

MONITORING INFEKSI AKAR DAN JUMLAH SPORA MIKORIZA PADA BIBIT DAN TANAMAN KELAPA SAWIT MENGHASILKAN (TM) DI SUMATERA UTARA

Fatimah Nur Istiqomah^{1*}, Praditya Rizqi Novanto¹, dan Sahru Ananda Ramadhan¹

Abstrak - Mikoriza merupakan mikroorganisme yang bermanfaat bagi tanaman kelapa sawit. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui infeksi akar dan jumlah spora mikoriza sebelum dan setelah aplikasi mikoriza pada bibit dan tanaman kelapa sawit menghasilkan. Terdapat 2 perlakuan di pembibitan yaitu; kontrol tanpa mikoriza dan mikoriza dosis 20 g/polybag di *pre nursery* + 30 g/polybag di *main nursery* dan di tanaman menghasilkan (TM 1) yaitu; kontrol tanpa mikoriza dan mikoriza dosis 200 g/pokok. Monitoring infeksi akar dan jumlah spora mikoriza dilakukan sebelum aplikasi dan 12 bulan setelah aplikasi mikoriza. Infeksi akar pada bibit kelapa sawit pada perlakuan mikoriza adalah 100% dan pada perlakuan tanpa mikoriza adalah 6,66%. Infeksi akar pada tanaman kelapa sawit menghasilkan (TM 1) sebelum aplikasi mikoriza adalah 6,66%, kemudian 12 bulan setelah aplikasi mikoriza menjadi 63% dan pada perlakuan tanpa mikoriza 2%. Jumlah spora pada tanah di pembibitan sebelum aplikasi mikoriza adalah 25 spora/10 g, jumlah spora tersebut meningkat setelah 12 bulan aplikasi mikoriza yaitu menjadi 436 spora/10 g pada perlakuan mikoriza dan 53 spora/10 g pada perlakuan tanpa mikoriza. Jumlah spora pada (TM 1) sebelum aplikasi mikoriza adalah 52 spora/10 g, jumlah spora tersebut juga meningkat setelah 12 bulan aplikasi mikoriza menjadi 364 spora/10 g pada perlakuan mikoriza dan 129 spora/10 g pada perlakuan tanpa mikoriza.

Kata kunci: akar, hifa, spora, tanah

PENDAHULUAN

Mikoriza merupakan mikroorganisme yang bermanfaat bagi tanaman, salah satunya kelapa sawit. Aplikasi mikoriza di pembibitan kelapa sawit mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif bibit (Hazra et al., 2023), meningkatkan penyerapan hara P, meningkatkan mikroba tanah, dan respirasi tanah (Hazra et al., 2024), serta meningkatkan ketahanan bibit terhadap jamur *Ganoderma* (Istiqomah et al., 2024). Monitoring infeksi akar mikoriza pada tanaman perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat kolonisasi akar pada tanaman tersebut. Aplikasi mikoriza 5 – 20 g/polybag pada bibit kelapa sawit *pre nursery* menunjukkan infeksi akar mikoriza 55 – 70% (Yuliatri,

2023). Aplikasi mikoriza 30 g saat penanaman kecambah di *pre nursery* menunjukkan infeksi akar mikoriza 77,6% pada umur 3 bulan dan tambahan dosis 40 g pada saat *transplanting* ke *main nursery* menunjukkan infeksi akar mikoriza 85,8% pada umur 12 bulan (Istiqomah & Novanto, 2023).

Monitoring jumlah spora mikoriza juga perlu dilakukan untuk mengetahui perkembangan kepadatan spora pada media tanam yang digunakan. Jumlah spora mikoriza pada bibit kelapa sawit umur 3 bulan yang diaplikasikan mikoriza 20 g/polybag di *pre nursery* adalah 71 spora/10 g (Hazra et al., 2023). Jumlah spora mikoriza pada bibit kelapa sawit umur 12 bulan yang diaplikasikan mikoriza 20 g/polybag di *pre nursery* + 30 g/polybag di *main nursery* adalah 50 spora/10 g (Istiqomah et al., 2024). Monitoring jumlah spora mikoriza pada tanaman kelapa sawit menghasilkan yang diaplikasikan mikoriza di piringan atau pokok sawit belum banyak dikaji. Hendarjanti & Sukorini (2022) menyebutkan jumlah spora mikoriza pada tanaman kelapa sawit menghasilkan TM 1 hingga TM 4 cenderung meningkat, yaitu dari rata-rata

Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Fatimah Nur Istiqomah^{1*} (✉)
PT Anugerah Sarana Hayati
Email: fatimahnuristiqomah2@gmail.com

¹ PT Anugerah Sarana Hayati, Divisi TIC Saraswanti Group, Bogor

< 100 spora/100 g menjadi rata-rata 700 spora/100 g, tetapi aplikasi mikoriza dilakukan di *main nursery* dengan dosis 25 – 75 g/polybag dan di *planting hole* 250 g/pokok.

