

Growth of Oil Palm Seedlings in Main Nursery with Application Mo Micronutrients and Mycorrhiza on Podzolic Soil

Ilham Maldo Putra^{1*}, Deviona², Delita Zul²

¹Mahasiswa Magister Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia;

²Dosen, Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia;

Article History

Received : September 16th, 2025

Revised : November 16th, 2025

Accepted : December 04th, 2025

*Corresponding Author: **Ilham Maldo Putra**, Mahasiswa Magister Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia;
Email: efiyunita1991@gmail.com

Abstract: The development of oil palm plants in nurseries is greatly affected by the type of growing medium used. Podzolic soils have many drawbacks, such as excessive acidity, a high level of exchangeable aluminum, low levels of phosphorus, and a low cation exchange capacity. By incorporating molybdenum and mycorrhizae as micronutrients, it is possible to improve the soil's chemical properties and promote better growth in seedlings. This study aimed to determine the effects of Mo and mycorrhiza applications on the growth of oil palm seedlings in the main nursery using podzolic soil as the planting medium. The research was conducted at an independent oil palm nursery in Sungai Kumango Village, Rokan Hulu Regency, Riau Province, using a factorial Completely Randomized Design with two factors: Mo doses (0, 0.3, and 0.6 g.plant⁻¹) and mycorrhiza doses (0, 5, 50, and 75 g.plant⁻¹), producing 12 treatment combinations with three replications each. Data were analyzed using ANOVA followed by the LSD test at a 5% significance level. The results showed that the application of Mo and mycorrhiza improved the chemical properties of podzolic soil, particularly total N, total K, total P, and CEC. However, neither the interaction nor the individual factors had a significant effect on seedling growth parameters, including plant height increment, number of fronds, and bulb diameter. The highest mycorrhizal infection levels were observed with the combination of Mo 0.6 g.plant⁻¹ and mycorrhiza at 25 g and 75 g.plant⁻¹.

Keywords: Main nursery, mycorrhiza, oil palm, podzolic soil.

Pendahuluan

Bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan bahan tanaman yang akan ditanam di lahan perkebunan. Pertumbuhan dan hasil yang baik didapatkan dari bibit yang sehat, namun kebutuhan bibit terus meningkat seiring pertambahan luas areal penanaman kelapa sawit. Kebutuhan bibit kelapa sawit dari benih bersertifikat menurut Dinas Perkebunan Provinsi Riau (2025) bahwa Tahun 2023 sebanyak 3,4 juta benih dan meningkat pada tahun 2024 menjadi 3,9 juta benih. Hal ini menunjukkan meningkatnya kebutuhan bibit kelapa sawit, yang mencerminkan kondisi lahan pertanian, sebagaimana ditunjukkan oleh perluasan lahan yang signifikan. Luas perkebunan kelapa sawit di

Kabupaten Rokan Hulu, yang mencakup perkebunan pemerintah, swasta, dan masyarakat, terutama area dengan pohon tua terdegradasi (TTR), mencapai 7.612 hektar pada tahun 2021, mewakili 0,5% dari total luas tanam kelapa sawit di Riau (Dinas Perkebunan Provinsi Riau, 2021).

Budidaya pembibitan kelapa sawit dihadapkan pada beberapa permasalahan yang mengakibatkan upaya budidaya tersebut menjadi terkendala. Salah satu kendala yang menghambat budidaya adalah media tanam. Jenis tanah yang terdapat di Provinsi Riau sebagian besar terdiri dari tanah gambut dan tanah podsolik merah-kuning (PMK). Tanah podsolik dicirikan oleh tingkat keasaman yang tinggi, kadar Al³⁺ yang tinggi, kandungan fosfor yang rendah, kapasitas tukar kation (KTK) yang rendah, dan kekurangan

unsur hara (Rahman, 2019). Pengembangan persemaian sangat penting untuk produksi yang optimal, sehingga pemeliharaan yang memadai, termasuk pemupukan, sangat penting.

Salah satu faktor yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman adalah molibdenum (Mo). Peran molibdenum yang paling dikenal pada tanaman adalah keterlibatannya dalam enzim nitrat reduktase, yang mengubah ion nitrat menjadi ion nitrit (Suryono, 2016). Penelitian Lubis & Wasito (2023) menunjukkan bahwa ketersediaan unsur mikro seperti Mo menurun drastis pada tanah sangat masam, sehingga menghambat aktivitas enzim nitrat *reduktase* dan *nitrogenase* yang berperan dalam metabolisme nitrogen. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian di berbagai tanah podsolik di Indonesia melaporkan bahwa suplementasi Mo dapat meningkatkan penyerapan nitrogen, laju fotosintesis, dan pertumbuhan awal tanaman.

Aplikasi mikoriza pada bibit sawit di tanah masam mampu meningkatkan serapan P, menekan toksisitas Al, memperpanjang sistem perakaran, dan meningkatkan berat biomassa bibit secara signifikan (Yulistiati *et al.*, 2024). Hasil ini dicapai melalui filamen mikoriza yang memperluas area penyerapan nutrisi oleh akar, serta produksi zat glomalin (Warusu *et al.*, 2024). Zat-zat ini telah terbukti mampu meningkatkan penggumpalan partikel tanah dan kapasitas tukar kation (KTK), yang menghasilkan perubahan positif pada karakteristik fisik dan kimia tanah dengan tingkat keasaman tinggi (Herawati *et al.*, 2020). Mikroba tanah mampu menghasilkan dan mengonsumsi asam organik yang berinteraksi dengan ion toksik Al^{3+} dan Fe^{3+} , sehingga mengurangi tingkat keasaman tanah (Jones *et al.*, 2019; Sharma *et al.*, 2025). Proses amonifikasi dan denitrifikasi oleh bakteri tanah juga dilaporkan dapat meningkatkan pH melalui pelepasan ion-ion penetral. Selain itu, aktivitas respirasi mikroba serta eksudat akar turut menyumbang senyawa organik yang meningkatkan pH dan memperbaiki ketersediaan hara (Lei *et al.*, 2023).

