



JAGUR

Jurnal Agroteknologi

eISSN 2828-6022, Doi: doi.org/10.25077/jagur.7.1.1-10.2025

Penerbit: Universitas Andalas, Website: jagur.faperta.unand.ac.id

Volume 7, Nomor 1, April (2025): 1 - 8

Analisis Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Tercekam Kekeringan Terhadap Pemberian Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Pada Pre Nursery

Analysis of Oil Palm seedlings (Elaeis guineensis Jacq) under drought stress with the application of Mycorrhizal Fungi (AMF) in Pre Nursery.

Lidia Sri Hardiyanti^{1*}, Musliar Kasim¹, Indra Dwipa¹

¹Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang

Email: lidyaherdiast.nasution27@gmail.com

Article history:

Received: January 20, 2025 | Accepted: Maret 28, 2025 | Published: April 30, 2025

ABSTRACT

This study is about the Morphophysiological Analysis of Drought Stressed Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq) Seedlings on the Application of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (FMA) in Pre Nursery. This study aims to determine the effect of AMF on morphophysiology of oil palm seedling growth in pre nursery. This study aimed to determine the interaction between FMA dose and field capacity, the best FMA dose, and the best field capacity. The research in the form of an experiment was conducted from June to September 2024. The experiment was conducted at the Experimental Farm and Plant Physiology Laboratory, Faculty of Agriculture, Universitas Andalas, Padang. The design used is a Factorial Completely Randomized Design consisting of 2 factors. The first factor is field capacity, which consists of 4 levels: 100%, 75%, 50%, and 25%. The second factor is the FMA dosage, which consists of 2 levels: 10 and 15 g/seedling. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA), significant differences in the F-test were followed by the DMRT post-hoc test, and correlations between variables were analyzed using correlation analysis with the help of the STAR (Statistical Tool for Agricultural Research) application. The research results show that the application of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) doses does not have a significantly different effect on the root colonization of 12-week-old oil palm seedlings after planting (MST). However, the application of various field capacities had a significantly different effect. The application of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) at a dosage of 10 grams was the best dosage in the stomatal density and proline accumulation test. Meanwhile, a field capacity of 75% is a condition that is quite tolerable for oil palm seedlings.

Keywords: AMF dosage, field capacity, oil palm seedlings

PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) merupakan salah satu komoditas perkebunan unggulan di Indonesia. Indonesia adalah salah satu negara produsen dan eksportir kelapa sawit terbesar pertama di dunia dimana 85% lebih pasar kelapa sawit global dikuasai oleh Indonesia (GAPKI, 2023). Kelapa sawit memiliki peranan penting dalam meningkatkan pertumbuhan ekonomi negara dan sebagai sumber devisa negara. Kelapa sawit digunakan sebagai bahan baku berbagai macam produk, baik dalam bentuk produk setengah jadi maupun produk barang jadi seperti: kue, roti, dan tepung susu nabati (*filled milk*) pada industri pangan; sabun, *cream lotion* pada industri kosmetik; vitamin A dan E pada industri farmasi; serberbagai industri lainnya.

Permintaan komoditas kelapa sawit pada perdagangan internasional merupakan peluang besar bagi Indonesia untuk melakukan pengembangan luas lahan perkebunan kelapa sawit. Tercatat luas areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan. Pada tahun 2019, luas areal perkebunan kelapa sawit adalah 14.456.985 ha atau naik 16,44% menjadi 16.833.985 di tahun 2023 (Ditjenbun, 2023)

Sehubungan dengan peningkatan luas areal perkebunan kelapa sawit yang tinggi, maka perlu diperhatikan penggunaan bibit yang berkualitas. Salah satu faktor yang menentukan keberhasilan dalam pembibitan yang perlu diperhatikan adalah ketersediaan air yang cukup untuk menjamin pertumbuhan bibit yang optimal.



JAGUR

Jurnal Agroteknologi

eISSN 2828-6022, Doi: doi.org/10.25077/jagur.7.1.1-10.2025

Penerbit: Universitas Andalas, Website: jagur.faperta.unand.ac.id

Volume 7, Nomor 1, April (2025): 1 - 8

Penyiraman di pembibitan awal merupakan bagian penting di masa pembibitan kelapa sawit dan menjadi landasan utama untuk menghasilkan bibit yang berkualitas. Sehingga, penyediaan air dalam jumlah dan waktu yang tepat merupakan aspek yang penting untuk diperhatikan. Penyiraman yang tidak memadai pada pembibitan awal dapat mengakibatkan terhambatnya pembukaan daun bibit kelapa sawit (*collant*) dan berujung bibit menjadi afkir (bibit tidak bisa ditanam) (Ying *et al.*, 2017).

Pada skala perkebunan besar, ketersediaan air untuk pembibitan kelapa sawit menjadi permasalahan serius terutama ketika musim kemarau panjang terjadi karena diperlukan waktu penyiraman yang lebih lama guna memenuhi kebutuhan air pada bibit kelapa sawit sehingga, akan meningkatkan biaya penyiraman. Kebutuhan air pada pembibitan awal (*pre nursery*) kelapa sawit sebanyak 200-300 ml dalam sehari (Lubis, 2008).

Diperlukan solusi yang efektif agar dapat meningkatkan kemampuan adaptasi terhadap kekeringan sehingga, peningkatan biaya penyiraman pada musim kemarau panjang dapat diatasi. Salah satu alternatif yang mungkin dapat dijadikan solusi untuk mengatasi masalah cekaman kekeringan pada pembibitan kelapa sawit adalah Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA).

