

**PENURUNAN KEJADIAN DAN INTENSITAS PENYAKIT BUSUK PANGKAL
BATANG AKIBAT JAMUR GANODERMA PADA BIBIT KELAPA SAWIT
DENGAN APLIKASI MIKORIZA**

**DECREASING THE INCIDENT AND INTENSITY OF BASAL STEM ROT
DISEASE CAUSED BY GANODERMA FUNGI ON OIL PALM SEEDLINGS
BY APPLICATION OF MYCORRHIZAE**

Fatimah Nur Istiqomah¹, Praditya Rizqi Novanto¹, Marlon Sitanggang²

¹PT Anugerah Sarana Hayati

²Perkumpulan Praktisi Profesional Perkebunan Indonesia (P3PI)

*Penulis korespondensi: fatimahnuristiqomah2@gmail.com

ABSTRACT

Ganoderma boninense is a pathogenic fungus that causes Basal Stem Rot (BSR) disease in oil palm plants. One effort to prevent *Ganoderma* is to use biological agents from the nursery. This research aimed to determine the ability of mycorrhiza biological agents to reduce the incidence of stem rot disease caused by the *Ganoderma* fungus on oil palm seedlings and determine the number of spore types and mycorrhizal root infections. This research was conducted in a greenhouse using a Completely Randomized Design (CRD) with 4 treatments and 8 replications. The treatments tested were 1) Control, 2) Mycorrhiza, 3) Mycorrhiza + *Ganoderma*, and 4) *Ganoderma*. Applying 20 g of mycorrhiza in the pre-nursery and 30 g in the main nursery reduced the incidence of stem rot caused by the *Ganoderma* fungus by 50,50% and the intensity of attacks by 49,96%. The number of spores in oil palm seedlings treated with mycorrhiza was 50,67 spores/10 g, and in the mycorrhiza + *Ganoderma* treatment, it was 25 spores/10 g. There were 3 types of spores found, namely *Glomus* sp1, *Glomus* sp2, and *Acaulospora* sp. Root infection of 12-month-old oil palm seedlings treated with mycorrhiza was 66,67%, while in the mycorrhiza + *Ganoderma* treatment was 33,33%.

Keywords: disease control, fungal pathogens, number of spores, root infections, types of spores

ABSTRAK

Ganoderma boninense merupakan jamur patogen penyebab penyakit Busuk Pangkal Batang (BPB) pada tanaman kelapa sawit. Salah satu upaya pencegahan *Ganoderma* yaitu menggunakan agens hayati sejak dari pembibitan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan agens hayati mikoriza dalam menurunkan kejadian penyakit busuk pangkal batang akibat jamur *Ganoderma* pada bibit kelapa sawit dan mengetahui jumlah jenis spora, serta infeksi akar mikoriza. Penelitian ini dilakukan di green house menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 8 kali ulangan. Perlakuan yang diuji adalah 1) Kontrol, 2) Mikoriza, 3) Mikoriza + *Ganoderma*, 4) *Ganoderma*. Aplikasi mikoriza 20 g pada *pre nursery* dan 30 g di *main nursery* mampu menurunkan kejadian penyakit busuk pangkal batang akibat jamur *Ganoderma* sebesar 50,50% dan menurunkan intensitas serangan sebesar 49,96%. Jumlah spora pada bibit kelapa sawit yang diberi perlakuan mikoriza adalah 50,67 spora/10 g dan pada perlakuan mikoriza + *Ganoderma* adalah 25 spora/10 g. Terdapat 3 jenis spora yang ditemukan, yaitu *Glomus* sp1, *Glomus* sp2, dan *Acaulospora* sp. Infeksi akar bibit kelapa sawit umur 12 bulan yang diberi perlakuan mikoriza adalah 66,67%, sedangkan pada perlakuan mikoriza + *Ganoderma* adalah 33,33%.

Kata kunci: infeksi akar, jamur patogen, jenis spora, jumlah spora, pengendalian penyakit

PENDAHULUAN

Ganoderma boninense merupakan jamur patogen penyebab penyakit Busuk Pangkal Batang (BPB) pada tanaman kelapa sawit. Gejala penyakit BPB pada kelapa sawit berupa akumulasi daun tombak, penguningan tajuk disertai nekrosis pada pelepah bagian bawah, dan pembusukan pada bagian pangkal bonggol tanaman (Priwiratama dan Susanto, 2020). Penyakit BPB merupakan penyakit utama di perkebunan kelapa sawit karena kerugian yang ditimbulkan sangat besar. Saragih *et al.* (2019) menyebutkan penyakit ini dapat menyebabkan kematian sampai 80% dari total populasi kebun sawit, sehingga menurunkan produktivitas. Menurut Wahyuni dan Yosephine (2022), *G. boninense* tidak hanya menyerang tanaman tua, namun pada saat ini juga menyerang tanaman kelapa sawit belum menghasilkan.