Aplikasi mikoriza pada kelapa sawit umumnya dilakukan mulai dari fase pembibitan, dimana akar masih muda sehingga mikoriza mudah penetrasi ke dalam akar dan membentuk simbiosis mutualisme. Penelitian dan penerapan aplikasi mikoriza pada tanaman kelapa sawit menghasilkan belum banyak dilakukan, karena akar kelapa sawit sudah berkayu dan perkembangan akar sudah meluas di sekitar piringan hingga ke dalam tanah. Pada tanaman menghasilkan dibutuhkan dosis mikoriza yang lebih banyak untuk meningkatkan jumlah spora/inokulum mikoriza, sehingga diharapkan dapat meningkatkan probabilitas infeksi akar mikoriza. Penelitian Firlana (2024) menyebutkan aplikasi mikoriza (*Glomus manihotis* 651 spora/10g, *Glomus intraradices* 133 spora/10g, *Glomus Aggregatum* 95 spora/10g, *Acaulospora* sp. 215 spora/10g dan *Gigaspora* sp. 212 spora/10g) dosis 300 g/pokok pada tanaman kelapa sawit umur 1 tahun menunjukkan infeksi mikoriza sebesar 18%, nilai infeksi akar ini masih tergolong rendah. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan infeksi akar dan jumlah spora mikoriza yang diaplikasikan di pembibitan dan di tanaman kelapa sawit menghasilkan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan selama 15 bulan pada bulan Agustus 2023 sampai Desember 2024, berlokasi di pembibitan dan kebun kelapa sawit swasta di Kecamatan Dolok Masihul, Kabupaten Serdang Bedagai, Sumatra Utara. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *polybag*, cangkul, cawan petri, saringan bertingkat ukuran 63 µm, 125 µm, dan 250 µm, preparat, cover glass, pinset spora dan mikroskop. Bahan yang digunakan adalah kecambah kelapa sawit varietas D x P Socfin, pupuk hayati mikoriza Fumyco (250 spora/10 g), pupuk kimia sesuai SOP kebun, serta bahan pewarna akar seperti KOH 10% (w/v), HCl 2% (v/v), dan larutan trypan blue.

Rancangan percobaan di bibitan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua perlakuan yaitu; kontrol tanpa mikoriza dan mikoriza dosis 20 g/pokok di *pre nursery* + 30 g/polybag di *main nursery*. Setiap perlakuan diulang sebanyak 100

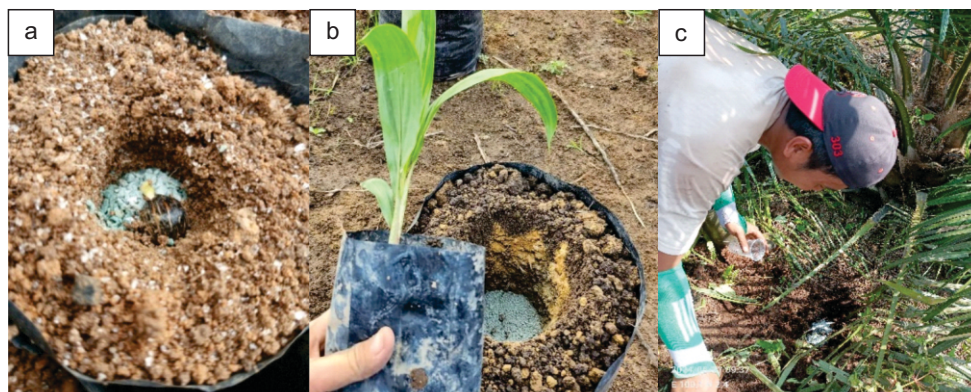
polybag, sehingga terdapat 200 satuan percobaan. Pengamatan dilakukan secara sampling sebanyak 10 *polybag*/perlakuan. Rancangan percobaan pada tanaman menghasilkan (TM 1) menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua perlakuan yaitu; kontrol tanpa mikoriza dan mikoriza dosis 200 g/pokok. Setiap perlakuan diulang sebanyak 100 pokok, sehingga terdapat 200 satuan percobaan. Pengamatan dilakukan secara sampling sebanyak 10 *polybag*/perlakuan.