Kajian FMA pada bibit kelapa sawit yang tercekam kekeringan perlu dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai pengaruh FMA dalam mengatasi cekaman kekeringan. Nugroho *et al.* (2022) melaporkan bahwa, pemberian FMA *Glomus* terhadap bibit kelapa sawit di *pre nursery* dengan dosis 5 g/ tanaman dan penyiraman 7 hari sekali memiliki kemampuan adaptasi yang baik pada kondisi cekaman kekeringan. Namun, tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada semua parameter pengamatan. Lebih lanjut Mustaqim *et al.* (2023) dalam kajian nya berpendapat bahwa terdapat interaksi yang nyata antara dosis mikoriza dan volume penyiraman terhadap berat segar akar bibit kelapa sawit di *pre nursery*, perlakuan terbaik adalah dosis mikoriza 10 g/tanaman dengan volume 100 ml/tanaman

Berdasarkan permasalahan penulis telah melakukan penelitian mengenai “Analisis Morfofisiologis Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Tercekam Kekeringan Terhadap Pemberian Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Pada Pre Nursery”

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan mulai bulan Juni sampai September 2024. Penelitian dilakukan di UPT Kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas Andalas

padang. Pengamatan kolonisasi akar dan uji akumulasi prolin dilakukan di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan Universitas Andalas Padang

Bahan dan Alat

Bahan yang dipakai adalah akuades, alkohol 96%, asam asetat glasial, asam fosfat, benih kelapa sawit varietas DxP Simalungun dari PT. Palma Inti Lestari, Fungi Mikoriza FMA *Glomus* yang diperoleh dari koleksi Dr. Armansyah, SP., MP, HCL 2%, kertas filter whatman nomor 1, KOH 10%, *kutex* bening, ninhidrin sulfosalisilat 3% tolouent *Trypan blue* yang berguna untuk pewarnaan akar, serta air bersih. Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain.

Alat tulis (pena, buku, spidol), botol film, cangkul, *cover glass*, dandang 20kg, ember plastik, gas 3kg, gelas kimia, gelas preparat, *hotplate*, kantong plastik bening ukuran 30cm x 45cm, karung, kayu 4x6 pass, kayu 4x6 spanyol, kertas label, kompor, lakban. les kayu, meteran, mikroskop, oven, penggaris, petridish, pinset, pipet tetes, plastik klip, plastik UV bening, plat seng, polibag ukuran 30cm x 30cm, sekop, sendok takar, tabung valcon, tiang standar, timbangan digital dan alat dokumentasi

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode percobaan faktorial dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 2 faktor, yaitu faktor pertama adalah cekaman kekeringan dengan kode A dan komposisi media tanam dengan kode M.

Cekaman kekeringan terdiri dari 4 taraf yaitu:

100% kapasitas lapang	(A0)
75% kapasitas lapang	(A1)
50% kapasitas lapang	(A2)
25% kapasitas lapang	(A3)

Perlakuan faktor kedua yaitu dosis FMA *Glomus* dengan kode M terdiri dari 2 taraf sebagai berikut :

10 g FMA/tanaman	(M1)
15 g FMA/tanaman	(M2)

Setiap kombinasi percobaan diulang sebanyak 3 ulangan sehingga terdapat 24 unit percobaan. Setiap unit percobaan terdiri dari 8 tanaman sampel dimana 4 sampel tanaman destruktif dan 4 sampel tanaman non destruktif.

Prosedur Penelitian

Pengambilan Media Tanam

Media tanam yang digunakan pada penelitian ini adalah Ultisol yang diambil di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Tanah diambil pada kedalaman 0-20 cm lalu dikering anginkan selama satu minggu, kemudian dilakukan pengayakan dengan ukuran ayakan 5 mesh hingga ukuran tanah yang didapatkan relatif homogen. Kemudian dicampur



JAGUR

Jurnal Agroteknologi

eISSN 2828-6022, Doi: doi.org/10.25077/jagur.7.1.1-10.2025

Penerbit: Universitas Andalas, Website: jagur.faperta.unand.ac.id

Volume 7, Nomor 1, April (2025): 1 - 8

dengan pupuk *Rock Phosphate* (RP) dengan dosis 10g/polibag.

Sterilisasi Media Tanam

Tanah yang sudah diayak selanjutnya disterilkan dengan memasukkan tanah ke dalam plastik bening, lalu plastik berisi tanah dan pupuk *Rock Phosphate* (RP) dimasukkan ke dalam dandang. Dandang dipanaskan selama 1 jam 30 menit

Persiapan Media Tanam

Pengolahan media tanam dimulai 2 minggu sebelum penanaman. Tanah dan pupuk *Rock Phosphate* (RP) yang telah disterilkan dimasukkan ke dalam polibag berukuran 30 cm x 30 cm (Volume 2 kg). Media tanam diisi ke dalam polibag hingga ketinggian 1 cm dari bibir atas polibag.

Persiapan Kecambah

Benih yang digunakan adalah kecambah kelapa sawit varietas DxP Simalungun dari PT. Palma Inti Lestari. Sebelum ditanam, bungkusan plastik kecambah dibuka dan disimpan di tempat yang sejuk dan sirkulasi udara baik. Kecambah diseleksi terlebih dahulu sebelum ditanam dan hanya kecambah normal yang ditanam.

Pembuatan rumah plastik, tiang standard dan label

Pembuatan rumah plastik dilakukan dengan menggunakan kayu 4x6 pass dan kayu 4x6 spanyol. Kemudian atap dan dinding nya ditambahkan plastik uv bening. Rumah plastik memiliki panjang 6m x 4 m. Pemasangan label dan tiang standar dilakukan pada saat penyusunan satuan percobaan yang disesuaikan dengan denah penempatan satuan percobaan.

Penanaman dan Pemberian Mikoriza

Penanaman kecambah dilakukan bersamaan dengan pemberian berbagai dosis FMA. Penanaman kecambah harus dilakukan dengan hati-hati/teliti agar akar dan pucuk tidak patah. Penanaman kecambah dilakukan bersamaan dengan pemberian berbagai dosis FMA dengan cara: membuat lubang tepat di tengah polibag sedalam 2 - 2,5 cm dengan menggunakan ibu jari. Kemudian, letakkan kecambah dengan posisi bagian akar (*radikula*) di sebelah bawah dan pucuk (*plumula*) menghadap ke atas. Kecambah kelapa sawit berada di atas FMA. Selanjutnya tutup kembali dengan tanah setebal 1 - 1,5 cm dan tidak boleh dipadatkan.