Berbagai upaya pengendalian dan pencegahan dilakukan untuk mengatasi serangan jamur *Ganoderma*. Upaya pengendalian penyakit BPB di lapang antara lain dengan tindakan kultur teknis meliputi sanitasi sumber inokulum, penanaman *hole in hole*, pembedahan dan pembumbunan, serta pembuatan parit isolasi pada pokok kelapa sawit (Priwiratama *et al.*, 2014). Upaya pencegahan antara lain sanitasi sumber inokulum, penggunaan kecambah toleran *Ganoderma* dan agens hayati seperti *Trichoderma* dan mikoriza saat melakukan penanaman baru atau *replanting* (Hendarjanti dan Sukorini 2022). Beberapa mikroba lain dilaporkan memiliki kemampuan untuk menghambat *Ganoderma sp.* pada tanaman kelapa sawit seperti *Dark Sapote Endhopyte* (DSE) (Sukmawati *et al.* 2024), *Trichoderma sp.* (Utami *et al.* 2024), enzim kitinase dari *Actenobakteria* (Seprianti *et al.* 2023), asam siringat dan fenazin dari *Pseudomonas aeruginosa* (Rupaedah *et al.* 2023), dan bakteri selulolitik (Nisa *et al.* 2020).

Penelitian mengenai aplikasi agens hayati mikoriza untuk menekan jamur *G. boninense* pada bibit kelapa sawit telah dilakukan (Rini *et al.*, 2022). Agens hayati mikoriza berfungsi

sebagai *bioprotection* akar tanaman terhadap jamur patogen. Agens hayati mikoriza mampu menurunkan kejadian penyakit busuk pangkal batang akibat jamur *Ganoderma* pada kelapa sawit (Priwiratama *et al.*, 2022). Saat ini terdapat berbagai macam merek agens hayati mikoriza yang beredar di pasaran dan setiap merek memiliki kandungan jumlah dan jenis spora yang berbeda, untuk itu diperlukan penelitian lanjutan mengenai efektivitas setiap jenis merek mikoriza pada berbagai jenis tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas mikoriza dalam menurunkan kejadian penyakit busuk pangkal batang akibat jamur *Ganoderma* pada bibit kelapa sawit dan mengetahui jumlah, jenis spora, serta infeksi akar mikoriza pada bibit kelapa sawit.

METODE PENELITIAN

Waktu, Tempat, Alat dan Bahan

Penelitian ini dilakukan di *Green House (Screen)* Kota Bogor, Jawa Barat. Penelitian dilaksanakan selama 1 tahun dari bulan September 2021 sampai Agustus 2022. Bahan tanaman menggunakan kecambah Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) varietas DxP Simalungun. Isolat *Ganoderma* menggunakan kayu karet yang telah diinokulasi jamur *G. boninense*. Produk mikoriza menggunakan merek dagang Fumyco (125 spora/5 g bahan pembawa zeolit) dari PT Anugerah Sarana Hayati Bogor.

Produksi Sumber Inokulum *Ganoderma*

Isolat murni *Ganoderma* ditumbuhkan pada substrat kayu karet dengan volume 216 cm³. Kayu karet dicuci dengan air steril dan masing-masing dimasukkan ke dalam plastik polipropilen tahan panas. Masing-masing substrat disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama ± 15 menit. Setelah dingin, kayu karet diinokulasi dengan isolat *G. boninense* yang berumur 7 hari dan substrat selanjutnya disimpan pada suhu ruang selama 1,5 bulan hingga seluruh substrat dikolonisasi oleh miselium *Ganoderma* (Priwiratama *et al.*, 2022).