Hasil penelitian yang ada menguatkan bahwa tanah podsolik yang masam dan miskin hara memerlukan intervensi berbasis biologi dan unsur mikro. Kombinasi pemberian pupuk mikro Mo dan mikoriza mampu meningkatkan kualitas tanah podsolik untuk pertumbuhan bibit kelapa

sawit di *main nursery*, namun dalam prakteknya belum diketahui pengaruh pemberian pupuk mikro Mo dan mikoriza yang terbaik untuk meningkatkan kualitas tanah podsolik serta pertumbuhan bibit kelapa sawit di *main nursery*.

Bahan dan Metode

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di lahan pembibitan mandiri kelapa sawit Desa Sungai Kumango, Kabupaten Rokan Hulu, Provinsi Riau. Tempat penelitian memiliki ketinggian 70 - 80 mdpl, suhu berkisar $20^{\circ}C$ - $38^{\circ}C$ dengan rata-rata $28^{\circ}C$ dan rata-rata curah hujan mencapai 81,0 - 334,3 mm per tahun. Penelitian ini dimulai dari bulan Oktober 2024 sampai Februari 2025.

Alat dan Bahan

Alat untuk pengamatan lapangan antara lain kamera, ring sample, kantong plastik, spidol, dan alat-alat tulis. Alat yang digunakan di laboratorium untuk analisis unsur hara antara lain *atomic absorption spectrofotometer* (SSA/AAS) (perkin elmer), *flamefotometer*, timbangan analitik, oven (memmert), tabung reaksi, beker, pinset, cawan petri, pipet, tipe x bening dan alat pendukung lainnya.

Bahan penelitian ini adalah kecambah sawit D $\times$ P Tenera yang diperoleh dari Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS), tanah podsolik dari galian sekitar wilayah penelitian Desa Sungai Kumango, polibag ukuran 10 cm $\times$ 14 cm dan 23 cm $\times$ 40 cm herbisida (tandem), insektisida (starban), Pupuk Mo (Na_2MoO_4) yang mengandung Mo 39,72%, 0.169% So_4 (*Nutri Top*), mikoriza yang mengandung spora 600 yang terdiri dari spora *Glomus manihotis*, *Glomus setunicatum*, *Acaulospora*, *Acaulo* spora, dan *Giga* sp. (MZ 2000), KOH 10%, H_2O_2 3%, *Trypan blue* 0,005 %, aquades serta bahan pendukung lainnya.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dalam bentuk faktorial menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Terdiri dari dua faktor, yaitu faktor pertama adalah pemberian dosis Mo dan faktor kedua adalah pemberian dosis mikoriza. Mo: Mo = 0 g.tanaman⁻¹, M1 = 0,3 g.tanaman⁻¹, M2 = 0,6 g.tanaman⁻¹ dan Mikoirza:

D0 = 0 g.tanaman⁻¹, D1= 5 g.tanaman⁻¹, D2 = 50 g.tanaman⁻¹, D3= 75 g.tanaman⁻¹. Kedua faktor tersebut diperoleh 12 kombinasi perlakuan. Masing-masing kombinasi perlakuan terdiri dari 3 ulangan, sehingga diperoleh 36 unit percobaan. Setiap unit percobaan terdiri 2 tanaman, sehingga diperoleh 72 tanaman. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANOVA lalu di uji lanjut dengan BNT pada taraf 5%.

Parameter Pengamatan

Analisis sifat kimia tanah

Analisis kimia tanah dilakukan setelah sampel disiapkan. Analisis ini mengikuti standar teknis yang ditetapkan oleh Balai Penelitian Tanah untuk analisis tanah, tanaman, air, dan pupuk.

Pertambahan tinggi tanaman (cm)

Pertambahan tinggi tanaman dinilai dengan mencari selisih antara tinggi yang tercatat di awal dan akhir. Pengamatan pertama dilakukan pada umur 3 bulan, sedangkan pengamatan terakhir dilakukan pada umur 5 bulan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan pita pengukur dari pangkal batang hingga ujung daun.

Pertambahan jumlah pelepah (pelepah)

Pengamatan pertambahan jumlah pelepah dilakukan dengan menghitung selisih jumlah pelepah pengamatan akhir dengan jumlah pelepah pengamatan awal. Pengamatan awal dilakukan umur bibit 3 bulan dan pengamatan akhir pada umur tanaman 5 bulan. Penghitungan dilakukan dengan menghitung jumlah pelepah yang telah membuka sempurna.

Pertambahan Diameter Bonggol (cm)

Pengamatan pertambahan lingkaran batang dilakukan dengan menghitung selisih lingkaran batang pengamatan akhir dengan lingkaran batang pengamatan awal. Pengamatan awal dilakukan umur 3 bulan dan pengamatan akhir pada umur tanaman 5 bulan. Pengukuran menggunakan meteran dengan mengukur keliling lingkaran batang pada bonggol (pangkal) batang dan diukur pada bagian yang sama pada pengamatan I dan II.