Perlakuan Cekaman Kekeringan

Perlakuan cekaman dimulai setelah bibit berumur 4 minggu setelah tanam (MST). Penentuan takaran air dengan menggunakan metode drainase bebas (Haridjaja *et al.*, 2013)

Pemberian Pupuk Dasar

Pemupukan setelah pemberian pupuk *Rock phosphate* di awal tanam dilakukan pada 4 minggu setelah tanam (MST). Pupuk dasar yang diberi adalah pupuk NPK 15:15:6:4. Menurut R&D (2018) dosis

pupuk pada *pre nursery* untuk 200 bibit kelapa sawit adalah 25 g/10 L air.

Kolonisasi Akar oleh Fungi Mikoriza Arbuskula (%)

Pengamatan kolonisasi akar oleh Fungi Mikoriza Arbuskula dilakukan menggunakan teknik pewarnaan akar (Koramik, 1982). Kolonisasi akar dapat dihitung menggunakan rumus Moose (1981) sebagai berikut:

Persentase Akar Terinfeksi

$$= \frac{\Sigma \text{akar terinfeksi}}{\Sigma \text{sampel akar}} \times 100$$

Kategori persentase koloni menurut Nusantara (2012) sebagai berikut:

0-5%	= Sangat rendah
>5-25%	= Rendah
>25-50%	= Sedang
>50-75%	= Tinggi.
>75- 100%	= Sangat tinggi

Kerapatan stomata membuka (sel/mm²)

Perhitungan kerapatan stomata pada daun dilakukan satu kali pada akhir percobaan yaitu 12 Minggu Setelah Tanam (MST) dengan menggunakan metode Haryanti (2010). Kategori kerapatan stomata tersebut dilihat berdasarkan Willmer, C., & Fricker (1996).

$$\text{Kerapatan stomata (sel/mm}^2\text{)} = \frac{\Sigma \text{stomata (sel)}}{\text{Luas bidang pandang (mm}^2\text{)}}$$

dengan kategori sebagai berikut:

1-50	Sedikit
51-100	Cukup banyak
101-200	Banyak
201-300	Sangat banyak
301-700 atau lebih	Tak terhingga

Uji akumulasi prolin (μmol/g bb)

Pengamatan kandungan prolin dilakukan dengan metode ninhidrin ((Nurmalasari, 2018)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase Kolonisasi Mikoriza (%)

Berdasarkan hasil analisis data persentase kolonisasi bibit kelapa sawit menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antara dosis FMA dan kadar air tanah terhadap kolonisasi akar bibit kelapa sawit pada 12 MST. Namun, pada perlakuan dosis FMA memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap kolonisasi akar bibit kelapa sawit. Sedangkan pada perlakuan kadar air tanah memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kolonisasi akar bibit kelapa sawit pada 12 MST. Rata-rata persentase kolonisasi mikoriza pada bibit kelapa sawit dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Persentase akar terkolonisasi FMA pada bibit kelapa sawit umur 12 MST

Dosis Mikoriza (g)	% Kapasitas Lapang				Pengaruh utama mikoriza
	100	75	50	25	
10	60,00	73,33	73,33	93,33	74,99
15	73,33	73,33	80,00	93,33	79,99
Pengaruh utama					
kadar air tanah	66,67	73,33	76,67	93,33	
	B	B	AB	A	
KK = 18,25 %					

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf besar yang sama pada baris yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji *Duncan Multiple Range Test* pada taraf nyata 5%.

Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar air tanah memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kolonisasi mikoriza pada kapasitas lapang 25% dengan kapasitas lapang 100%, dan 75%. Tetapi tidak berbeda nyata dengan kapasitas lapang 50%. Sedangkan faktor utama dosis FMA menunjukkan pengaruh yang sama terhadap kolonisasi akar bibit kelapa sawit pada 12 MST.

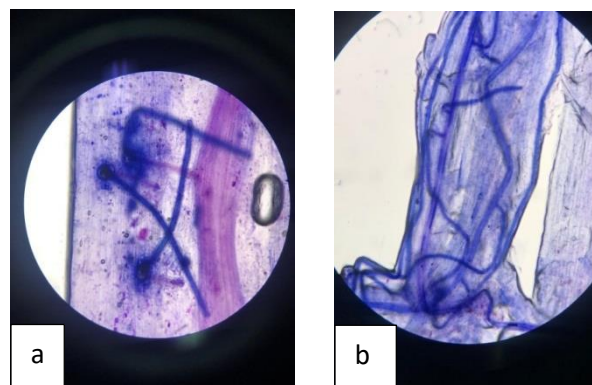
Tabel 1 juga menunjukkan bahwa persentase akar yang sangat tinggi pada kapasitas lapang 50% dan kapasitas lapang 25%. Sementara pada kapasitas lapang 75% dan 100% menunjukkan persentase yang tinggi. Persentase yang sangat tinggi pada kapasitas lapang 50% dan kapasitas 25% karena semakin rendah kandungan air pada media tumbuh.

Menurut Nusantara (2012) persentase akar 93,33% pada kadar air 25% termasuk kategori sangat tinggi. Persentase akar yang sangat tinggi pada kadar air tanah 25% diduga karena semakin rendah kandungan air pada media tumbuh, persentase kolonisasi akar semakin tinggi. Hal ini sejalan dengan pendapat Burhanuddin (2012) bahwa pada kondisi tanah yang lembab, proses sporulasi FMA menjadi lebih rendah sehingga jumlah kolonisasi yang terkandung dalam tanah juga sedikit sebab pada kelembaban tinggi perkembangan spora akan terhambat. Sementara, kekeringan tidak menghambat pertumbuhan spora dan kolonisasi akar.

Menurut Wu *et al.*, 2008; Smith dan Read 2008), bahwa kolonisasi fungi mikoriza arbuskula dengan tanaman inang akan meningkat ketika dalam kondisi kekurangan air atau berada pada kondisi dibawah kapasitas lapang. Kolonisasi mikoriza pada umumnya mengalami peningkatan jika tanaman inang mengalami kekurangan air.