Persiapan Media Tanam, Mikoriza dan Inokulasi Ganoderma

Media tanam yang digunakan dalam pengujian merupakan campuran antara tanah topsoil dan pasir dengan perbandingan 1:1. Sebelum dimasukkan ke dalam polibag, tanah dan pasir diayak terlebih dahulu untuk mencegah masuknya sisa-sisa akar yang dapat menjadi sumber inokulum Ganoderma. Aplikasi mikoriza dilakukan sebanyak dua kali, yaitu pada saat penanaman kecambah di *pre nursery* dan saat pindah tanam ke *main nursery*. Inokulasi Ganoderma dilakukan pada umur 3 bulan setelah tanam (BST) atau pada saat *transplanting* ke *main nursery*. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan (Tabel 1). Setiap perlakuan diulang sebanyak 8 kali, sehingga total terdapat 32 unit percobaan.

Pengamatan Intensitas Penyakit dan Kejadian Penyakit

Pengamatan kejadian penyakit dan intensitas penyakit Ganoderma diamati secara visual setiap bulan hingga bibit berumur 12 bulan (9 bulan masa *Main*

Nursery (MN)). Kejadian Penyakit (KP) Ganoderma dihitung dengan rumus:

$$KP = \frac{a}{a+b} \times 100\%$$

Keterangan:

- KP = Kejadian penyakit
- a = Jumlah tanaman sakit
- b = Jumlah tanaman sehat

Setelah bibit kelapa sawit yang diuji berumur 12 bulan, dilakukan pembongkaran bibit untuk mengetahui gejala penyakit internal dengan sistem skoring (Tabel 2).

Nilai intensitas penyakit dihitung dengan menggunakan rumus:

$$IP = \frac{\sum(n \times v)}{N \times V} \times 100\%$$

Keterangan:

- IP = Intensitas Penyakit
- n = Jumlah sampel pada kriteria tertentu yang diamati
- v = Nilai skor pada sampel yang diamati
- N = Jumlah semua sampel yang diamati
- V = Nilai skor tertinggi

Tabel 1. Perlakuan dan waktu inokulasi Ganoderma

Perlakuan	Kode
Kontrol	A
Mikoriza 20 g (PN) + 30 g (MN)	B
Mikoriza 20 g (PN) + 30 g (MN) + Ganoderma (3 BST)	C
Ganoderma	D

*) PN: *pre-nursery*, MN: *main nursery*, BST: bulan setelah tanam

Tabel 2. Skoring bibit kelapa sawit terinfeksi Ganoderma dilihat dari akar dan pembongkaran batang tanaman (Peng *et al.* 2022).

Skor	Uraian
0	Tidak ada gejala nekrotik pada perakaran dan pangkal batang
1	Terdapat nekrotik pada perakaran tetapi belum pada pangkal batang
2	Terdapat nekrotik pada perakaran, mulai terjadi nekrotik pada bagian pangkal batang < 5%
3	Terdapat nekrotik pada perakaran, nekrotik pada bagian pangkal batang 5% - 25%
4	Terdapat nekrotik pada perakaran, nekrotik pada bagian pangkal batang > 25%, muncul tubuh buah Ganoderma pada pangkal batang, nekrotik sampai mati

Pengamatan Jumlah, Jenis Spora dan Infeksi Akar

Pengamatan jumlah dan jenis spora dilakukan pada media tanah bibit kelapa sawit masing-masing perlakuan. Tanah diambil sebanyak 10 g, kemudian dilakukan *sieving* atau penyaringan spora dari media tanah. Metode *sieving* mengikuti metode tuang saring basah menggunakan saringan bertingkat di bawah air mengalir. Spora yang telah tersaring dimasukkan ke dalam cawan petri dan dihitung jumlah sporanya menggunakan mikroskop. Identifikasi spora dilakukan secara morfologi dengan melihat ukuran, warna, bentuk, dan ciri khusus spora berdasarkan Ginting dan Simanungkalit (2022).

Pengamatan infeksi akar dilakukan dengan mengambil sampel akar kelapa sawit, kemudian dilakukan pewarnaan akar mengikuti metode Ginting dan Simanungkalit (2022) yang dimodifikasi. Sampel akar direndam larutan KOH 10% selama 48 jam pada suhu ruang, kemudian akar dicuci dengan air steril. Akar kemudian dicelupkan pada larutan HCl 2%, kemudian direndam dengan larutan *trypan blue* selama 24 jam. Akar yang telah diwarnai dibuat preparat akar dengan cara memotong akar 1 cm kemudian diletakkan di preparat, potongan akar disusun 10 helai kemudian ditutup *cover glass*. Preparat akar diamati menggunakan mikroskop. Persentase infeksi akar mikoriza dapat dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ infeksi akar} = \frac{\Sigma \text{bidang pandang yang terkoloni}}{\Sigma \text{keseluruhan bidang pandang}} \times 100\%$$