Analisis Infeksi Mikoriza (%)

Analisis di Laboratorium Tanah Fakultas

Pertanian Universitas Riau. Metode staining. Pemberian mikoriza diberikan satu kali saat tanam, kemudian ditutup kembali dengan tanah setebal 1 cm dan disesuaikan dengan masing-masing perlakuan. Rumus persentase infeksi akar mikorisa pada persamaan 1.

$$\text{Akar terinfeksi}(\%) = \frac{\sum \text{Contoh h akar terinfeksi}}{\sum \text{Contoh h seluruh akar yang diamati}} \times 100\%$$

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik tanah podsolik sebelum aplikasi perlakuan

Hasil awal analisis tanah pada Tabel 1 menunjukkan bahwa tanah podsolik memiliki pH 4,35, yang tergolong sangat asam. Tanah ini menunjukkan kadar P, K, N total, dan KTK yang rendah, serta kandungan mikronutrien yang minimal seperti Cu, Zn, Mn, dan B. Temuan ini merupakan ciri khas tanah podsolik merah-kuning, yang dikenal karena kejenuhan basanya yang rendah, kandungan makronutrien (N, P, K, Ca, dan Mg) yang terbatas, dan mikronutrien yang langka. Ciri-ciri ini muncul akibat pencucian ekstensif yang terjadi di wilayah dengan curah hujan tinggi, yang cenderung menghanyutkan hara dan menyebabkan penumpukan ion asam seperti Al dan Fe (Sihaloho *et al.*, 2024).

Tabel 1. Sifat kimia tanah podsolik sebelum perlakuan

Parameter	Satuan	Hasil Analisis	Kriteria
pH		4,35	Sangat masam
C-Organik	%	-	-
N-Total	%	0,11	Rendah
K Total	Mg/100g	4,87	Sangat Rendah
P total	ppm	5,91	Rendah
KTK	Me/100g	9,55	Rendah

Media tanaman yang digunakan adalah tanah podsolik dengan kedalaman tanah 0-10 cm yang dipengaruhi oleh sifat mobile N. Selain diserap oleh tumbuhan, nitrogen pada lapisan permukaan tanah podsolik cenderung mudah hilang melalui proses volatilisasi dan pencucian (*leaching*). Kehilangan nitrogen ini terjadi karena bentuk nitrogen mineral, seperti nitrat

(NO₃⁻), sangat mudah bergerak (*mobile*) pada kondisi tanah podsolik yang bereaksi masam dan memiliki kejenuhan basa rendah, sehingga meningkatkan risiko nitrogen tercuci ke lapisan tanah yang lebih dalam (Effendi 2003 dalam Lestari, 2016). Beberapa studi lapang di provinsi Riau juga melaporkan nilai pH yang masuk kategori masam hingga sangat masam, serta N-total dan P-tersedia yang rendah, sehingga N mineral yang ada cenderung mudah mengalami pemindahan vertikal ke lapisan bawah atau terlarut dalam aliran air dibanding diserap tanaman (Sihaloho *et al.*, 2024; laporan lapangan di Riau, 2023).

Hasil kajian terbaru mengenai sifat kimia tanah podsolik di Provinsi Riau menunjukkan bahwa tanah ini memiliki karakteristik khas lahan masam dengan kesuburan alami yang rendah. Berdasarkan laporan lapangan yang dilakukan oleh Novita (2023) di lokasi percobaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, tanah podsolik pada lapisan atas (0–20 cm) memiliki nilai pH rata-rata sekitar 6,02, dengan kisaran 5,27–6,62, yang tergolong dalam kategori masam hingga agak masam. Kandungan C-organik dilaporkan sebesar 1,12–3,57%, menunjukkan tingkat bahan organik rendah hingga sedang.

Nilai N-total berkisar antara 0,105–0,589%, dengan rata-rata 0,355%, yang mencerminkan ketersediaan nitrogen yang relatif terbatas bagi tanaman. Kandungan P-tersedia rata-rata mencapai 10,93 ppm, dengan variasi antarperlakuan mencapai 11–16 ppm pada kondisi perlakuan tertentu, dan termasuk dalam

kategori rendah hingga sedang menurut kriteria Balai Penelitian Tanah. Sementara itu, kapasitas tukar kation (KTK) dilaporkan berkisar 4,25–11,61 me 100 g⁻¹, dengan rata-rata 8,02 me 100 g⁻¹, yang mengindikasikan kemampuan tanah dalam menahan unsur hara masih tergolong rendah. Kondisi ini menjelaskan mengapa tanah podsolik di Riau umumnya memerlukan tambahan bahan pembenah organik, pemupukan berimbang, dan aplikasi mikoriza untuk memperbaiki efisiensi penyerapan hara dan meningkatkan produktivitas tanaman di lahan masam

Karakteristik tanah podsolik sesudah aplikasi perlakuan

Tabel 2 menunjukkan pH tanah podsolik setelah pemberian perlakuan meningkat dengan rentang nilai 5,62–5,85. Kenaikan pH tersebut sejalan dengan penelitian Zhang *et al.* (2025) bahwa penggunaan biofertilizer berbasis *Bacillus* sp. dan *Trichoderma* sp. dapat meningkatkan sifat kimia tanah, salah satunya pH, melalui aktivitas mikroba yang bekerja memperbaiki ketersediaan hara. Hal serupa dijelaskan oleh Wei *et al.* (2024) bahwa mikroba dalam pupuk hayati dapat mempengaruhi pH tanah melalui berbagai mekanisme biologis, seperti produksi dan konsumsi asam organik yang berinteraksi dengan ion toksik Al³⁺ dan Fe³⁺ sehingga menurunkan kemasaman, proses amonifikasi dan denitrifikasi yang mengubah reaksi tanah, serta aktivitas respirasi mikroba dan eksudat akar yang melepaskan senyawa organik yang mendukung peningkatan pH.