Sebaliknya pada kondisi air yang lembab seperti pada kapasitas lapang 100% mengakibatkan jumlah kolonisasi terhambat. Hal ini sejalan dengan pendapat Burhanuddin (2012) bahwa pada kondisi tanah yang lembab, proses sporulasi FMA menjadi lebih rendah sehingga jumlah kolonisasi yang terkandung dalam tanah juga sedikit sebab pada kelembaban tinggi perkembangan spora akan terhambat. Sementara, kekeringan tidak menghambat pertumbuhan spora dan kolonisasi akar.

Hasil pengamatan kolonisasi FMA pada akar bibit kelapa sawit pada akar bibit kelapa sawit umur 12 MST dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kolonisasi FMA pada akar bibit kelapa sawit umur 12 MST pembesaran 400x a) Vesikula, b) Hifa Internal

Berdasarkan Gambar 1 diketahui terdapat vesikula, arbuskula, spora dan hifa internal pada akar bibit kelapa sawit. Asosiasi FMA dengan akar tanaman menyebabkan terjadinya infeksi pada akar tanaman inang yang dapat diketahui dengan ada tidaknya struktur yang dihasilkan oleh FMA. Hasanah *et al* (2017), menjelaskan bahwa infeksi FMA pada tanaman diketahui dengan adanya vesikula, hifa, arbuskula pada akar tanaman dan apabila ditemukan adanya satu atau lebih struktur FMA tersebut, maka dapat dikatakan terjadi infeksi akar oleh FMA.

Meskipun kolonisasi FMA pada kapasitas lapang 50% dan kapasitas lapang 25% menunjukkan hasil kolonisasi tertinggi, namun pada uji kandungan prolin terlihat bahwa bibit dengan kondisi kapasitas lapang yang rendah yaitu kapasitas lapang 50% dan 25% menunjukkan nilai akumulasi prolin yang tinggi.

Hal ini karena tanah yang digunakan sebagai media tanam pada penelitian adalah tanah ultisol yang memiliki pH rendah (masam) yaitu 4. Sehingga, meskipun tingkat kolonisasi pada kapasitas lapang 50 dan 25% menunjukkan kolonisasi yang tinggi, terjadi keterbatasan lingkungan untuk mendukung aktivitas enzim yang membantu dalam siklus nutrisi. Dengan



JAGUR

Jurnal Agroteknologi

eISSN 2828-6022, Doi: doi.org/10.25077/jagur.7.1.1-10.2025

Penerbit: Universitas Andalas, Website: jagur.faperta.unand.ac.id

Volume 7, Nomor 1, April (2025): 1 - 8

demikian, kolonisasi yang tinggi tersebut tidak dapat berfungsi secara optimal.

Menurut Kluber *et al.* (2012) dalam kondisi pH rendah, terdapat peningkatan ketersediaan aluminium dan mangan yang bersifat toksik bagi akar dan dapat menekan aktivitas enzimatis penting yang terlibat dalam penyerapan nutrisi. Sehingga, meskipun fungsi mikoriza arbuskula memiliki kolonisasi yang tinggi penyerapan nutrisi menjadi terhambat dan mengakibatkan pertumbuhan op tanaman terganggu. Lebih lanjut Liu *et al* (2020) juga menambahkan Jika tanah sebagai media tanam yang digunakan berkategori asam maka, aktivitas ALP (*Alkali fosfatase*) di arbuskula akan sangat sensitif. Sehingga, secara signifikan dapat menurunkan aktivitas ALP sekitar 90%. ALP berhubungan erat dengan hidrolisis polifosfat di arbuskula dan aktivitas ALP dapat menunjukkan kontribusi mikoriza arbuskula terhadap penyerapan P tersedia pada tanah.

Kondisi pH tanah merupakan salah satu faktor penting terhadap ketersediaan fosfor di dalam tanah. Fosfor akan bereaksi dengan ion besi dan aluminium dan membentuk besi fosfat dan aluminium fosfat yang sukar larut dalam kondisi air yang terbatas. Sehingga penggunaannya menjadi terbatas pada tanaman dengan tanah yang memiliki pH rendah atau masam (Nurwati, 2002). Selaras dengan itu, Penn dan Camberato (2019) juga berpendapat bahwa pH tanah yang rendah (asam) memiliki pengaruh signifikan terhadap ketersediaan fosfor (P) bagi tanaman.

Kondisi pH tanah yang rendah, keberadaan fosfor di tanah cenderung terikat dengan logam-logam seperti aluminium (Al) dan besi (Fe), membentuk senyawa yang tidak larut atau sulit diserap oleh akar tanaman. Senyawa fosfor yang terikat ini mengurangi ketersediaannya dalam bentuk yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Selain itu, ketersediaan unsur N, K, Ca, Mg, dan S cenderung menurun pada kondisi pH yang asam. Pengaruh pH pada unsur P dan unsur B tidak langsung, karena ketersediaan unsur ini tergantung pada pH (Siswanto, 2019).

Pada kapasitas lapang 100% dan kapasitas lapang 75%, ketersediaan air yang cukup membantu tanaman tetap tumbuh optimal. Air berperan penting dalam proses fotosintesis, translokasi fotosintat, memelihara ketegaran sel, memelihara temperatur tubuh tanaman, pelarut bahan-bahan fotosintat yang akan disusun melalui proses fisiologis dalam tubuh tanaman. Air juga berperan sebagai pelarut unsur hara di dalam tanah sehingga memudahkan penyerapan oleh unsur hara oleh akar tanaman. Pengaruh faktor tanah pada efektivitas FMA berkaitan erat dengan pH dan ketersediaan unsur hara (Setiadi *et al.*, 1992).

Kemudian pada kapasitas lapang 25 % terjadi dampak sekunder dalam penyerapan hara yang

melibatkan air sebagai perantara hara masuk ke dalam tanaman. Sementara, kolonisasi yang ada pada akar tanaman tidak dapat memberikan pengaruh positif. Sehingga kekurangan air mengakibatkan proses penyerapan hara terganggu dan menghambat efisiensi penyerapan nutrisi (Waraich *et al.*, 2011).