Aplikasi Mikoriza pada Bibitan dan Tanaman Kelapa Sawit Menghasilkan (TM 1)

Aplikasi mikoriza pada pembibitan *pre nursery* dilakukan dengan cara membuat lubang tanam di *polybag* sedalam 10-15 cm, mikoriza dosis 20 g ditaburkan ke dalam lubang tanam tersebut, kemudian kecambah kelapa sawit diletakkan di atas taburan mikoriza. Radikula kecambah harus kontak dengan mikoriza, kemudian media tanam ditutup kembali (Gambar 1a). Aplikasi mikoriza pada *main nursery* dilakukan dengan menaburkan mikoriza 30 g di dasar lubang tanam *polybag* besar, kemudian bibit dari *polybag* kecil dipindahkan *polybag* yang telah diberi mikoriza, kemudian lubang tanam ditutup kembali (Gambar 1b). Aplikasi mikoriza di tanaman kelapa sawit menghasilkan diberikan di 6 titik sekitar piringan dengan jarak 100 cm dari pokok sawit. Tanah digali sedalam kurang lebih 20 cm kemudian mikoriza dosis 200 g diberikan di lubang tersebut (setiap titik 33 g) kontak dengan akar, kemudian lubang tanam ditutup kembali (Gambar 1c).

Pengambilan Sampel Tanah dan Akar pada Bibit dan Tanaman Kelapa Sawit Menghasilkan (TM 2)

Pengambilan sampel tanah dan akar dilakukan pada bibit dan tanaman kelapa sawit 12 bulan setelah aplikasi mikoriza. Pengambilan sampel pada bibit dilakukan dengan menyobek *polybag*, kemudian diambil sampel akar serabut dan sampel tanah sebanyak 250 g (Gambar 2a). Pengambilan sampel pada tanaman kelapa sawit menghasilkan (TM 2) dilakukan dengan cara membuat 4 titik berjajar 100 cm dari pokok sawit, kemudian dibuat kotak dengan luas 20 cm x 20 cm. Pada kotak tersebut digali dengan kedalaman 20 cm, kemudian diambil sampel tanah dan akar sekunder sebanyak 250 g/titik. Setiap titik



Gambar 1. Aplikasi mikoriza pada bibit *pre nursery* (a), *main nursery* (b), dan tanaman kelapa sawit menghasilkan (c)



Gambar 2. Pengambilan sampel akar dan tanah pada bibit kelapa sawit (a) dan tanaman kelapa sawit menghasilkan (b)

dikompositkan, kemudian sampel diambil 250 g/pokok (Gambar 2b).

Menghitung Infeksi Akar Mikoriza

Akar tanaman kelapa sawit kurang lebih 50 cm diwarnai menggunakan metode Rajapakse & Miller (1992), akar direndam dalam larutan KOH 10 % (w/v) selama 24 jam, selanjutnya akar dicuci di bawah air mengalir untuk menghilangkan sisa KOH yang menempel. Akar kemudian dimasukkan dalam larutan HCl 1% (v/v) selama 10 menit. Akar kemudian direndam dalam larutan *trypan blue* selama 24 jam. Akar dibuat preparat dengan cara menyusun 10 potong akar ukuran 1 cm di atas preparat dan ditutup dengan *cover glass*, kemudian diamati menggunakan mikroskop. Perhitungan infeksi akar mikoriza

dilakukan dengan menghitung banyaknya helai akar yang terinfeksi mikoriza (terdapat salah satu tanda adanya hifa/miselium/spora) dalam 1 preparat. Infeksi akar mikoriza dihitung dengan rumus :

$$\text{Infeksi akar} = \frac{\text{Jumlah akar yang terinfeksi mikoriza}}{\text{Total helai akar yang diamati dalam preparat}} \times 100\%$$

Menghitung Jumlah dan Jenis Spora Mikoriza

Sampel tanah ditimbang sebanyak 10 g, kemudian dilakukan penyaringan spora menggunakan metode tuang saring basah Brundrett et al. (1996). Sampel mikoriza dimasukkan dalam gelas ukur, ditambahkan air, kemudian diaduk dan dituangkan dalam saringan bertingkat di bawah air kran mengalir. Spora yang tersaring pada saringan berukuran 125 µm dan 63 µm

dikumpulkan dalam cawan petri untuk dilihat menggunakan mikroskop. Perhitungan spora dapat dilakukan dengan menghitung banyaknya jumlah spora yang ditemukan dalam cawan petri. Kepadatan spora dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Jumlah spora} = \frac{\text{jumlah spora}}{\text{berat sampel tanah yang dianalisis}}$$

Spora diletakkan pada gelas preparat, kemudian dipecahkan secara hati-hati dengan cara menekan

kaca penutup preparat menggunakan ujung lidi. Preparat spora diamati di bawah mikroskop, kemudian diidentifikasi secara morfologi berdasarkan bentuk, ukuran, warna, dan dinding spora (Nusantara et al 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan infeksi akar dan jumlah spora oleh mikoriza yang ditemukan pada bibit kelapa sawit umur 12 bulan dapat dilihat pada Tabel 1 dan umur TM 2 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Infeksi akar dan jumlah spora mikoriza pada bibit kelapa sawit umur 12 bulan