Tabel 2. Sifat kimia tanah podsolik sesudah perlakuan

No	Kode Sampel	pH	N-Total	K-Total	P-Total	KTK
		H ₂ O	(%)	mg.100g ⁻¹	ppm	me.100g ⁻¹
1	M0D0	5,85	0,04	35,82	28,99	5,59
2	M0D1	5,82	0,04	36,62	27,62	6,66
3	M0D2	5,66	0,04	30,10	24,06	7,82
4	M0D3	5,62	0,11	23,88	22,88	7,63
5	M1D0	5,72	0,04	27,19	28,41	12,74
6	M1D1	5,79	0,04	32,96	23,27	8,73
7	M1D2	5,80	0,11	43,10	26,83	10,77
8	M1D3	5,82	0,11	34,64	28,02	9,74
9	M2D0	5,58	0,04	17,61	23,27	10,75
10	M2D1	5,70	0,04	27,72	26,43	11,81
11	M2D2	5,73	0,11	33,02	25,84	10,77
12	M2D3	5,80	0,11	38,93	28,02	12,77

Mikoriza juga berperan penting melalui hifa yang menghasilkan glomalin untuk meningkatkan agregasi dan kapasitas tukar kation (KTK) tanah, sekaligus kemampuannya menyerap Al^{3+} dan Fe^{3+} sehingga mengurangi keasaman. Penelitian Rajagukguk dan Nuraini (2024) turut memperkuat temuan tersebut dengan menunjukkan bahwa kombinasi kompos dan mikoriza mampu memperbaiki kesuburan dan kualitas kimia tanah, termasuk peningkatan pH pada tanah masam.

Nilai pH tertinggi terdapat pada sampel M0D0, yang merupakan tanah tanpa perlakuan. Kondisi ini dapat terjadi karena pada sampel tanpa perlakuan, pH tanah tetap stabil sebab tidak ada faktor eksternal yang menyebabkan asidifikasi tanah, sehingga pH cenderung berada dalam kisaran netral atau sedikit lebih tinggi. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Balik *et al.*, (2015) menunjukkan pada perlakuan tanpa pupuk, perubahan pH tanah berlangsung sangat lambat dibandingkan perlakuan dengan pupuk nitrogen, serta hasil penelitian Singbah (2025) yang menemukan bahwa pH pada tanah tanpa pupuk (kontrol) tetap lebih stabil dibandingkan perlakuan dengan penambahan bahan organik. Hal ini menguatkan bahwa tanah tanpa perlakuan cenderung mempertahankan kestabilan pH karena tidak adanya intervensi eksternal yang memicu perubahan kimia tanah.

Nilai N-total menunjukkan variasi dari 0,04% hingga 0,11% setelah perlakuan. Meskipun tidak menunjukkan peningkatan yang konsisten pada seluruh perlakuan, terdapat peningkatan pada beberapa perlakuan seperti M0D3, M1D2, M1D3, M2D2, dan M2D3. Ini mengindikasikan bahwa kombinasi antara mikoriza dan pupuk molibdenum (Mo) berperan dalam meningkatkan proses mineralisasi nitrogen di dalam tanah. Mikoriza diketahui mampu meningkatkan serapan nitrogen melalui perluasan hifa eksternal yang memperluas zona penyerapan hara serta mempercepat dekomposisi bahan organik, sementara unsur Mo berfungsi sebagai kofaktor enzim *nitrogenase* dan *nitrate reductase*, dua enzim penting dalam proses fiksasi dan reduksi nitrogen. Tersedianya Mo dalam jumlah cukup, aktivitas mikroba penambat N meningkat, yang pada gilirannya memperkaya kandungan N-total tanah. Selain itu, aktivitas mikoriza juga dipengaruhi oleh pH tanah kondisi pH yang relatif stabil pada perlakuan tertentu

mendukung kolonisasi mikoriza dan aktivitas mikroba pengurai, sehingga proses mineralisasi nitrogen dapat berlangsung lebih optimal (Gao., 2023; Pradhan., 2025).

Hasil ini sejalan dengan Zhou *et al.* (2024) yang melaporkan bahwa aplikasi mikoriza bersama unsur mikro seperti Mo dapat meningkatkan N-total tanah melalui peningkatan aktivitas enzim tanah dan efisiensi fiksasi biologis nitrogen. Peningkatan nilai N-total pada beberapa perlakuan menunjukkan adanya sinergi positif antara mikoriza dan pupuk Mo dalam memperbaiki kesuburan tanah melalui peningkatan ketersediaan nitrogen. K-total meningkat secara drastis dari $4,87 \text{ mg.100g}^{-1}$ (sangat rendah) menjadi $17,61 - 43,10 \text{ mg.100g}^{-1}$

Bahkan, sebagian besar perlakuan menghasilkan nilai di atas 30 mg.100g^{-1} , yang tergolong tinggi (Rajmi *et al.*, 2018). Peningkatan kandungan P total dari 5,91 ppm (rendah) menjadi 22,88–28,99 ppm, termasuk dalam kategori cukup hingga tinggi, menandakan bahwa perlakuan efektif dalam meningkatkan ketersediaan fosfor. Peningkatan tertinggi terutama terjadi pada kombinasi M1D2, yang menunjukkan bahwa interaksi antara mikoriza dan pupuk Mo memberikan pengaruh paling besar terhadap peningkatan K dan P tanah.

Mikoriza berperan memperluas jangkauan penyerapan hara serta meningkatkan aktivitas mikroba pelarut fosfat, sementara Mo berfungsi sebagai kofaktor enzim yang mendukung fiksasi nitrogen dan aktivitas enzim fosfatase, yang secara tidak langsung memperbaiki ketersediaan P dan K (Tang, 2022; Rana, 2025). Selain itu, kondisi pH mendekati netral juga berkontribusi karena pada kisaran ini fosfor tidak mudah terikat oleh Al atau Fe, sehingga lebih tersedia bagi tanaman (Barrow, 2023). Peningkatan kandungan K dan P pada perlakuan kombinasi mikoriza dan pupuk Mo menunjukkan adanya efek sinergis yang signifikan terhadap perbaikan kesuburan tanah.