Pemberian dosis FMA menunjukkan bahwa FMA memiliki batas kemampuan untuk membantu tanaman dalam kolonisasi akar. Jika dosis 10 gram sudah mencukupi kebutuhan tanaman dalam meningkatkan persentase kolonisasi akar maka, penambahan dosis FMA menjadi 15 gram tidak memberikan tambahan manfaat yang signifikan. Hal ini sejalan dengan penelitian Amelia (2020) bahwa pemberian FMA dengan dosis 10 gram merupakan dosis yang ideal dalam peningkatan kolonisasi akar mikoriza pada bibit kelapa sawit tercekam kekeringan sementara pada dosis yang lebih tinggi tingkat kolonisasi akar cenderung tidak memberikan dampak tambahan.

Kerapatan Stomata Membuka (buah)

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa terdapat interaksi yang nyata antara dosis FMA dan kadar air tanah pada kerapatan stomata bibit kelapa sawit. Rata-rata kerapatan stomata membuka bibit kelapa sawit pada pemberian beberapa kapasitas lapang dan pemberian dosis FMA pada umur 12 MST dapat di lihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata kerapatan stomata membuka bibit kelapa sawit pada pemberian beberapa kapasitas lapang dan pemberian dosis FMA pada umur 12 MST

Dosis Mikoriza (g)	Kapasitas Lapang (%)			
	100	75	50	25
	----- buah-----			
10	167,85 a B	203,57 a A	48,80 a C	38,09 a D
15	152,38 b A	90,47 b B	38,09 b C	32,14 a C
KK = 4,07%				

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom yang sama dan angka- angka yang diikuti huruf besar yang sama pada baris yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji Duncan Multiple Range Test pada taraf nyata 5%

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa pengaruh pemberian dosis FMA menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada tiap-tiap kapasitas lapang. Pemberian dosis FMA 15 gram pada kapasitas 25% menunjukkan kerapatan stomata membuka bibit kelapa sawit terendah yaitu 32,14 buah dan tidak berbeda nyata dengan kapasitas lapang 50%. Tetapi, berbeda



JAGUR

Jurnal Agroteknologi

eISSN 2828-6022, Doi: doi.org/10.25077/jagur.7.1.1-10.2025

Penerbit: Universitas Andalas, Website: jagur.faperta.unand.ac.id

Volume 7, Nomor 1, April (2025): 1 - 8

nyata dengan kapasitas lapang 100 dan 75%. Kemudian pada pemberian dosis FMA 10 gram menunjukkan kerapatan stomata membuka bibit kelapa sawit yang berbeda nyata pada semua kapasitas lapang.

Tabel 2 juga menunjukkan bahwa pengaruh pemberian kapasitas lapang menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada tiap-tiap dosis FMA. Kapasitas lapang 75% dengan pemberian perlakuan FMA dosis 10 gram memberikan pengaruh yang cukup baik terhadap kerapatan stomata membuka bibit kelapa sawit dan berbeda nyata dengan FMA dosis 15 gram.

Pada tabel 2 juga terlihat, bahwa pada kapasitas lapang 100% dan 75% menunjukkan kerapatan stomata yang banyak. Sementara pada kapasitas lapang 50% dan 25% menunjukkan kerapatan stomata yang sedikit. Menurut Hayati (2010) jumlah stomata 1-50 merupakan kategori sedikit. Kemudian jumlah stomata 101- 200 merupakan kategori banyak.

Sebagaimana yang terlihat pada Tabel 2 bahwa pada kapasitas lapang 50 dan 25% jumlah stomata termasuk dalam kategori sedikit. Kerapatan stomata pada tanaman tercekam kekeringan berkaitan erat dalam mekanisme adaptasi terhadap kondisi stres air. Hal ini merupakan strategi untuk mengurangi penguapan air melalui daun. Sehingga, jumlah total stomata juga berkurang. Penutupan stomata berkaitan erat dengan kadar air tanah dibandingkan status air daun.

Stomata adalah gerbang penghubung tanaman dengan lingkungan luar. Stomata memegang peranan yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Pertukaran gas menjadi salah satu proses vital bagi tanaman dimana CO₂ merupakan bahan baku gas dalam fotosintesis dan O₂ merupakan zat penting dalam reaksi pembongkaran energy. Keberadaan kedua gas tersebut harus dijaga seimbang agar metabolisme tanaman dapat berjalan dengan lancar. Penutupan stomata yang umum terjadi pada tanaman tercekam kekeringan akan mempengaruhi pertukaran CO₂ dan O₂ yang selanjutnya mengakibatkan terganggunya metabolisme tanaman (Sholihatun et al., 2014).

Bibit yang mengalami kekurangan air berakibat pada rendahnya turgor di dalam sel, selanjutnya proses fisiologi mengalami penurunan, stomata menutup dan serapan CO₂ oleh daun menurun. Tidak adanya CO₂ dan air dapat menyebabkan menurunnya laju dari fotosintesis yang berdampak pada berkurangnya asupan tanaman untuk pertumbuhan dan mengakibatkan rendahnya proses pembesaran serta pembelahan sel. Kerapatan dan jumlah stomata yang banyak merupakan proses adaptasi dari tanaman terhadap kondisi lingkungannya (Budiono et al., 2016).

Cekaman air akan mempengaruhi kandungan asam absisat (ABA) di dalam tubuh tanaman. ABA merupakan hormon pengatur tumbuh yang mengatur pertumbuhan tanaman dalam kondisi stress air karena menutupnya stomata (Ginting et al., 2015). ABA akan memberikan sinyal kepada daun untuk menutup stomata ketika terjadinya kekurangan air. Haniff (2006) menambahkan jika kandungan air tidak cukup bagi tanaman untuk bertranspirasi, maka ABA inilah yang memicu penutupan stomata (Salisbury dan Ross, 1997).

Saat mengalami cekaman kekeringan, ABA disintesis dari β -karoten melalui pembelahan oksidatif dari xanthoxin ke ABA melalui ABA-aldehida. Cekaman abiotik (kekeringan) merangsang biosintesis ABA dan akumulasi dengan mengaktifkan gen yang terlibat dalam jalur biosintesis ABA, yang dengan sendirinya dapat dimediasi tergantung dari kalsium fosforilasi kaskade. ABA juga dapat meningkatkan biosintesis gen melalui sinyal jalur kalsium (Tuteja, 2007).

