

Pengaruh Kolonisasi *Ganoderma* spp. terhadap Pelapukan dan Viabilitas Miselium pada Tanaman Herbaceus

The Effect of Ganoderma spp. Colonization on Decay and Mycelium Viability in Herbaceous Plants

Rahmad Fadli*, Suwandi, Nurhayati

Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan, Indonesia

^{*)}Penulis untuk korespondensi E-mail: rahmadfadli@fp.unsri.ac.id

Diajukan: 14 Maret 2025 **Diterima:** 04 Februari 2026 **Dipublikasi:** 28 Februari 2026

ABSTRACT

This study examines the effectiveness of Ganoderma sp. in decomposing lignin in herbaceous plants. The study was conducted in a greenhouse at the Faculty of Agriculture, Sriwijaya University, with temperatures ranging from 28-30°C and humidity reaching 70-80%. The test plants consisted of uwi (Dioscorea alata) and talas (Colocasia esculenta), and oil palm seedlings were used as a comparison. The parameters observed included the level of decay and mycelium viability after inoculation. The results showed that the highest level of decay occurred in taro, reaching 65.22% in sterilized soil and 52.56% in unsterilized soil, while uwi experienced decay of 33.9% and 33.03%. The viability of Ganoderma sp. mycelium remained high (>70%) in all treatments. This indicates a strong ability to adapt to various environmental conditions. Thus, the study shows that the ligninase activity of Ganoderma sp. contributes significantly to decomposition without reducing the viability of the Ganoderma sp.

Keywords: decomposition; *Ganoderma* sp.; herbaceous; viability

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas pelapukan dari *Ganoderma* sp. dalam proses dekomposisi lignin terhadap tanaman herbaceus. Penelitian dilakukan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya dengan suhu berkisar 28-30°C dan kelembaban mencapai 70-80%. Tanaman uji terdiri dari uwi (*Dioscorea alata*) dan talas (*Colocasia esculenta*), serta menggunakan bibit kelapa sawit sebagai pembanding. Parameter yang diamati meliputi tingkat pelapukan, viabilitas miselium setelah inokulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat pelapukan tertinggi terjadi pada talas yang mencapai 65,22% pada tanah di sterilisasi dan 52,56% pada tanah tanpa sterilisasi, sementara uwi mengalami pelapukan sebesar 33,9% dan 33,03%. Viabilitas miselium *Ganoderma* sp. tetap tinggi (>70%) pada semua perlakuan. Hal itu menunjukkan kemampuan adaptasi yang kuat terhadap berbagai kondisi lingkungan. Dengan demikian, penelitian menunjukkan bahwa aktivitas ligninase dari *Ganoderma* sp. berkontribusi secara signifikan terhadap proses pelapukan tanpa menurunkan tingkat viabilitas jamur *Ganoderma* sp itu sendiri.

Kata kunci: *Ganoderma* sp.; herbaceus; pelapukan; viabilitas

PENDAHULUAN

Jamur patogen *Ganoderma* sp merupakan salah satu jenis jamur yang memiliki kemampuan tinggi dalam proses pelapukan melalui degradasi lignin dengan enzim lignolitik seperti ligninase yang mampu dihasilkan oleh jamur tersebut. Jamur yang juga dikenal dengan sebutan jamur pelapuk putih (*white rot fungi*) menjadikan *Ganoderma* sp memiliki peran dalam proses pelapukan jaringan tanaman inangnya seperti kelapa sawit sebagai inang utama maupun inang alternatif lainnya seperti tanaman herbaceous. Kemampuan pelapukan tersebut sering dikaitkan dengan kerusakan tanaman pada bagian pangkal batang baik pelapukan maupun yang sering disebut sebagai penyakit busuk pangkal batang (Zakaria, 2023). Namun demikian, kemampuan lignolitik *Ganoderma* sp. Juga menunjukkan peran ekologis penting sebagai dekomposer yang dapat melapukkan berbagai substrat organik saat inang utamanya sudah mati. Tanaman herbaceous yang memiliki karakteristik yang potensial mengalami pelapukan karena struktur jaringan yang lebih lunak dan kadar lignin yang lebih rendah dari tanaman berkayu. Penelitian terkait *Ganoderma* sp. masih berfokus pada tanaman berkayu khususnya kelapa sawit (Ndeh et al., 2024; Siddiqui, et al., 2021). Kajian ilmiah terkait aktivitas ligninase yang memengaruhi tingkat pelapukan pada tanaman herbaceous masih sangat terbatas, sehingga informasi mengenai pola pelapukan dan kemampuan kolonisasi jamur terhadap kelompok tanaman ini belum banyak diteliti.