Perlakuan	Infeksi Akar (%)**	Spora /10 g*	Jenis Spora
Kontrol	6.66 b	53 b	<i>Glomus</i> sp2, <i>Glomus</i> sp4, <i>Acaulospora</i> sp1, <i>Acaulospora</i> sp4
Mikoriza	100 a	436 a	<i>Glomus</i> sp1, <i>Glomus</i> sp3, <i>Glomus</i> sp4, <i>Acaulospora</i> sp2, <i>Acaulospora</i> sp3

*Keterangan: Huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf α 5%

**Kriteria = kurang dari 5% sangat rendah, 6 – 25% rendah, 26 – 50% sedang, 51 – 75% tinggi, dan > 75% sangat tinggi (Rajapakse & Miller, 1992).

Infeksi akar mikoriza pada bibit kelapa sawit umur 12 bulan yang diaplikasikan mikoriza adalah 100% (sangat tinggi) dan jumlah spora 436 spora/10 g. Hasil tersebut lebih tinggi dibandingkan perlakuan kontrol yang hanya memiliki nilai infeksi akar 6,66% (rendah) dengan jumlah spora 53 spora/10 g. Infeksi akar tersebut membuktikan telah terjadi simbiosis mikoriza pada tanaman, sedangkan jumlah spora menandakan jumlah atau kepadatan spora mikoriza pada daerah rhizosfer tanaman (Simamora et al., 2015). Pada tanaman kontrol terdapat infeksi akar dan spora mikoriza pada tanah. Hal tersebut dapat diduga karena tidak dilakukannya sterilisasi media tanam sebelum aplikasi mikoriza sehingga masih terdapat mikoriza *indigenous* yang berasal dari media tanah atau diduga adanya faktor kontaminasi inokulum mikoriza melalui udara dan air. Menurut Simamora et al. (2015), mikoriza di lapangan tanpa adanya perlakuan bisa mencapai 20-30 spora/50 g sampel tanah yang diambil di Hutan Tri Dharma USU, Sumatera Utara.

Tabel 2 menunjukkan sebelum aplikasi mikoriza pada TM 1 infeksi akar 6,66% dan jumlah spora 52

spora/10 g, 12 bulan kemudian pada TM 2 tanaman yang diapikasi mikoriza memiliki persentase infeksi akar hingga 63%, lebih tinggi dibandingkan kontrol yang hanya 2%. Jumlah spora yang ditemukan pada tanaman yang diapikasi mikoriza yaitu 364 spora/10 g, lebih tinggi dari perlakuan kontrol yaitu 128 spora/10 g. Pada perlakuan kontrol terdapat spora mikoriza > 100 spora/10 g, namun infeksi akarnya tergolong rendah. Spora mikoriza pada perlakuan kontrol diduga adalah campuran spora *indigenous* daerah tersebut. Spora *indigenous* ini memberikan hasil infeksi yang kurang efektif pada tanaman kelapa sawit menghasilkan (TM 2), hal ini dapat dilihat karena sebelum aplikasi mikoriza terdapat spora *indigenous* sebanyak 52 spora/10 g tetapi infeksi akarnya hanya 6,66%. Jumlah spora yang ada di rhizosfer tanah akan sangat mempengaruhi tingkat keberhasilan kolonisasi akar, begitu juga dengan faktor tingkat kecocokan terhadap tanaman inang. Semakin tinggi jumlah spora mikoriza maka tingkat kolonisasi mikoriza pada akar juga akan tinggi (Permanasari et al., 2016). Penambahan produk pupuk hayati mikoriza pada tanaman di pembibitan

atau di lahan diperlukan untuk meningkatkan jumlah spora unggul yang telah melalui proses screening dan meningkatkan persentase infeksi akar oleh mikoriza.