Sementara Pada Kapasitas lapang 75% dimana kondisi kelembaban tanah yang baik dan ketersediaan air dan memadai untuk mendukung banyaknya stomata terbuka karena kondisi ini menyediakan ketersediaan air yang cukup untuk mendukung tekanan turgor, fotosintesis, dan transpirasi yang optimal. Tanaman berada dalam zona keseimbangan air yang ideal sehingga dapat memaksimalkan aktivitas fisiologisnya. Pembukaan dan penutupan stomata ditentukan oleh tekanan turgor dari kedua sel penjaga, sementara itu tekanan turgor dipengaruhi oleh banyaknya air yang masuk ke sel penjaga (Lakitan, 2015).

Pemberian FMA dengan dosis 10 gram menunjukkan menunjukkan pembukaan stomata yang cukup baik. Namun, ketersediaan air yang cukup juga penting. FMA mendukung pembukaan stomata pada kondisi optimal, dengan cara menyeimbangkan kadar hormon, terutama menurunkan asam absisat (ABA) yang bertanggung jawab atas penutupan stomata. FMA juga meningkatkan produksi sitokinin dan memperbaiki efisiensi hidrolik, sehingga tanaman tetap terhidrasi dengan baik. Akibatnya, stomata dapat merespons perubahan lingkungan secara efektif, seperti membuka lebih lebar untuk meningkatkan fotosintesis saat cahaya dan kelembaban cukup, tanpa kehilangan air secara berlebihan (Wahab et al., 2023).

Sementara pada dosis FMA yang lebih tinggi yaitu 15 gram, simbiosis menjadi kurang efektif karena tanaman tidak mampu menyediakan cukup karbon untuk mendukung jaringan hifa karena terjadi persaingan interspesifik. Akibatnya, mikoriza gagal meningkatkan penyerapan air dan nutrisi secara optimal, sehingga tekanan turgor dan keseimbangan hormon terganggu. Syarif (2001), menyatakan bahwa,

infeksi FMA pada akar tanaman dapat mencapai maksimum jika FMA diinokulasikan sampai batas dosis tertentu. Pemberian dosis mikoriza yang terlalu tinggi mungkin dapat menurunkan tingkat infeksi karena terjadi persaingan intraspesifik dalam memperoleh energi dari tanaman inang. Hal ini menyebabkan stomata tidak dapat membuka secara efisien seperti pada dosis yang lebih rendah.

Uji Kandungan Prolin ($\mu\text{mol/g}$ bb)

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan terdapat interaksi yang nyata antara pemberian dosis FMA dan kadar air tanah terhadap kandungan prolin bibit kelapa sawit. Rata-rata uji kandungan prolin pada bibit kelapa sawit terhadap pemberian kapasitas lapang dan pemberian dosis FMA dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata uji kandungan prolin bibit kelapa sawit pada pemberian beberapa kapasitas lapang dan pemberian dosis FMA pada umur 12 MST

Dosis Mikoriza (g)	Kapasitas Lapang (%)			
	100	75	50	25
	----- $\mu\text{mol/g}$ bb -----			
10	0.26 a C	0,14 b C	1,018 b B	4.95 b A
15	0.32 a D	0.65 a C	3,29 a B	6.64 a B

KK = 7.02 %

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom yang sama dan angka-angka yang diikuti huruf besar yang sama pada baris yang sama adalah berbeda tidak nyata menurut uji *Duncan Multiple Range Test* pada taraf nyata 5%

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa pengaruh dosis FMA menunjukkan pengaruh yang berbeda pada tiap-tiap tingkat kapasitas lapang. Pemberian dosis mikoriza 10 gram pada kapasitas lapang 75% menunjukkan kandungan prolin terendah yaitu 0,15 $\mu\text{mol/g}$ bb dan berbeda nyata dengan perlakuan kapasitas lapang 100%. Akan tetapi tidak berbeda nyata pada kapasitas lapang 50 dan 25%.

Tabel 3 juga menunjukkan bahwa pemberian kapasitas lapang menunjukkan pengaruh yang berbeda pada tiap-tiap dosis FMA. Kapasitas lapang 75 % dosis FMA 10 gram menunjukkan nilai akumulasi prolin yang cukup baik pada bibit kelapa sawit tetapi, tidak berbeda nyata dengan dosis FMA 15 gram.

Pada kapasitas lapang 25%, akumulasi prolin meningkat secara signifikan sebagai respons terhadap stres kekeringan. Peningkatan ini terjadi karena prolin berperan dalam menjaga keseimbangan osmotik,

melindungi struktur sel, dan mengurangi stres oksidatif. Kekurangan air tanaman terjadi karena tidak seimbangnya antara kebutuhan air tanaman dan ketersediaan air. Kemampuan serapan air oleh tanaman dipengaruhi oleh laju evapotranspirasi, sistem perakaran, dan ketersediaan air tanah (Shaheen *et al.*, 2016).

Sejalan dengan itu Palupi & Dedywiryanto (2008) menjelaskan bahwa tanaman yang toleran terhadap cekaman air diindikasikan mempunyai kandungan prolin yang tinggi. Lebih lanjut Pangaribuan *et al.*, (2001) melaporkan bahwa tanaman yang memiliki potensi untuk toleran akan memperlihatkan kemampuan dalam mengumpulkan prolin yang lebih tinggi dibandingkan tanaman yang peka. Oleh sebab itu prolin digunakan sebagai penanda dini dalam respons bibit kelapa sawit terhadap cekaman air.

Prolin tetap diperlukan untuk mengatasi stres osmotik dan oksidatif yang tidak sepenuhnya dieliminasi oleh mikoriza, sinyal kekeringan yang tetap aktif (misalnya, melalui hormon ABA), serta interaksi metabolik antara mikoriza dan tanaman yang memicu peningkatan prolin. Prolin membantu mempertahankan struktur seluler di bawah tekanan lingkungan. Selaras dengan pendapat Cao *et al.*, (2011) bahwa toleransi yang ditunjukkan tanaman saat terjadinya cekaman air yaitu dengan penyesuaian osmotik. Penyesuaian osmotik dilakukan agar tanaman dapat mempertahankan stabilitas tekanan turgor sel melalui sintesis dan akumulasi berbagai ion anorganik, karbohidrat, protein dan asam organik. Salah satu senyawa yang memiliki peranan penting dalam penyesuaian osmotik ialah prolin. Prolin berperan sebagai osmosik dalam sel tanaman dalam kondisi stress khususnya stress kekeringan. Peranan lainnya ialah sebagai sistem antioksidan dalam respons pertahanan tanaman pada kondisi cekaman air (Cham *et al.*, 2013).