Analisis Data

Data disajikan dalam bentuk tabel dan diolah secara statistik dengan uji *Analysis of Variances* (ANOVA) dilanjutkan dengan perbandingan antar perlakuan dengan uji jarak berganda Duncan pada taraf uji 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kejadian Penyakit dan Intensitas Penyakit

Kejadian penyakit merupakan hasil perbandingan jumlah bibit kelapa sawit yang terserang penyakit busuk pangkal batang akibat infeksi jamur *Ganoderma* dibandingkan dengan total seluruh perlakuan. Intensitas penyakit merupakan tingkat keparahan penyakit berdasarkan skor gejala penyakit yang timbul. Pengaruh mikoriza terhadap kejadian penyakit dan intensitas penyakit busuk pangkal batang akibat jamur *Ganoderma* disajikan pada Tabel 3.

Hasil penelitian (Tabel 3) menjelaskan bahwa pemberian mikoriza mampu menurunkan kejadian penyakit BPB yang diakibatkan oleh *Ganoderma* sebesar 50,50%. Perlakuan *Ganoderma* tanpa mikoriza memiliki kejadian penyakit sebesar 66,67%, sedangkan pada perlakuan mikoriza + *Ganoderma* kejadian penyakit menurun yaitu 33%. Bibit kelapa sawit yang telah diaplikasikan mikoriza terdapat gejala infeksi *Ganoderma*, namun jumlah bibit yang terserang lebih sedikit dibandingkan tanpa mikoriza. Hasil yang sama pada penelitian Priwiratama *et al.* (2022) pada bibit kelapa sawit, aplikasi mikoriza + *Ganoderma* menunjukkan kejadian penyakit BPB sebesar 26,5%,

Tabel 3. Pengaruh mikoriza terhadap kejadian penyakit dan intensitas penyakit busuk pangkal batang akibat jamur *Ganoderma* pada bibit kelapa sawit umur 12 BST

Perlakuan	Kejadian Penyakit (%)	Δ KP (%)	Intensitas Penyakit (%)	Δ IP (%)
Kontrol	0,00b		0,00a	
Mikoriza	0,00b		0,00a	
Mikoriza + <i>Ganoderma</i>	33,00b	50,50	6,67a	49,96
<i>Ganoderma</i>	66,67a	-	13,33a	-

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf α 5%.



Gambar 1. Akar yang berwarna gelap merupakan gejala nekrotik pada perakaran bibit kelapa sawit yang terinfeksi Ganoderma.

sedangkan pada perlakuan Ganoderma tanpa mikoriza kejadian penyakit sebesar 57,53%.

Tabel 3 juga menjelaskan bahwa pemberian mikoriza mampu menurunkan intensitas penyakit BPB yang diakibatkan oleh Ganoderma sebesar 49,96%. Perlakuan Ganoderma tanpa mikoriza memiliki intensitas penyakit sebesar 13,33%, sedangkan pada perlakuan mikoriza + Ganoderma intensitas penyakit menurun yaitu 6,67%. Intensitas penyakit pada bibit kelapa sawit yang telah diaplikasikan mikoriza lebih ringan dibandingkan dengan bibit tanpa mikoriza. Hasil yang sama pada penelitian Priwiratama *et al.* (2022) pada bibit kelapa sawit, aplikasi mikoriza + Ganoderma menunjukkan intensitas penyakit BPB sebesar 6,78%, sedangkan pada perlakuan Ganoderma tanpa mikoriza kejadian penyakit sebesar 15,43%. Gambar 1 merupakan akar bibit kelapa sawit umur 12 bulan setelah tanam (BST) yang telah diinokulasikan oleh jamur Ganoderma. Gambar 1 yang diberi tanda panah warna kuning merupakan gejala awal nekrotik yang disebabkan karena terinfeksi jamur Ganoderma. Menurut Priwiratama *et al.* (2022), penyakit Ganoderma merupakan *cryptic diseases* atau dikenal dengan

penyakit tersembunyi, sehingga gejala penyakit yang timbul sulit terdeteksi. Rini *et al.* (2022) menambahkan, aplikasi jamur Ganoderma pada bibit kelapa sawit umur 8 bulan belum terlihat gejala infeksi Ganoderma.