Perlakuan yang mampu memperbaiki pH turut membantu meningkatkan efisiensi pupuk fosfat. KTK awal yang tergolong rendah ($9,55 \text{ mg.100g}^{-1}$) mengalami peningkatan hingga $12,77 \text{ mg.100g}^{-1}$ pada beberapa perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan mampu memperbaiki kemampuan tanah dalam menahan dan menyediakan unsur hara. Peningkatan ini

lebih dipengaruhi oleh pemberian mikoriza dibandingkan pupuk Mo. Mikoriza diketahui dapat meningkatkan agregasi tanah dan menghasilkan senyawa seperti glomalin yang berperan memperbaiki struktur tanah serta meningkatkan muatan koloid yang berkontribusi terhadap KTK (Rillig *et al.*, 2015; Lehmann *et al.*, 2020).

Pertambahan tinggi tanaman

Kombinasi pemberian Mo dengan mikoriza berbeda tidak nyata terhadap pertambahan tinggi tanaman kelapa sawit. Hal ini karena respon kombinasi Mo dengan mikoriza dipengaruhi oleh dosis yang diberikan, interaksi

dengan pupuk lain, waktu pengamatan, serta kondisi media tanam. Sama dengan penelitian Doni *et al.*, (2025) yang melaporkan bahwa interaksi antara mikoriza arbuskular dan pupuk NPKMg pada fase *praseedling* tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan kelapa sawit, kecuali pada dosis tertentu yang optimal. Sejalan dengan hasil penelitian Hutasoit dan Andri (2022) menunjukkan kombinasi pupuk hayati mikoriza 20 g.tanaman⁻¹ dan pupuk NPKMg 45 g.tanaman⁻¹ memberikan pertumbuhan terbaik pada bibit kelapa sawit di main nursery pada media podsolik merah kuning.

Tabel 3. Pertambahan tinggi tanaman kelapa sawit dengan pemberian hara mikro Mo dan mikoriza di *main nursery* pada media podsolik

Mo (g.tanaman ⁻¹)	Mikoriza (g.tanaman ⁻¹)				Rerata Mo
	0	25	50	75	
0	39,00 ± 8,76 a	46,00 ± 4,09 a	37,50 ± 10,64 a	39,33 ± 6,25 a	40,46 ± 7,51 a
0,3	45,00 ± 5,77 a	38,66 ± 4,51 a	40,33 ± 6,25 a	47,00 ± 11,53 a	42,75 ± 7,31 a
0,6	36,00 ± 6,56 a	29,66 ± 3,82 a	45,16 ± 1,89 a	44,83 ± 4,54 a	38,91 ± 7,79 a
Rerata Mikoriza	40,00 ± 7,35 a	38,11 ± 7,94a	41,00 ± 7,09 a	43,73 ± 7,74 a	

Keterangan : Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti dengan huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji jarak berganda BNT pada taraf 5%.

FMA dapat mengatur konsentrasi endogen auksin dan sitokinin pada tanaman inang, yang berkontribusi pada diferensiasi dan perpanjangan sel akar, serta meningkatkan toleransi terhadap stres abiotik (Liu, 2023). Hormon auksin membantu mempercepat pertumbuhan akar dan batang, mempercepat perkecambahan, mendukung pembelahan sel, mempercepat pematangan buah, dan mengurangi jumlah biji dalam buah. Penambahan mikronutrien Mo dapat meningkatkan pertumbuhan pohon kelapa sawit. Mo berperan sebagai mikronutrien vital dalam siklus nitrogen, yang penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, terutama dalam hal tinggi badan.

Pertambahan jumlah pelepah

Campuran Mo dan mikoriza tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan jumlah pelepah pada tanaman kelapa sawit. Hal ini disebabkan karena dari hasil analisis tanah (Tabel 2), dimana terjadi peningkatan pH, P-total, K-total, serta KTK setelah perlakuan, namun kadar N-total masih sangat rendah yaitu hanya berkisar 0,04–0,11%.

Ketersediaan nitrogen yang rendah ini diduga menjadi faktor pembatas pembentukan pelepah baru, dimana nitrogen merupakan unsur utama penyusun jaringan daun. Temuan ini sejalan dengan penelitian Doni *et al.*, (2025), yang menemukan bahwa penggunaan mikoriza bersamaan dengan pupuk NPKMg tidak secara konsisten menghasilkan perubahan signifikan pada pertumbuhan vegetatif kelapa sawit pada tahap awal.

Unsur hara mikro Mo memang berperan vital dalam metabolisme nitrogen sebagai kofaktor enzim *nitrogenase* dan nitrat *reduktase* sehingga berpotensi meningkatkan efisiensi pemanfaatan nitrogen (Zahedi, 2024). Namun, Mo tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap pertambahan jumlah pelepah pada penelitian ini kemungkinan karena Mo belum tersedia optimal bagi tanaman. Pada tanah masam seperti Podsolik, Mo cenderung teradsorpsi kuat oleh oksida Fe dan Al sehingga keberadaannya dalam bentuk molibdat yang dapat diserap akar masih rendah meskipun Mo telah diberikan (Gupta dan Lipsett, 2024).

Tabel 4. Pertambahan jumlah pelepah tanaman kelapa sawit dengan pemberian hara mikro Mo dan mikoriza di *main nursery* pada media podsolik

Mo (g ⁻¹ .tanaman)	Mikoriza (g ⁻¹ .tanaman)				Rerata Mo
	0	25	50	75	
0	4,7 ± 0,8 a	4,3 ± 0,6 a	4,2 ± 0,6 a	4,2 ± 0,3 a	4,3 ± 0,5 a
0,3	4,5 ± 0,0 a	3,2 ± 0,3 a	4,5 ± 0,5 a	4,5 ± 0,9 a	4,2 ± 0,7 a
0,6	3,7 ± 0,8 a	3,7 ± 0,8 a	4,7 ± 0,8 a	4,3 ± 0,8 a	4,1 ± 0,8 a
Rerata Mikoriza	4,3 ± 0,7 a	3,7 ± 0,7 a	4,4 ± 0,6 a	4,3 ± 0,6 a	

Keterangan : Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti dengan huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji jarak berganda BNT pada taraf 5%.