Pemberian FMA mampu mempengaruhi kandungan prolin pada bibit kelapa sawit sehingga mikoriza membantu tanaman mengurangi kebutuhan akumulasi prolin dengan cara meningkatkan ketersediaan air dan nutrisi, sehingga stres yang dialami tanaman lebih rendah. Sejalan dengan pendapat Diagne *et al.* (2020) bahwa mikoriza mempengaruhi kandungan prolin melalui mekanisme yang kompleks, terutama dalam kondisi cekaman abiotik seperti kekeringan. Mikoriza meningkatkan penyerapan air dan nutrisi, termasuk fosfor, yang esensial untuk mempertahankan fungsi fisiologis tanaman. Dengan peningkatan efisiensi penyerapan ini, tingkat stres oksidatif tanaman berkurang, sehingga akumulasi prolin senyawa osmotik yang berfungsi sebagai penstabil membran dan pengatur osmotik juga lebih terkendali.



JAGUR

Jurnal Agroteknologi

eISSN 2828-6022, Doi: doi.org/10.25077/jagur.7.1.1-10.2025

Penerbit: Universitas Andalas, Website: jagur.faperta.unand.ac.id

Volume 7, Nomor 1, April (2025): 1 - 8

Keberadaan FMA pada kapasitas lapang 25% dinilai cukup mampu membantu bibit kelapa sawit dalam meningkatkan adaptasi tanaman terhadap cekaman kekeringan. Menurut Hendrati *et al* (2016) Prolin berperan sebagai osmoprotektan yang membantu akar bertahan dalam kondisi stres dengan menurunkan potensi osmotik sel, sehingga air tetap dapat diserap dan dipertahankan. Selain itu, prolin menstabilkan membran sel dan enzim, melindungi akar dari stres oksidatif dan mendukung pertumbuhan. Peningkatan kadar prolin memungkinkan akar berkembang lebih luas dan dalam, meningkatkan volume akar.

Kemudian, interaksi dengan mikoriza dapat meningkatkan penyerapan air dan nutrisi, sementara hormon seperti auksin merangsang pertumbuhan akar. Kombinasi ini memperkuat peran prolin dalam menjaga keseimbangan osmotik dan stabilitas sel, sehingga mendukung adaptasi tanaman terhadap stres secara lebih efektif. Ini didukung oleh pendapat Diagne *et al.* (2020) bahwa tanaman beradaptasi dengan memperluas area akar tanaman, FMA merangsang pertumbuhan dan bekerja sama dengan prolin dalam meningkatkan ekspansi akar. Sehingga penyerapan tanaman lebih optimal dan meningkatkan akses tanaman ke nutrisi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemberian berbagai dosis mikoriza menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap kolonisasi mikoriza pada akar bibit kelapa sawit. Sementara, pemberian berbagai kapasitas lapang memberikan pengaruh yang berbeda nyata.
2. FMA dengan dosis 10 gram/ bibit merupakan dosis terbaik terhadap kerapatan stomata dan uji akumulasi prolin pada bibit kelapa sawit di *pre nursery*
3. Pemberian kapasitas lapang 75% menunjukkan kondisi yang toleran terhadap bibit kelapa sawit pada *pre nursery*.

DAFTAR PUSTAKA

- [Ditjenbun] Direktorat Jendral Perkebunan . (2023). Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2021-2023. In *Direktorat Jendral Perkebunan Kementerian Pertanian Republik Indonesia*. Sekretariat Direktorat jendral perkebunan.
- Amelia, R. (2020). *Respon Bibit Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.) Terhadap Pemberian Fungi Mikoriza Arbuskula dan Cekaman Air di Main Nursery*. Sekolah Tinggi Ilmu

Pertanian. Medan. Sumatera Utara.

- Burhanuddin. (2012). Keanekaragaman Jenis Jamur Mikoriza Arbuskula pada Tanaman Jabon (*Anthocephalus* spp). *Fakultas Kehutanan. Universitas Tanjungpura. Pontianak*.
- Cao, H. X., Sun, C. X., Shao, H. B., & Lei, X. T. (2011). Effects of low temperature and drought on the physiological and growth changes in oil palm seedlings. *African Journal of Biotechnology*, 10(14), 2630–2637. <https://doi.org/10.5897/ajb10.1272>
- Cha-um, S., Yamada, N., Takabe, T., & Kirdmanee, C. (2013). Physiological features and growth characters of oil palm (*Elaeis guineensis* jacq.) in response to reduced water-deficit and rewatering. *Australian Journal of Crop Science*, 7(3), 432–439.
- Diagne, N., Ngom, M., Djighaly, P. I., Fall, D., Hoher, V., & Svistoonoff, S. (2020). Roles of arbuscular mycorrhizal fungi on plant growth and performance: importance in biotic and abiotic stressed regulation. *Diversity*, 12(10), 1–25. <https://doi.org/10.3390/d12100370>
- Ditjenbun. (2023). Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2021-2023. In *Direktorat Jendral Perkebunan Kementerian Pertanian Republik Indonesia*. Sekretariat Direktorat jendral perkebunan.
- DJ, S. S. and R. (2008). *Mycorrhizal Symbiosis* (Third Edit). New York: Academic.
- GAPKI. (2023). Indonesia Ministry of Agriculture 2018. *Produksi Minyak Kelapa Sawit Indonesia 2008 – 2016*.
- Haridjaja, O., Baskoro, D. P. T., & Setianingsih, M. (2013). Different Levels of Field Capacity by Alhricks, Free Drainage, and Pressure Plate Methods at Different Soil Texture and Relation for Sunflower Growth (*Helianthus annuus* L.). *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, 15(2), 52.
- Hasanah, U., Purnomowati, U., & Dwiputranto. (2017). Campuran Terhadap Kemunculan Penyakit Layu Fusarium Pada Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum*). *Scripta Biologica*, 4(1), 31–35.
- Hendrati, R. L., Rachmawati, D., & Asri Cahyaning Pamuji. (2016). Respon Kekeringan Terhadap Pertumbuhan, Kadar Prolin dan Anatomi