Jumlah Jenis Spora Mikoriza dan Infeksi Akar Mikoriza

Parameter keberhasilan dari inokulasi mikoriza dapat dilihat dari tingkat infeksi akar oleh mikoriza dan keberadaan spora pada media tanam. Jumlah jenis spora dan infeksi akar mikoriza pada bibit kelapa sawit umur 12 bulan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 menjelaskan bahwa perlakuan mikoriza memiliki jumlah spora paling banyak yaitu 50,67 spora/10 g dan infeksi akar paling tinggi yaitu 66,67%. Perlakuan mikoriza + Ganoderma memiliki nilai infeksi akar dan jumlah spora lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan mikoriza, hal tersebut diduga karena adanya jamur Ganoderma yang diinokulasikan pada 3 BST. Perlakuan Ganoderma memiliki infeksi akar 30%, tidak berbeda nyata dengan perlakuan mikoriza + Ganoderma, hal ini terjadi karena pada perlakuan Ganoderma ditemukan sedikit kontaminasi spora

Tabel 4. Pengaruh aplikasi mikoriza dan Ganoderma terhadap jumlah jenis spora dan infeksi akar mikoriza pada bibit kelapa sawit umur 12 BST.

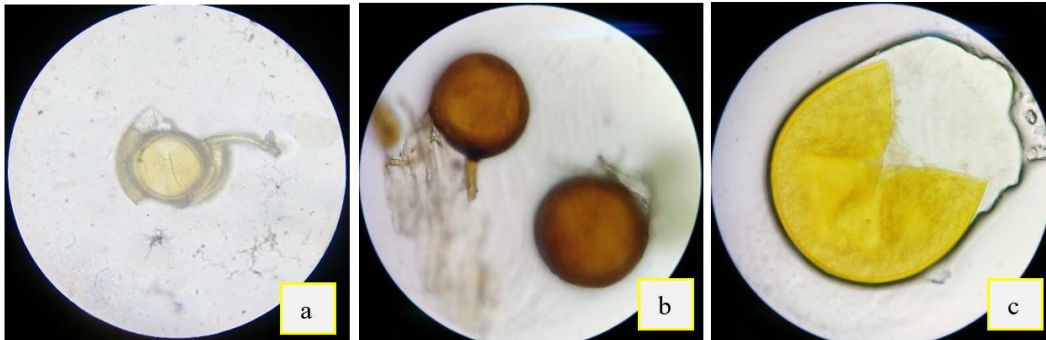
Perlakuan	Jumlah spora/10 g	Jenis spora	Infeksi akar (%)
Kontrol	2,33c	<i>Acaulospora</i> sp., <i>Glomus</i> sp1	16,67c
Mikoriza	50,67a	<i>Acaulospora</i> sp., <i>Glomus</i> sp1, <i>Glomus</i> sp2	66,67a
Mikoriza + Ganoderma	25,00b	<i>Acaulospora</i> sp, <i>Glomus</i> sp2	33,33b
Ganoderma	0,33c	<i>Acaulospora</i> sp.	30,00b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf α 5% .

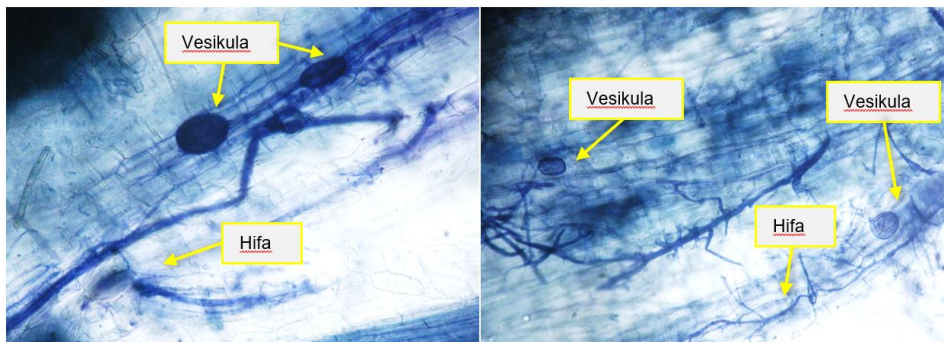
mikoriza yaitu 0,33 spora/10 g. Jenis spora paling banyak ditemukan pada perlakuan mikoriza yaitu *Acaulospora* sp., *Glomus* sp1, dan *Glomus* sp2. Jenis spora yang paling banyak ditemukan pada perkebunan kelapa sawit adalah *Glomus* sp. (Rahmawati *et al.*, 2020) dan *Acaulospora* sp. (Wijayani dan Wirianata, 2021).