Pertambahan diameter bonggol

Kombinasi pemberian Mo dan mikoriza berbeda tidak nyata terhadap pertambahan diameter bonggol tanaman kelapa sawit. Hal ini kemungkinan besar terkait dengan kadar N-total tanah yang sangat rendah (0,04–0,11 %) seperti ditunjukkan pada Tabel 2, karena nitrogen sangat penting dalam pembentukan jaringan vegetatif dan pelebaran bonggol. Kekurangan N akan membatasi laju fotosintesis serta distribusi

asimilat ke batang, sehingga diameter batang tidak tumbuh signifikan. Selain itu, perubahan diameter batang membutuhkan waktu lebih lama untuk muncul dibandingkan parameter seperti tinggi tanaman atau jumlah daun. Lebih jauh, dalam kondisi N terbatas berdampak pada simbiosis mikoriza menjadi kurang menguntungkan atau bahkan kompetitif, karena jamur dan tanaman bersaing untuk N bisa mengalahkan manfaat pertumbuhan (Crawford *et al.*, 2016).

Tabel 5. Pertambahan diameter bonggol tanaman kelapa sawit dengan pemberian hara mikro Mo dan mikoriza di *main nursery* pada media podsolik

Mo (g ⁻¹ .tanaman)	Mikoriza (g ⁻¹ .tanaman)				Rerata Mo
	0	25	50	75	
0	14,17 ± 5,80 a	13,83 ± 8,62 a	8,83 ± 1,26 a	12,33 ± 5,20 a	12,29 ± 5,45 a
0,3	7,16 ± 3,21 a	7,00 ± 0,50 a	13,00 ± 5,41 a	11,17 ± 8,01 a	9,58 ± 5,12 a
0,6	9,00 ± 4,77 a	4,50 ± 2,78 a	15,33 ± 5,51 a	8,50 ± 5,77 a	9,33 ± 5,79 a
Rerata Mikoriza	10,11 ± 5,15 a	8,44 ± 6,17 a	12,39 ± 4,84 a	10,67 ± 5,83 a	

Keterangan : Angka-angka pada kolom dan baris yang diikuti dengan huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji jarak berganda BNT pada taraf 5%.

Hasil penelitian lain juga menunjukkan bahwa aplikasi mikoriza pada bibit kelapa sawit meningkatkan serapan hara, tetapi tidak selalu diikuti dengan pertumbuhan diameter batang yang signifikan (Sipayung *et al.*, 2022). Hasil penelitian Ali *et al.* (2021) menunjukkan bahwa walaupun pemberian mikoriza memperbaiki status hara tanah masam, pertumbuhan vegetatif batang tanaman masih tidak berbeda nyata tanpa dukungan ketersediaan N yang cukup. Kondisi ini menjelaskan kenapa meskipun mikoriza meningkatkan penyerapan hara, efeknya pada pertambahan diameter batang mungkin minimal. Lebih dari itu, penelitian model dan lapangan menunjukkan bahwa ketersediaan N yang rendah secara langsung membatasi biomassa dan pertumbuhan jamur mikoriza artinya meskipun inokulasi mikoriza dilakukan, pertumbuhan

jamur mungkin tidak optimal tanpa pasokan N memadai (Treseder dan Lehmann, 2021).

Analisis infeksi mikoriza

Infeksi mikoriza tertinggi terjadi pada kombinasi pemberian Mo 0,6 g·tanaman⁻¹ dengan mikoriza 25 dan 75 g·tanaman⁻¹. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah mikoriza yang diberikan, maka tingkat infeksi mikoriza pada akar juga meningkat. Namun, pada aplikasi mikoriza 50 g·tanaman⁻¹ terlihat adanya penurunan rerata infeksi dibandingkan dosis 25 dan 75 g·tanaman⁻¹, yang menandakan bahwa respons infeksi mikoriza tidak selalu linier terhadap peningkatan dosis, kemungkinan dipengaruhi oleh interaksi antara Mo dan jumlah mikoriza. Kondisi ini kemungkinan dipengaruhi oleh interaksi antara Mo dan jumlah mikoriza,

karena variasi tingkat kolonisasi FMA dapat menghasilkan respons tanaman yang tidak linier (Harrower & Gilbert, 2021) dan penambahan Mo dilaporkan dapat memodifikasi kolonisasi serta

interaksi FMA dengan tanaman sehingga efek inokulum dapat berbeda pada setiap dosis (Shi *et al.*, 2020).

Tabel 6. Analisis infeksi mikoriza tanaman kelapa sawit dengan pemberian hara mikro Mo dan mikoriza di *main nursery* pada media podsolik

Mo (g ⁻¹ .tanaman)	Mikoriza (g ⁻¹ .tanaman)				Rerata Mo
	0	25	50	75	
0	55	65	60	75	63,5
0,3	70	65	70	70	68,75
0,6	65	85	75	85	77,5
Rerata Mikoriza	63,33	71,66	68,33	76,67	

Tabel 6 juga menunjukkan bahwa pemberian faktor utama FMA dosis tertinggi (75 g.tanaman⁻¹) menghasilkan nilai infeksi mikoriza tertinggi sebesar 76,67 g.tanaman⁻¹. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan dosis FMA secara langsung meningkatkan tingkat infeksi mikoriza pada akar bibit kelapa sawit. Infeksi yang tinggi ini mengindikasikan aktivitas mikoriza yang optimal dalam bersimbiosis dengan akar, sehingga potensi peningkatan penyerapan nutrisi dan pertumbuhan akar juga lebih besar.