Aplikasi mikoriza pada kelapa sawit akan lebih efektif ketika diberikan sejak pembibitan karena dapat meningkatkan probabilitas keberhasilan akar sawit untuk terinfeksi mikoriza. Infeksi akar pada kelapa sawit mengalami peningkatan rata-rata sebesar 30% setelah 6 bulan, 50% setelah 12 bulan, 60% setelah 1 tahun, dan 90% setelah 2 tahun pasca aplikasi mikoriza pada bibit sawit (Hendarjanti & Sukorini, 2022b). Peningkatan infeksi akar sawit oleh mikoriza berbanding lurus dengan lama waktu jamur mikoriza

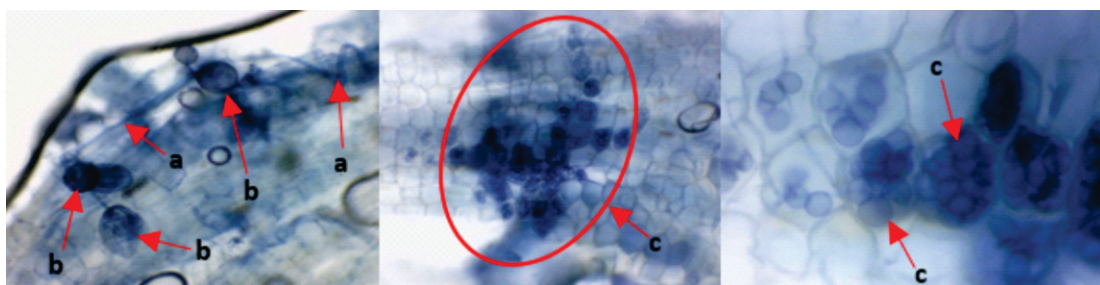
bersimbiosis dengan bibit sawit secara langsung (Istiqomah & Novanto, 2023). Persentase infeksi akar mikoriza juga dapat dipengaruhi oleh jenis tanah, kandungan unsur hara dalam tanah (Saputra et al., 2015), pemberian pupuk fosfat dan dosis pupuk hayati mikoriza (Hartanti & Yoseva, 2014). Bila mikoriza menginfeksi pada jenis inang yang disukai maka inang akan memberikan respon simbiotik dan kolonisasi yang lebih maksimal dibanding inang yang bukan disukai (Karepesina & Djumat, 2017). Menurut Allen (2001), keberhasilan simbiosis mutualisme antara tanaman inang dan mikoriza dapat dilihat dari derajat infeksi akarnya.

Tabel 2. Infeksi akar dan jumlah spora mikoriza pada tanaman kelapa sawit menghasilkan (TM 2)

Sampel	Infeksi Akar (%)**	Spora /10 g*	Jenis Spora
Sebelum (TM 1)	6.66 b	52 b	<i>Glomus</i> sp2, <i>Glomus</i> sp3, <i>Glomus</i> sp4
Kontrol (TM 2)	2 b	128 b	<i>Glomus</i> sp2, <i>Glomus</i> sp3, <i>Glomus</i> sp4, <i>Acaulospora</i> sp2, <i>Sclerocystis</i> sp.
Mikoriza (TM 2)	63 a	364 a	<i>Glomus</i> sp2, <i>Glomus</i> sp3, <i>Glomus</i> sp4, <i>Glomus</i> sp5, <i>Glomus</i> sp6, <i>Acaulospora</i> sp2, <i>Acaulospora</i> sp3, <i>Acaulospora</i> sp6, <i>Sclerocystis</i> sp.

*Keterangan: Huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf α 5%

**Kriteria = kurang dari 5% sangat rendah, 6 – 25% rendah, 26 – 50% sedang, 51 – 75% tinggi, dan > 75% sangat tinggi (Rajapakse & Miller, 1992).



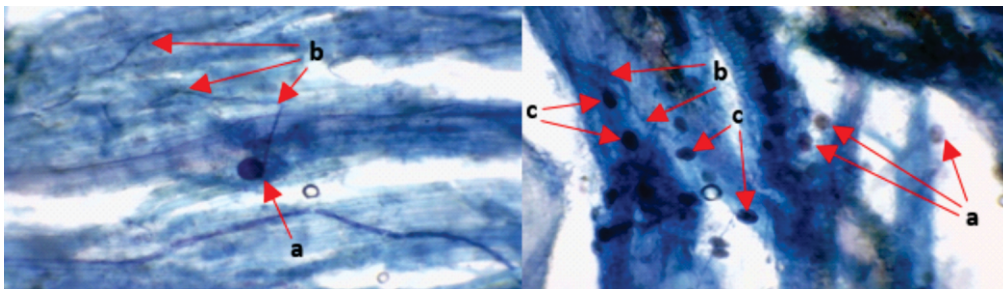
Gambar 3. Infeksi akar mikoriza pada bibit kelapa sawit usia 12 bulan terdapat hifa (a), vesikula (b), dan spora (c)

Gambar 3 dan 4 merupakan infeksi akar pada bibit kelapa sawit umur 12 bulan dan tanaman menghasilkan (TM 2), terdapat hifa, vesikula, dan spora dari mikoriza. Mikoriza merupakan cendawan