Gambar 2 merupakan spora yang ditemukan pada bibit kelapa sawit usia 12 bulan. Terdapat 2 genus spora yang ditemukan,

yaitu *Glomus* dan *Acaulospora*. Menurut Nurhalimah *et al.* (2014), ciri spora *Glomus* adalah berwarna kuning, jingga, hingga coklat kemerahan, memiliki bentuk dominan globos dan terdapat substending hifa. Menurut Yanti *et al.* (2023), ciri spora *Acaulospora* adalah warna spora dominan kuning, kuning kemerahan dan coklat kemerahan, memiliki dinding spora 2-3 lapis, dan terdapat *saccule* atau *citatrix* sebagai tanda perkembangan pembentukan spora.



Gambar 2. Jenis-jenis spora mikoriza pada bibit kelapa sawit (a) *Glomus* sp1, *Glomus* sp2, dan *Acaulospora* sp.



Gambar 3. Infeksi mikoriza pada akar bibit kelapa sawit usia 12 bulan yang diamati menggunakan mikroskop EcoBlue Euromex dengan perbesaran 400x

Gambar 3 merupakan akar bibit kelapa sawit yang terinfeksi mikoriza, terdapat hifa dan vasikula di dalam jaringan akar. Hifa merupakan serabut panjang di dalam dan luar akar yang berfungsi untuk penyerapan air dan unsur hara. Menurut Basri (2018), hifa juga berfungsi untuk melindungi akar dari patogen akar. Vesikula merupakan struktur mikoriza yang berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan di dalam akar. Menurut Istiqomah dan Novanto (2023), faktor yang memengaruhi infeksi akar mikoriza antara lain dosis mikoriza, umur dan masa simpan isolat mikoriza, dan faktor penyiraman.

KESIMPULAN

Penggunaan mikoriza 20 g pada fase *pre nursery* dan 30 g saat pindah tanam ke *main nursery* mampu menurunkan kejadian penyakit busuk pangkal batang akibat jamur *Ganoderma* sebesar 50,50% dan menurunkan intensitas serangan sebesar 49,96%. Jumlah spora pada bibit kelapa sawit yang diberi perlakuan mikoriza adalah 50,67 spora/10 g dan pada perlakuan mikoriza + *Ganoderma* adalah 25 spora/10 g. Terdapat 3 jenis spora yang ditemukan pada bibit kelapa sawit, yaitu *Glomus* sp1, *Glomus* sp2, dan *Acaulospora* sp.. Infeksi akar bibit kelapa sawit umur 12 bulan yang diberi perlakuan mikoriza adalah 66,67%, sedangkan pada perlakuan mikoriza + *Ganoderma* adalah 33,33%.

DAFTAR PUSTAKA

- Basri, A. H. H. (2018). Kajian peranan mikoriza dalam bidang pertanian. *Agrica Ekstensia*, 12 (2), 74-78.
- Ginting, R. C. B., Simanungkalit, R. D. M. (2022). Cendawan mikoriza arbuskuler. Dalam, *Metode analisis biologi tanah (95 – 119)*. Bogor: Balai Penelitian Tanah.
- Hendarjanti, H., & Sukorini, H. (2022). Aplikasi fungi mikoriza arbuskula (FMA) pada pembibitan untuk menekan kejadian penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit. *Menara Perkebunan*, 90 (2), 119-133. <https://doi.org/10.22302/iribb.jur.mp.v90i2.495>
- 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.
- Nisa, M., Aini, F., & Maritsa, H. U. (2020). Aktivitas antagonistik bakteri selulolitik asal rhizosfer kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) terhadap *Ganoderma boninense* Pat. *Al-Kauniah: Jurnal Biologi*, 13(1), 9-19. <https://doi.org/10.15408/kauniah.v13i1.11704>
- Nurhalimah, S., Nurhatika, S., & Muhibuddin, A. (2014). Eksplorasi mikoriza vesikular arbuskular (MVA) indigenous pada tanah regosol di Pamekasan, Madura. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 3(1), E30-E34.
- Peng, S. H. T., Yap, C. K., Arshad, R., Chai, E. W., Priwiratama, H., Hidayat, F., Yanti, F., Yulizar, F., Pane, M. M., & Suprayetno, H. (2022). Efficacy of *Hendersonia* on the growth of seedlings of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) and *Ganoderma* disease control: A field-based study using GanoEF biofertilizer at Medan, Indonesia. *MOJ Ecology & Environmental Science*, 7(2), 24 - 29. <https://doi.org/10.15406/mojes.2022.07.00243>
- Priwiratama, H., & Susanto, A. (2020). Kejadian penyakit busuk pangkal batang pada tanaman belum menghasilkan varietas toleran *Ganoderma* dengan sistem lubang tanam standar. *WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 25(3), 115-122.
- Priwiratama, H., Pradana, M.G., Susanto, A., Rozziansha, T.A.P., & Istiqomah FN. (2022). Dampak aplikasi konsorsium mikoriza terhadap pertumbuhan