Selain tingkat pelapukan pada tanaman herbaceous, kajian terkait viabilitas miselium setelah kolonisasi menjadi salah satu parameter penting guna untuk memahami kemampuan *Ganoderma* sp dalam bertahan hidup pada berbagai jenis inang alternatifnya. Miselium yang tetap viable tersebut memiliki potensi menjadi informasi terbaru terkait bioekologi keberlangsungan hidup miselium jamur setelah terjadinya pelapukan. Kajian sebelumnya menyatakan bahwa *Ganoderma* sp mampu mempertahankan viabilitas miselium meskipun adanya perubahan lingkungan (Ji, et al., 2024). Faktor

lingkungan yang dapat memengaruhi perubahan tersebut seperti kelembaban dan suhu. Faktor itu juga berpotensi memengaruhi viabilitas miselium dalam subtract tanaman. Selain itu juga, hingga saat ini kajian mengenai interaksi *Ganoderma* sp dengan tanaman non kayu sebagian besar masih menitikberatkan pada respon patogenisitas saja. Oleh karena itu, diperlukan kajian untuk dapat memberikan informasi terkait evaluasi aktivitas lignolitik jamur secara lebih spesifik pada tanaman herbaceous.

Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan penelitian adalah untuk mengevaluasi pengaruh aktivitas *Ganoderma* sp. Terhadap tingkat pelapukan tanaman herbaceous dan menilai viabilitas miseliumnya pada uji secara in vivo di rumah kaca. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam memahami kemampuan *Ganoderma* sp untuk bertahan dan berperan sebagai saprofit pada tanaman alternatif sebagai dasar dalam melakukan pengelolaan inokulum jamur di lahan budidaya kelapa sawit maupun tanaman inang lainnya. Kebaruan ilmiah dari penelitian ini adalah tidak hanya terbatas pada pemahaman terkait dinamika patogen dan inang, tetapi juga memiliki relevansi praktis dalam mendukung keberlanjutan sistem pertanian dan pengelolaan sumber daya hayati. Dengan demikian, penelitian ini berpotensi untuk mengisi kesenjangan pengetahuan yang ada dan mendukung terciptanya solusi inovatif yang mampu menjawab tantangan dalam pengelolaan penyakit tanaman yang disebabkan oleh *Ganoderma* sp.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan Kondisi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Pemilihan rumah kaca sebagai lokasi penelitian bertujuan untuk menciptakan kondisi lingkungan yang terkontrol, sehingga faktor-faktor eksternal yang dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman dapat diminimalkan. Selama penelitian berlangsung, suhu rumah kaca berada pada kisaran 27–30°C dengan kelembapan relatif 70–85%, yang merupakan rentang kondisi optimal bagi pertumbuhan miselium dan

aktivitas enzim ligninase. Faktor lingkungan tersebut berperan dalam mendukung proses pelapukan dan viabilitas miselium secara konsisten serta memastikan bahwa hasil penelitian dapat merepresentasikan interaksi antara *Ganoderma* sp. dan tanaman secara akurat.

Persiapan Inokulum *Ganoderma* sp.

Inokulum jamur *Ganoderma* sp. diperoleh dari Laboratorium Fitopatologi Universitas Sriwijaya. Jamur ini dikultur pada media *Malt Extract Agar* (MEA) berkualitas tinggi (*Microbiology grade 99%*) untuk mendukung pertumbuhan miselium yang optimal. Proses inkubasi dilakukan dalam kondisi suhu terkendali sebesar 28°C selama 3-5 hari hingga miselium tumbuh sempurna. Setelah inkubasi, inokulum dipindahkan ke media pembawa khusus untuk mempermudah inokulasi pada tanaman uji, sehingga memungkinkan penyebaran jamur secara merata dan efektif.