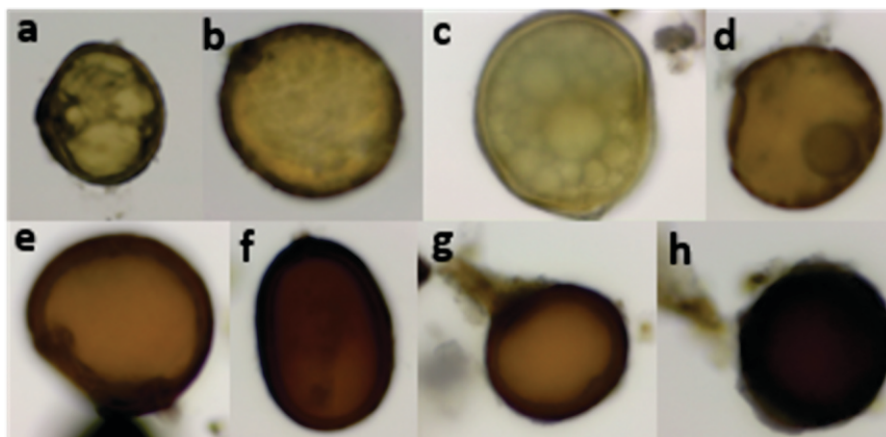
yang akan selalu membentuk vesikula dan arbuskula pada sel korteks (Kehri et al. 2018), namun pada penelitian ini tidak ditemukan arbuskula. Menurut Singh et al. (2019) arbuskula merupakan bagian

struktur bercabang yang terbentuk dalam sel dan berfungsi sebagai tempat untuk pertukaran metabolisme yang terjadi antara inang dan mikoriza, sedangkan vesikula adalah struktur yang muncul dari hifa berbentuk seperti kantung, memiliki fungsi sebagai penyimpan lipid. Menurut Kartika et al. (2016), infeksi akar mikoriza di dalam tanah diawali dari pertumbuhan hifa dari ketiga sumber inokulum (spora, hifa dan patogen akar yang terinfeksi mikoriza)

kemudian akan berkembang dan mengalami kolonisasi primer yang diawali jarak 13 mm sebagaimana yang ditunjukkan dari perhitungan luas efektif rizisfer, pada hari yang ke dua belas, luas rizosfer akan meningkat secara linear sebesar 0,5 mm perhari hal ini menunjukkan dengan berkembangnya hifa akan dapat membantu tanaman dalam menyerap unsur hara dan mampu mempertahankan keadaan tanaman sehingga dapat tumbuh dengan baik.



Gambar 4. Infeksi akar mikoriza pada tanaman kelapa sawit menghasilkan (TM 2) terdapat spora (a), hifa (b), dan vesikula (c)



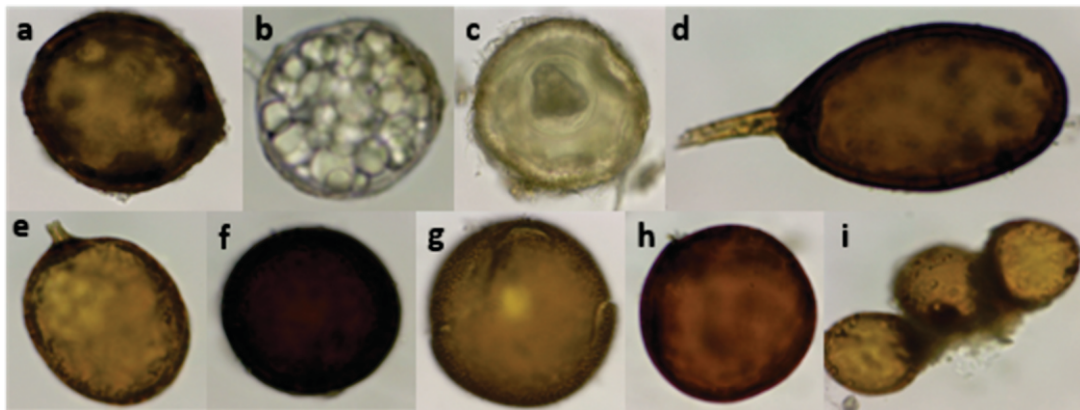
Gambar 5. Spora mikoriza pada bibit kelapa sawit usia 12 bulan dengan perbesaran mikroskop 400x, *Acaulospora* sp1 (a), *Acaulospora* sp2 (b), *Acaulospora* sp3 (c), *Acaulospora* sp4 (d), *Glomus* sp1 (e), *Glomus* sp2 (f), *Glomus* sp3 (g), dan *Glomus* sp4 (h).

