruh Pemberian Beberapa Jenis Mikoriza (*Glomus* sp) terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine Max* (L.) Merrill.) di Polybag. *Agroecotania*, 1(1), 50–58.
- Fikrinda, F., Syafruddin, S., Sufardi, S., & Sriwati, R. (2019). Combined application of native mycorrhizal and cellulolytic fungi to manage drought effects on maize. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 334(1), 012072. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/334/1/012072>
- Fikrinda, F., Syafruddin, S., Sufardi, S., & Sriwati, R. (2020). Comparative potential of different native mycorrhizal and cellulolytic Fungi in recovering soil biological quality under water deficit. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 11(2), 193–200. <https://doi.org/10.5530/srp.2020.2.30>
- Fu, D., Rui, Y., Zevenbergen, C., & Singh, R. P. (2021). Nitrogen absorption efficiency and mechanism in Arbuscular mycorrhizal fungi - *Canna indica* symbiosis. *Chemosphere*, 282(October 2020), 130708. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130708>
- Ginting, Z., Clarita, S., & Dewi, R. (2022). Pemanfaatan Minyak Nilam (*Pogostemon Cablin Benth*) Dalam Pembuatan Lilin Aromaterapi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 2(Novembe 2022), 157–

167.

- Gunawan, A., Cornelia, A., Nugroho, B. M. B., Hastiawan, I. F., Tolanda, I., & Stevan, M. (2022). Pemanfaatan Limbah Ternak Sebagai Pupuk Organik untuk Mendukung Pengembangan Sektor Pertanian dan Perkebunan Desa Segoroyoso. *Atma Inovasia*, 2(4), 382–385.
- Khalidin, K., Arabia, T., & Fikrinda, F. (2012). Pengaruh FMA dan Pupuk Kandang terhadap Produksi dan Kualitas Rumpit Gajah (*Pennisetum purpureum* Schum). *Manajemen Sumberdaya Lahan*, 1(2), 179–183.
- Liu, M., Sun, J., Li, Y., & Xiao, Y. (2017). Nitrogen fertilizer enhances growth and nutrient uptake of *Medicago sativa* inoculated with *Glomus tortuosum* grown in Cd-contaminated acidic soil. *Chemosphere*, 167, 204–211. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.09.145>
- Muneer, M. A., Wang, P., Zhang, J., Li, Y., Munir, M. Z., & Ji, B. (2020). Formation of common mycorrhizal networks significantly affect plant biomass and soil properties of the neighboring plants under various nitrogen levels. *Microorganisms*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/microorganisms8020230>
- Nurhakiki, N. F., Zakiah, K., & Tauhid, A. (2019). Pengaruh Berbagai Jenis Pupuk Organik dan Fungi Mikoriza Arbuskula Terhadap C-Organik Tanah , Pertumbuhan dan Hasil. *JAGROS*, 3(2), 136–143.
- Pérez-Tienda, J., Testillano, P. S., Balestrini, R., Fiorilli, V., Azcón-Aguilar, C., & Ferrol, N. (2011). GintAMT2 , a new member of the ammonium transporter family in the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices*. *Fungal Genetics and Biology*, 48, 1044–1055. <https://doi.org/10.1016/j.fgb.2011.08.003>
- Pratiwi, M. A., Hifnalisa, H., & Fikrinda, F. (2022). Pengaruh Media Perbanyakan Berbasis Bahan Organik terhadap Produksi Inokulan Fungi Mikroriza Arbuskula. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(2), 696–704.
- Prayudyaningsih, R., & Sari, R. (2016). Aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dan Kompos Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Semai Jati (*Tectona grandis* Linn F.) pada Media Tanah Bekas Tambang Kapur. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 5(1), 37–46.
- Pulungan, A. S. S. (2013). Infeksi Fungi Mikoriza Arbuskula pada Akar Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *J. Biosains Unimed*, 1(1), 43–46.
- Rini, M. V., Whyudi, S., & Sugiarno, S. (2020). Pengaruh Jumlah Tanaman Inang terhadap Infeksi Akar dan Produksi Spora Fungi Mikoriza Arbuskular. *Jurnal Agrotropika*, 19(2), 70–75.
- Sales, L. R., Silva, A. O., Sales, F. R., Rodrigues, T. L., Barbosa, M. V., Santos, J. V. dos, Kimmelmeier, K., Siqueira, J. O., & Carneiro, M. A. C. (2022). On farm inoculation of native arbuscular mycorrhizal fungi improves efficiency in increasing sugarcane productivity in the field. *Rhizosphere*, 22(April). <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2022.100539>
- Supartha, I. N. Y., Wijana, G., & Adnyana, G. . (2012). Aplikasi Jenis Pupuk Organik pada Tanaman Padi Sistem Pertanian Organik. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 1(2), 98–106.
- Surya, R. E., & Suyono, S. (2013). Pengaruh Pengomposan terhadap Rasio C / N Kotoran Ayam dan Kadar Hara NPK Tersedia serta Kapasitas Tukar Kation Tanah. *UNESA Journal of Chemistry*, 2(1), 137–144.
- Sutanhaji, A. T., Susanawati, L. D., Pertanian, T., Brawijaya, U., & Veteran, J. (2019). Komposting Limbah Baglog Jamur Tiram oleh Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*). *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 6(2), 12–16.
- Syafria, H., & Jamarun, N. (2018). Pengaruh Pemberian Fungi Mikoriza Arbuskula dan Pupuk Organik terhadap Kandungan Fraksi Serat Rumpit Kumpai (*Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees.) pada Ultisol. *Pastura*, 7(2), 106–110.
- Tanzil, D. A., Yusnizar, Y., Khalil, M., Marlina, M., & Fikrinda, F. (2023). Efektivitas Media Pembawa dalam Perbanyakan Mikoriza Acaulospora dan *Glomus*. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 8(1), 354–363.
- Yunanda, F., Soemeinaboedhy, I. N., & Silawibawa, I. P. (2022). Pengaruh Pemberian Berbagai Pupuk Organik Terhadap Sifat Fisik Tanah , Kimia Tanah , Dan Produksi Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L .) Di Kecamatan Kediri The Effect of Various Organic Fertilizers on Soil Physical Properties , Soil Chemistry , and Peanut. *JIM Agrokomplek*, 1(3), 294–303.