Tanaman Uji dan Perlakuan

Tanaman uji yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas tanaman herbaceus tahunan, yaitu uwi (*Dioscorea alata*) dan talas (*Colocasia esculenta*), yang berumur satu bulan. Sebagai pembanding, digunakan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) dari varietas D×P PPKS Marihat yang juga berusia satu bulan. Tanaman ditanam pada tanah steril dan nonsteril guna mengevaluasi pengaruh kondisi lingkungan terhadap proses pelapukan yang diakibatkan oleh *Ganoderma* sp. Semua tanaman ditempatkan di dalam rumah kaca dengan perlakuan yang berbeda-beda, baik dengan maupun tanpa inokulasi jamur, untuk melihat efek interaksi antara patogen dan tanaman inang.

Metode Inokulasi *Ganoderma* spp.

Inokulasi *Ganoderma* spp. dilakukan dengan menempelkan inokulum secara langsung pada akar tanaman herbaceus. Pendekatan ini bertujuan untuk memastikan kontak yang efektif antara patogen dan inang. Tanaman uji diberikan perlakuan yang berbeda, yaitu tanaman yang diinokulasi bersama bibit kelapa sawit serta tanaman yang tidak diinokulasi sebagai kontrol. Perlakuan ini dirancang untuk membandingkan pengaruh keberadaan

Ganoderma spp. terhadap pertumbuhan tanaman herbaceus maupun kelapa sawit sebagai pembanding.

Pengamatan dan Pengukuran

Pengamatan dilakukan secara berkala untuk mencatat parameter yang berkaitan dengan aktivitas *Ganoderma* sp pada tanaman uji herbaceus. Pengamatan gejala makroskopik seperti perubahan warna daun, pembusukan akar, serta munculnya tubuh buah dicatat secara deskriptif sebagai data penunjang interpretasi proses pelapukan. Selain itu, pada akhir penelitian, tingkat pelapukan dievaluasi berdasarkan data kuantitatif berupa pengukuran berat massa tanaman sebelum dan sesudah perlakuan untuk mengevaluasi tingkat pelapukan yang diakibatkan oleh *Ganoderma* sp. Untuk menilai viabilitas jamur juga dilakukan pengamatan terhadap potongan akar tanaman herbaceus yang diisolasi pada media selektif khusus. Prosedur ini bertujuan untuk memastikan bahwa miselium *Ganoderma* sp tetap aktif selama periode penelitian.

Analisis Data

Data kuantitatif yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis varian (ANOVA) untuk mengetahui adanya perbedaan antar perlakuan. Jika ditemukan perbedaan yang signifikan, analisis dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada tingkat kepercayaan 5%. Penggunaan metode statistik ini bertujuan untuk memberikan hasil yang objektif dan memastikan bahwa perbedaan yang diamati dalam penelitian memiliki dasar yang valid secara ilmiah.