FMA dapat terhubung dengan hampir 90% jenis tanaman. Setiap jenis tanaman juga dapat terhubung dengan beberapa jenis FMA. Namun, faktor penting yang perlu dipertimbangkan saat menggunakan FMA untuk tanaman muda adalah tidak semua jenis tanaman menunjukkan hasil yang menguntungkan dari introduksi FMA; hal ini sangat bergantung pada seberapa besar tanaman tersebut bergantung pada hubungan mikoriza (Damayanti *et al.*, 2015).

Penggunaan mikoriza juga meningkatkan laju infeksi akar mikoriza pada pohon kelapa sawit. Delvian (2005) mencatat bahwa peningkatan infeksi mikoriza pada akar sangat berkaitan dengan nutrisi tanah yang buruk. Peningkatan infeksi akar ini diyakini merupakan hasil dari kemitraan yang menguntungkan antara mikoriza dan tanaman, yang mendukung pertumbuhan mereka. Mikoriza berinteraksi dengan akar tanaman, membentuk hubungan yang saling menguntungkan yang meningkatkan laju infeksi mikoriza.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa karakteristik tanah podsolik setelah aplikasi perlakuan terjadi peningkatan sifat kimia tanah meliputi N total, K total, P total dan KTK tanah pada perlakuan Mo dan mikoriza pada berbagai kombinasi perlakuan. Interaksi unsur hara mikro Mo dan mikoriza serta pengaruh masing-masing faktor utamanya tidak berpengaruh terhadap parameter pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah pelepah dan diameter batang. Infeksi mikoriza tertinggi terjadi pada kombinasi pemberian Mo 0,6 g.tanaman⁻¹ dengan mikoriza 75 g.tanaman⁻¹.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Dosen, Staf dan Rekan-rekan Mahasiswa Pascasarjana Program Studi Ilmu Pertanian Universitas Riau.

Referensi

Referensi

- Ali, Q., M. A. Iqbal, S. Ahmad, & A. Hussain. (2021). Arbuscular mycorrhizal fungi improve nutrient uptake, growth and yield of crops under acidic soil conditions. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. Vol 21 No 2.
- Balik, J., Černý, J., Kulhánek, M., & Sedlář, O. (2015). Soil pH changes in long-term field experiments with different fertilizing systems. *Soil and Water Research*. Vol 10 No 1. 1–7. 10.17221/7/2014-SWR

- Barrow, N. J. (2023). The effects of pH on nutrient availability depend on both soil and plant factors. *Plant and Soil*. Vol 489 No 1. 45–58. 10.1007/s11104-023-05960-5
- Crawford, J. W., S. J. Ström & D. A. Johnson. (2016). Plant–fungus competition for nitrogen erases mycorrhizal growth benefits of *Andropogon gerardii* under limited nitrogen supply. *New Phytologist*. Vol 209 No 3. 1109–1117. 10.1002/ece3.2207
- Damayanti, N. D., Rini, M. V., & Evizal, R. (2015). Respon pertumbuhan kelapa sawit bibit (*Elaeis guineensis* Jacq.) terhadap jenis fungi mikoriza arbuskula pada dua tingkat pemupukan NPK. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 15(1), 33–40. <https://doi.org/10.25181/jppt.v15i1.109>
- Dinas Perkebunan Provinsi Riau. (2021). Data Luas Areal, Produksi dan Produktivitas. <https://disbun.riau.go.id/include/archive/files/download/dataperkebunan.pdf>. Diakses pada tanggal 25 Januari 2022.
- Dinas Perkebunan Provinsi Riau. 2025. Dataset Jumlah Benih Bersertifikat Perkebunan yang Tersedia (Tahun 2023-2025). Diakses Tanggal (27 Oktober 2025) <https://disbun.riau.go.id/dataset/jumlah-benih-bersertifikat-perkebunan-yang-tersedia>
- Doni, B., & Yama, D. I. (2025). Application of Arbuscular Mycorrhiza and Various Doses of NPKMg Fertilizer (15: 15: 6: 4) in Pre-Nursery Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). *SEMAI: Journal of Scientific Exploration of Modern Agrotechnological Innovations*, 1(1), 15–23. <https://ejurnal.polnep.ac.id/index.php/semai/article/view/1061>
- Gao, S. (2023). Biochar co-compost improves nitrogen retention and soil health through enhanced microbial activity. *Frontiers in Soil Science*. 3: 1214. 10.1111/gcbb.13028
- Gupta, U. C. and Lipsett, J. (2024). Molybdenum in soils, plants, and animals. *Advances in Agronomy*. Vol 172. 45–89. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60885-8](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60885-8)
- Harrower, J. T., & Gilbert, G. S. (2021). Parasitism to mutualism continuum for Joshua trees inoculated with different communities of arbuscular mycorrhizal fungi from a desert elevation gradient. *PLoS One*, 16(8), e0256068. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256068>
- Herawati, A., Syamsiyah, J., Mujiyo, M., & Rochmadtulloh, M. (2020). Pengaruh Aplikasi mikoriza dan bahan pembenah terhadap sifat kimia dan serapan fosfor di tanah pasir. *soilrens*, 18(2). <https://doi.org/10.24198/soilrens.v18i2.32074>
- Hutasoit, I. dan Andri, A. (2022). Pengaruh pemupukan terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit. *Jurnal Agronomi Tropika*. 12(2), 45–52. <https://repository.uir.ac.id/25861/>
- Jones, D. L., Nguyen, C., & Finlay, R. D. (2019). Carbon flow in the rhizosphere: carbon trading at the soil–root interface. *Plant and Soil*. 321, 5–33. 10.1007/s11104-009-9925-0
- Kuzyakov, Y., & Blagodatskaya, E. (2015). Microbial hotspots and hot moments in soil: Concept & review. *Soil Biology & Biochemistry*. 83: 184–199. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2015.01.025>
- Lehmann, A., Zheng, W., & Rillig, M. C. (2020). Soil biota contributions to soil aggregation. *Nature Ecology dan Evolution*. Vol 4 No 12.1661–1668. <https://doi.org/10.1038/s41559-020-01345-3>
- Lei, X., Shen, Y., Zhao, J., Huang, J., Wang, H., Yu, Y., & Xiao, C. (2023). Root exudates mediate the processes of soil organic carbon input and efflux. *Plants*, 12(3), 630. <https://doi.org/10.3390/plants12030630>
- Lestari, D., Nurhasanah & Rini, P. (2022). Kajian morfologi dan sistem perakaran kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) pada berbagai kondisi tanah gambut. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. Vol 11 No 2. 45–53.
- Liu, R., Yang, L., Zou, Y., & Wu, Q. (2023). Root-associated endophytic fungi modulate endogenous auxin and cytokinin