Gambar 5 menunjukkan spora mikoriza pada bibit kelapa sawit usia 12 bulan, terdapat 8 strain dari 2 genus mikoriza arbuskula yaitu *Acaulospora* dan *Glomus*. Jenis spora *Glomus* dan *Acaulospora* merupakan jenis spora yang paling dominan dan tahan terhadap berbagai pH dan kondisi tanah. Spora yang ditemukan memiliki perbedaan secara morfologi,

namun belum diketahui nama spesiesnya karena diperlukan uji molekuler lebih lanjut. Menurut Nusantara et al. (2012), *Acaulospora* memiliki ukuran 100-200 µm, lapisan bagian luar tidak bereaksi dengan *Melzer's* sedangkan lapisan dalam bereaksi (berwarna lebih gelap-merah keunguan), dinding spora terdiri dari 1 lapisan, dan berbintik hitam pada seluruh

permukaannya. *Glomus* memiliki ukuran spora 50-150 μm , karakteristik khasnya berupa sering terlihat jelas sisa dari dinding hifa pada permukaan sporanya. Karakter yang dimiliki *Glomus* ini terbentuk dari

pembengkakan ujung hifa yang menggelembung dan kemudian terlepas ketika sudah berukuran maksimumnya yang kemudian menjadi spora (Asmarahman et al., 2018).



Gambar 6. Spora mikoriza pada tanaman kelapa sawit menghasilkan (TM 2) dengan perbesaran mikroskop 400x, *Acaulospora* sp3 (a), *Acaulospora* sp2 (b), *Acaulospora* sp6 (c), *Glomus* sp2 (d), *Glomus* sp3 (e), *Glomus* sp4 (f), *Glomus* sp5 (g), *Glomus* sp6 (h), dan *Sclerocystis* sp.

Gambar 6 menunjukkan spora mikoriza pada tanaman kelapa sawit menghasilkan (TM 2), terdapat 9 strain dari 3 genus mikoriza arbuskula yaitu *Acaulospora* spp., *Glomus* spp., dan *Sclerocystis* sp. Pada tanaman kelapa sawit menghasilkan (TM 2) ditemukan perbedaan, yaitu adanya spora genus *Sclerocystis* dengan ciri memiliki *sporocarp subglobose* warna kuning kecoklatan dan tidak bereaksi terhadap larutan *Melzer's*. Menurut Delvian (2010), genus *Sclerocystis* memiliki ciri sporokarp bulat, berwarna kehitaman, dan permukaan sporokarp kasar. Menurut Asmarahman et al. (2018), genus *Sclerocystis* memiliki sporocarp berwarna kecoklatan, ukuran sporocarp sekitar $429 \times 286 \mu\text{m}$, dan ukuran single spore $70 \times 60 \mu\text{m}$. Meski demikian jumlah dari spesies yang mendominasi adalah *Glomus* spp. Hal tersebut disebabkan karena *Glomus* lebih mudah dalam beradaptasi dengan lingkungan sekalipun pada kondisi tanah yang asam (Hendarjanti & Sukorini, 2022a). Mikoriza yang paling dominan ditemukan pada perkebunan kelapa sawit adalah genus *Glomus* (Ritaqwin et al., 2021).

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, M.F. (2001). Modeling Arbuscular Mycorrhizal Infection: Is Percent Infection an Appropriate Variable. *Mycorrhiza J*, 10, 255–258.
- Asmarahman, C., Budi, S. W., Wahyudi, I., & Santoso, E. (2018). Identifikasi mikroba potensial fungi mikoriza arbuskula (fma) pada lahan pascatambang PT. Holcim Indonesia tbk. Cibinong, Bogor, Jawa Barat. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 8(3), 279-285.
- Delvian, 2010. Keberadaan cendawan mikoriza arbuskula di Hutan Pantai berdasarkan gradien salinitas. *Jurnal Ilmu Dasar*, 11(2): 133-142.
- Firlana, F. (2025). Pertumbuhan dan hasil kelapa sawit di lahan gambut yang diaplikasi mikoriza. *Jurnal Agrotek Tropika*, 12(4), 777-785. <http://dx.doi.org/10.23960/jat.v12i4.7664>
- Hartanti, I., & Yoseva, S. (2014). Pengaruh pemberian pupuk hayati mikoriza dan rock phosphate terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman

- jagung manis (*Zea Mays Saccharata* Sturt). *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Pertanian*, 1(1), 1-14.
- Hazra, F., Istiqomah, F.N., & Fadilla, A.N. (2023). The potensi fumyco (fungi mikoriza arbuskula) dalam meningkatkan pertumbuhan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di pembibitan. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 31(3), 153-162. <https://doi.org/10.22302/iopri.jur.jpks.v31i3.232>
- Hazra, F., Istiqomah, F.N., Novanto, P.R., & Fadilla, A.N. (2024). Uji infektivitas dan efektivitas fungi mikoriza arbuskula (fma) dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara P, total mikrob, dan respirasi tanah pada bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 32(2), 71-82. <https://doi.org/10.22302/iopri.jur.jpks.v32i2.238>
- Hendarjanti, H., & Sukorini, H. (2022a). Aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) pada pembibitan untuk menekan kejadian penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit. *Menara Perkebunan*, 90(2), 119-133.
- Hendarjanti, H., & Sukorini, H. (2022b). Controlling basal stem root in oil palm plantations by applying arbuscular mycorrhizal fungi and *Trichoderma* spp. *KnE Life Sciences*, 7(3), 206-227. <https://doi.org/10.18502/kls.v7i3.11121>
- Istiqomah, F. N., & Novanto, P. R. (2023). Pengaruh dosis dan daya simpan mikoriza terhadap efektivitas dan infektivitas pada bibit kelapa sawit pre dan main nursery. *WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 28(3), 154-163.
- Istiqomah, F.N., Novanto, P.R., & Sitanggang, M. (2024). Penurunan kejadian dan intensitas penyakit busuk pangkal batang akibat jamur ganoderma pada bibit kelapa sawit dengan aplikasi mikoriza. *Jurnal HPT*, 12(2), 103–110. <https://doi.org/10.21776/ub.jurnalhpt.2024.012.2.4>
- Karepesina, S. & J.L. Djumat. (2017). *Kolonisasi dan Kepadatan Spora Fungi Mikoriza Arbuskula Pada Tanaman Hotong (Setaria italica)*. Prosiding Seminar Nasional Mewujudkan Kedaulatan Pangan pada Lahan Sub Optimal Melalui Inovasi Teknologi Pertanian Spesifik. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, pp. 409-414.
- Kartika, E., Duaja, M.D., Gusniwati. (2016). Pertumbuhan tanaman kelapa sawit belum menghasilkan (TBM I) pada pemberian mikoriza indigen dan dosis pupuk organik di lahan marjinal. *Biospecies*, 9(1), 29-37. <https://doi.org/10.22437/biospecies.v9i1.2877>
- Kehri, H.K., O. Akhtar, I. Zoomi, & D. Pandey. (2018). Arbuscular mycorrhizal fungi: taxonomy and their systematics. *Intl J Life Sci Res*, 6(4), 58-71.
- Nusantara, D.A., Bertham, H.Y., & Mansur, I., (2012). *Bekerja dengan Fungi Arbuskula*. Fakultas Kehutanan IPB dan SEAMEO BIOTROP. Bogor, Indonesia.
- Permanasari, I., K.M. Dewi, M. Irfan, & A.T. Arminudin. (2016). Peningkatan efisiensi pupuk fosfat melalui aplikasi mikoriza pada kedelai. *Jurnal Agroteknologi*, 6(2), 23-30.
- Rajakapse, S. & Miller, J. C. (1992). Methods for studying vesicular-arbuscular mycorrhizal root colonization and related root physical properties. *Methods Microbiol*, 24, 302–316. Means of Determining Bacterial Population by the Dilution Method, *J Bacteriol*, 25, 101 -121.
- Ritaqwin, Z., M. Maulana, & Nazali. (2021). Identification of arbuscular mycorrhizae fungi on oil palm in Bireuen, Aceh. *SEAS (Sustainable Environment Agricultural Science)*, 5(2), 14-121. DOI: 10.22225/seas.. 5.2.3972.114-121
- Saputra, B., Linda, R., & Lovadi, I. (2015). Jamur mikoriza vesikular arbuskular (MVA) pada tiga jenis tanah rhizosfer tanaman pisang nipah (*Musa paradisiaca* L. var. nipah) di Kabupaten Pontianak. *Jurnal Protobiont*, 4(1).
- Simamora, A.S., Delvian, D., & Elfiati, D. (2015). Keanekaragaman fungi mikoriza arbuskula pada hutan Tri Dharma Universitas Sumatera Utara. *Peronema Forestry Science Journal*, 4(4), 133-141.
- Singh, M., R. Kumar, & D. Singh. (2019). Mycorrhizal fungi as biocontrol agents for soil-borne pathogens: A review. 2nd International Conference "Food Security, Nutrition and Sustainable Agriculture Emerging

- Technologies" (February 14-16, 2019).
Journal of Pharmacognosy Phytochemistry.
281-284.
- Yuliatr, Y. (2023). Respon bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) terhadap pemberian beberapa dosis fungi mikoriza abuskular (FMA) di *pre nursery* pada tanah Ultisol. *Jurnal Agrium*, 20(2), 114 - 120. <https://doi.org/10.29103/agrium.v20i2.11442>.