- vegetatif tanaman dan perkembangan penyakit *Ganoderma* di pembibitan kelapa sawit. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 30(3), 123-140. <https://doi.org/10.22302/iopri.jur.jpks.v30i3.190>
- Priwiratama, H., Prasetyo, A.E., & Susanto, A. (2014). Pengendalian penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit secara kultur teknis. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 10(1), 1-7. <https://doi.org/10.14692/jfi.10.1.1>
- Rahmawati, R., Putir, P. E., Damiri, M., Tanduh, Y., & Nursiah (2020). Keragaman fungi mikoriza arbuskula (FMA) di lahan gambut konversi hutan alam menjadi perkebunan kelapa sawit. *Hutan Tropika*, 15(1), 8-19. <https://doi.org/10.36873/jht.v15i1.1710>
- Rini, M.V., Hasan, S.N., Hidayat, K.F., & Aeny, T.N. (2022). Applications of arbuscular mycorrhiza fungi to improve growth of oil palm seedlings and disease resistance against *Ganoderma* sp.. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*, 6(1), 31-40. <https://doi.org/10.55043/jaast.v6i1.40>
- Rupaedah, B., Nurlaila, & Lutfia, A. (2023). Syringic acid and phenazine produced by an endophytic *Pseudomonas aeruginosa* strain G-111-0317 and their activities against *Ganoderma boninense*. *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia*, 10(1): 35-42.
- Saragih, W.S., Purba, E., & Tampubolon, K. (2019). Analisis hara Cu dan Zn pada vegetasi gulma sebagai penanda keberadaan jamur *Ganoderma* dari kebun kelapa sawit. *Jurnal Agrotek Tropika*, 7(3), 519-525. <http://dx.doi.org/10.23960/jat.v7i3.3237>
- Seprianti, C. V., Oktapia, T., Amatullah, D., & Yusuf, A. I. (2023). Uji antagonis enzim kitinase *actinobacteria* dalam menghambat *Ganoderma boninense*. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(24), 213-218. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10426817>
- Sukmawati, D., Supiyani, A., Afifah, Z. N., Balqis, M., Fikriyyah, N. N., Sari, D.P., & Setiarto, R. H. B. (2024). Kemampuan kapang dark septate endophyte dari akar tanaman aren dalam menghambat *Ganoderma* sp.. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 29(2): 278 – 286. <https://doi.org/10.18343/jipi.29.2.278>
- Utami, M. A., Nasution, R. A., Mawaddah, F. A., & Aulia, R. (2024). Pengendalian jamur ganoderma dengan metode perbanyak jamur trichoderma pada pembibitan kelapa sawit di PT PP London Sumatra Bah Lias Research Station. *El-Mujtama: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(1), 243-248. <https://doi.org/10.47467/elmujtama.v4i1.3297>
- Wahyuni, M., & Yosephine, I. O. (2020). Resistensi bibit kelapa sawit dengan perlakuan *Trichoderma* sp., mikoriza, dan pupuk Kcl terhadap infeksi inokulum *Ganoderma boninense*. *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian*, 5(1), 55-63.
- Wijayani, S., & Wirianata, H. (2021). Keanekaragaman fungi mikoriza arbuskula pada perkebunan kelapa sawit rakyat. *Agrin*, 25(2), 165-177. <https://dx.doi.org/10.20884/1.agrin.2021.25.2.646>
- Yanti, N. D., Suryanti, E., & Rosita, R. (2023). Keanekaragaman fungi mikoriza arbuskula (FMA) pada rizosfer tanaman sengon (*Paraserianthes falcataria*) di Kebun Raya Itera. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Biologi (Vol 11, 44-50 pp)*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.