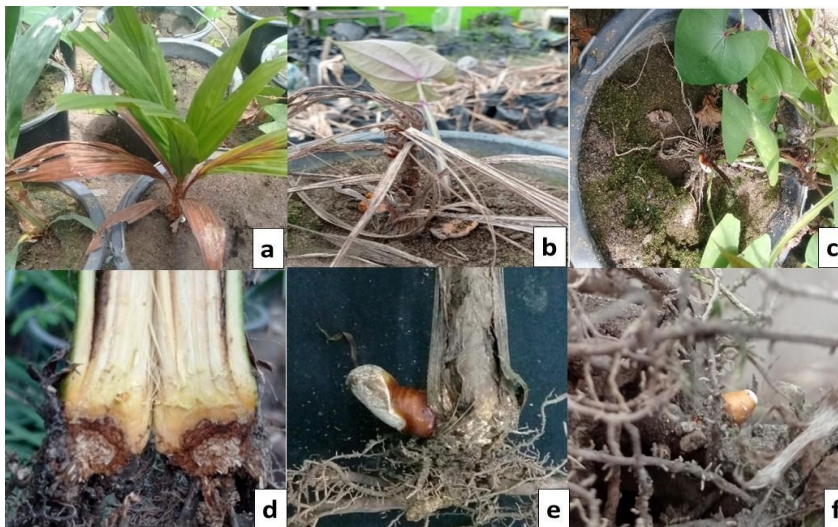
HASIL DAN PEMBAHASAN

Gejala makroskopis yang diamati pada tanaman uji menunjukkan gejala khas dengan tumbuhnya tubuh buah jamur *Ganoderma* sp. Pada tanaman herbaceus infeksi ditandai dengan munculnya gejala seperti perubahan warna daun yang melayu, adanya nekrosis pada pangkal batang. Pada beberapa tanaman tingkat infeksi sangat berat dengan ditandai munculnya tubuh buah berwarna coklat berbentuk piringan yang tumbuh di daerah sekitar pangkal batang

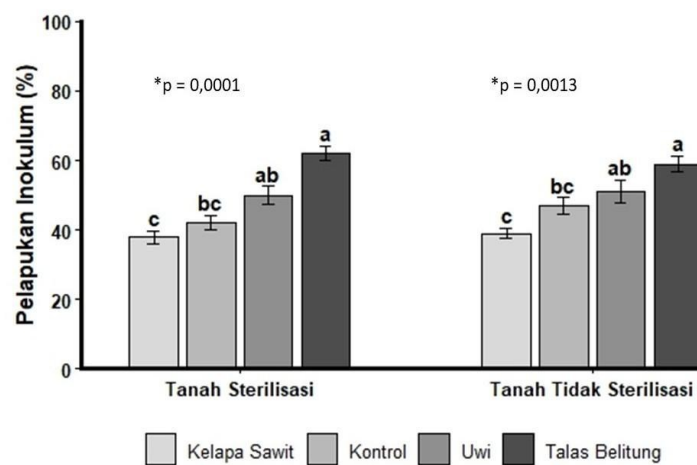
tanaman ataupun area perakaran. Gejala yang muncul ini mengindikasikan keberhasilan kolonisasi *Ganoderma* sp terhadap tanaman inang alternatif. Gejala serangan tersebut terdapat pada Gambar 1.

Tanaman yang dikoloni *Ganoderma* spp sebagai sumber inokulum menunjukkan pelapukan yang signifikan setelah masa inokulasi setelah masa inokulasi selama satu tahun. Tingkat pelapukan berbeda nyata antar jenis tanaman ($p < 0.05$), meskipun nilai pelapukan relatif seragam antar dua pengujian. Inokulasi *Ganoderma* spp pada kelapa sawit menyebabkan pelapukan

sebesar 37,47% hingga 38,50% lebih kecil dibandingkan tanaman herbaceus. Tanaman herbaceus jenis uwi menunjukkan tingkat pelapukan yang lebih tinggi antara 33,9% pada tanah steril dan 33,03% pada tanah tidak steril. Sementara itu pada tanaman Talas belitung menyebabkan pelapukan yang jauh lebih tinggi sebesar 65,22 % dan 52,56%, masing-masing untuk tanah yang di sterilisasi dan tanpa sterilisasi. Pelapukan pada penanaman talas belitung ini secara signifikan ($P < 0.05$) lebih tinggi dibandingkan kontrol berupa penanaman tanah tanpa tanaman (Gambar 2).



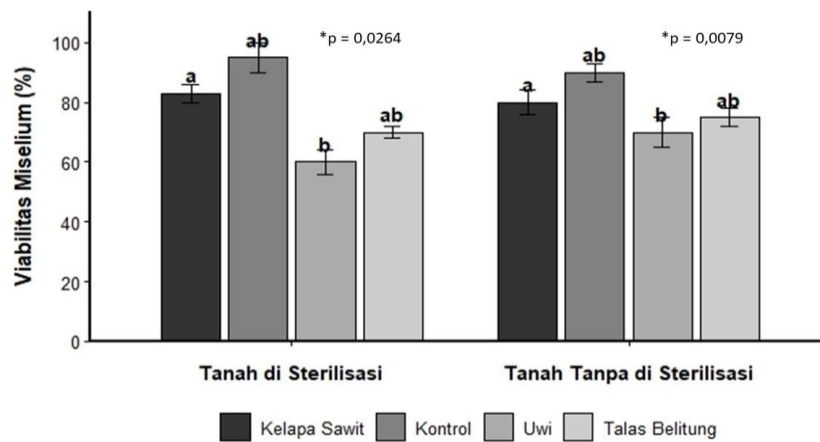
Gambar 1. Gejala serangan Infeksi *Ganoderma* sp
 (a) Gejala serangan monokultur sawit; (b) Gejala serangan pada polikultur sawit dan herbaceus; (c) Gejala serangan monokultur herbaceus; (d) Gejala pelapukan pada pangkal sawit; (e) Tubuh buah pada sawit; (f) Tubuh buah pada herbaceus