- levels to improve plant biomass and root morphology of trifoliolate orange. *Horticultural Plant Journal*, 9(3), 463-472.
<https://doi.org/10.1016/j.hpj.2022.08.009>
- Lubis, N., & Wasito, M. (2023, April). Analisa Unsur Hara Tanah Akibat Pemberian Ekoenzim Pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). In *Scenario (Seminar of Social Sciences Engineering and Humaniora)* (pp. 149-156). <https://jurnal.pancabudi.ac.id/index.php/scenario/article/view/4512>
- Novita, R. (2023). *Sifat Kimia Tanah Podsolik Merah Kuning Pada Pemberian Dosis Biochar Sekam Padi Dengan Penambahan Pupuk Organik Limbah Ikan* (Doctoral Dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau).
- Rahman, I. (2019). Perubahan Hara Makro Tanah (N, P, Dan K) Podsolik Merah Kuning (Pmk) Yang Diberi Kompos Kulit Durian. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim. Pekanbaru.
- Rajagukguk, R. N., & Nuraini, Y. (2024). Pemanfaatan Kompos Dan Mikoriza Untuk Memperbaiki Kesuburan Tanah, Pertumbuhan Serta Produksi Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata*). *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 11(1), 49-57. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2024.011.1.6>
- Rajmi, S. L., Margaretha, M., & Refliati, R. (2018). peningkatan ketersediaan P ultisol dengan pemberian fungi mikoriza arbuskular. *Jurnal Agroecotania: Publikasi Nasional Ilmu Budidaya Pertanian*, 1(2), 42-48. <https://doi.org/10.22437/agroecotania.v1i2.6340>
- Sihaloho, E. P., Afany, M. R., & Peniwiratri, L. (2024). Kajian beberapa sifat kimia tanah podsolik merah kuning pada lahan perkebunan kelapa sawit berbeda umur di Sei Daun, Kabupaten Labuhanbatu Selatan, Sumatera Utara. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. Vol 11 No 1. 151-160. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2024.011.1.17>
- Singbah, P. T. (2024). Long-term Organic and Inorganic Fertilization Affect Soil pH, Humus Carbon Fractions, and Crop Yield in Three Soil Types. Available at SSRN 5117633.
https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=5117633
- Suryono, E. (2016). Analisis Nitrat Reduktase Secara “In-Vivo” Pada Tanaman Jagung, Kacang Hijau, Tebu, Uwi Dan Cabai. *Integrated Lab Journal*, 4(1). <https://ejournal.uin-suka.ac.id/pusat/integratedlab/article/view/1533/1236>
- Tang, H., Hassan, M. U., Feng, L., Nawaz, M., Shah, A. N., Qari, S. H., ... & Miao, J. (2022). The critical role of arbuscular mycorrhizal fungi to improve drought tolerance and nitrogen use efficiency in crops. *Frontiers in Plant Science*, 13, 919166.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2022.919166>
- Treseder, K. K. & J. Lehmann. (2021). Direct nitrogen and phosphorus limitation of arbuscular mycorrhizal fungi: a model and field test. *Ecology Letters*. 24(3): 677–687. 10.1046/j.1469-8137.2002.00470.x
- Waruwu, A. B. S., Mendrofa, P. K. T., & Lase, N. K. (2024). Kajian Literatur: Jamur Mikoriza Sebagai Mitra Mikroorganisme Yang Meningkatkan Serapan Nutrisi Tanaman. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*, 1(2), 170-176. <https://doi.org/10.62951/hidroponik.v2i1.237>
- Wei, X., B. Xie, C. Wan, R. Song, W. Zhong, S. Xin, & K. Song. (2024). Enhancing soil health and plant growth through microbial fertilizers: Mechanisms, benefits, and sustainable agricultural practices. *Agronomy*. MDPI. Vol 14 No 3. 609. <https://doi.org/10.3390/agronomy14030609>
- Yulistiati, N., Rudi, H., Adilla, A., Arpandi, P., & Edy, M. (2024). Enhancement Phosphorus Nutrient Uptake And Quality Palm Oil Seedling (*Elaeis Guineensis* Jacq.) On Mycorrhizal Planting Media. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 147(3), 108-116.
<https://doi.org/10.3390/agronomy15071572>

- Zhang, X., L. Zhang, J. Liu, Z. Shen, Z. Liu, H. Gu, X. Hu, Z. Yu, Y. Li, J. Jin, & G. Wang. (2025). Biofertilizers enhance soil fertility and crop yields through microbial community modulation. *Agronomy*. MDPI. Vol 15 No 7. 1572.
- Zhou, X., Li, Y., Wang, Q. & Chen, Y. (2024). Synergistic effects of arbuscular mycorrhizal fungi and molybdenum fertilization on soil nitrogen availability and enzyme activities in maize rhizosphere. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. Vol 24 No 3. 1423–1436.