JAGUR

Jurnal Agroteknologi

eISSN 2828-6022, Doi: doi.org/10.25077/jagur.7.1.1-10.2025

Penerbit: Universitas Andalas, Website: jagur.faperta.unand.ac.id

Volume 7, Nomor 1, April (2025): 1 - 8

- Akar *Acacia auriculiformis* Cunn., *Tectona grandis* L., *Alstonia spectabilis* Br., dan *Cedrela odorata* L. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea* EISSN: 2407-7860 P-ISSN: 2302-299X Vol. 5 Issue 2 (2016) 123-133 Accreditation Number: 561/Akred/P2MI-LIPI/09/2013, 5, 123-133.
- Kluber, L. A., Carrino-Kyker, S. R., Coyle, K. P., DeForest, J. L., Hewins, C. R., Shaw, A. N., Smemo, K. A., & Burke, D. J. (2012). Mycorrhizal Response to Experimental pH and P Manipulation in Acidic Hardwood Forests. *PLoS ONE*, 7(11), 1-10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0048946>
- Koramik, P. P. and A. C. M. G. (1982). Quantification of VA Mycorrhizae in Plant Root. Di Dalam: N.C. Schenk (Ed). *Methods and Principles Of mycorrhizae Research. The American Phytop.*, Soc. 46: 37-45.
- Liu, X., Feng, Z., Zhao, Z., Zhu, H., & Yao, Q. (2020). Acidic soil inhibits the functionality of arbuscular mycorrhizal fungi by reducing arbuscule formation in tomato roots. *Soil Science and Plant Nutrition*, 66(2), 275-284. <https://doi.org/10.1080/00380768.2020.1721320>
- Lubis, U. A. (2008). *Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.) di Indonesia*. Pusat Penelitian Perkebunan Marihat Bandar Kuala. Pematang Siantar Sumatera Utara.
- Moose, B. (1981). Mycorrhiza Research for Tropical Agriculture. *Hawaii Institute of Tropical Agriculture and Human Resource, England*, 82 hal.
- Mustaqim, N. S., Kristalisasi, E. N., & Rusmarini, U. K. (2023). Pengaruh Mikoriza Dan Penyiraman Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit Di Pre Nursery. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, XXV(2).
- Nugroho, M. H., Suryanti, S., & Umami, A. (2022). Pengaruh *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* dan Mikoriza Vesikula Arbuskula terhadap Pertumbuhan Kelapa Sawit *Main Nursery* pada Kondisi Cekaman Kekeringan. *Vegetalika*, 11(3), 186. <https://doi.org/10.22146/veg.64783>
- Nurmalasari, I. R. (2018). Amino Acid Proline Content of Two Black Rice Varieties under Drought Condition. *Gontor AGROTECH Science Journal*, 4(1), 29-44.
- Nurwati, A. dan S. (2002). Hasil Penelitian Status Hara P dan K di Lahan Sawah Irigasi Kabupaten Bima. *Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Nusa Tenggara Barat*.
- Nusantara, A.D., Bertham, Y.H. dan Mansur, I. (2012). *Bekerja Dengan Fungi Mikoriza Arbuskula*. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor dan SEAMEO BIOTROP.
- Palupi, R. E., & Dedywiryanto, Y. (2008). Kajian Karakter Ketahanan terhadap Cekaman Kekeringan pada Beberapa Genotipe Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Bul. Agron*, 36(1), 24-32.
- Pangaribuan, Y., D. Asmono, dan S. L. (2001). *Pengaruh Cekaman Air Terhadap Karakter Morfologi Beberapa Varietas Tanaman Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.)*. 8(2), 81-95.
- Penn, C. J., & Camberato, J. J. (2019). A critical review on soil chemical processes that control how soil pH affects phosphorus availability to plants. *Agriculture (Switzerland)*, 9(6), 1-18.
- Q.S, Wu., X.R., Xia, and Y. N. Z. (2008). Improved Soil Stucture and Citrus Growth After Inoculation with Three Arbuscular Mycorrhizal Fungi Under Drought Stress. *European Journal Soil Biology*, 44, 122-128.
- R&D, A. T. C. S. S. C. R. and. (2018). *SOP Pembibitan Kelapa Sawit. Pusat Penelitian dan Pengembangan Kelapa Sawit. Bahliang Plantation. Tebing Tinggi Deli. Sumatera Utara*.
- Shaheen, T., Rahman, M. ur, Shahid Riaz, M., Zafar, Y., & Rahman, M. ur. (2016). Soybean production and drought stress. *Abiotic and Biotic Stresses in Soybean Production: Soybean Production: Volume 1*, 5(November 2020), 177-196. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801536-0.00008-6>
- Siswanto, B. (2019). Sebaran Unsur Hara N, P, K Dan Ph Dalam Tanah. *Buana Sains*, 18(2), 109.
- Waraich, E.A., Ahmad, R., Saifullah, M.Y., & Ashraf, E. (2011). Role of mineral nutrition in alleviation of drought stress in plants. *J. Crop Sci*, 5, 764-777., 5, 764-777. <https://doi.org/10.1007/BF00581171>
- Ying, L. C., Arbaiy, N., Salikon, M. Z. M., & Rahman, H. A. (2017). Plant watering management



JAGUR

Jurnal Agroteknologi

eISSN 2828-6022, Doi: doi.org/10.25077/jagur.7.1.1-10.2025

Penerbit: Universitas Andalas, Website: jagur.faperta.unand.ac.id

Volume 7, Nomor 1, April (2025): 1 - 8

system using fuzzy logic approach in oil palm nursery. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, 9(3–7), 129–134.