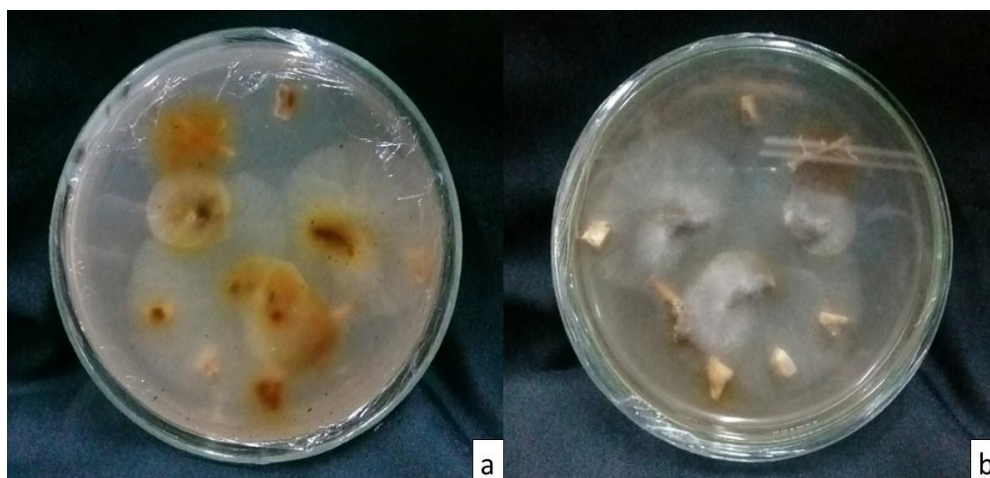
Gambar 2. Tingkat Pelapukan oleh *Ganoderma* sp

Berbeda halnya dengan pengaruh penanaman terhadap tingkat pelapukan sumber inokulum, viabilitas miselia tidak menunjukkan perbedaan nyata ($P>0.05$) antar perlakuan maupun antar jenis tanaman pada kedua kondisi tanah yang diuji. Nilai viabilitas inokulum pada pengujian tanah yang disterilisasi dan tanpa disterilisasi mencapai 83,33% dan 85%. Lebih dari 70% sample potongan akar uji masih menunjukkan pertumbuhan koloni miselium *Ganoderma* sp yang hidup (Gambar 3). Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun terjadi pelapukan jaringan yang signifikan, miselium tetap mampu mempertahankan kelangsungan hidupnya sebagai saprofit, sehingga berpotensi menjadi sumber inokulum berkelanjutan di lapangan.

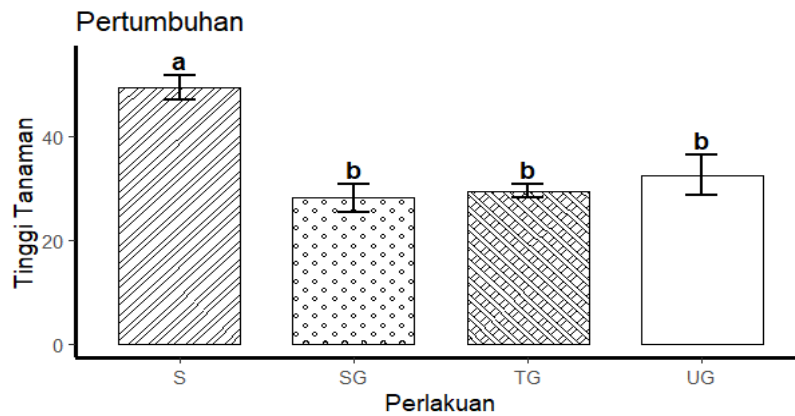
Untuk memastikan viabilitas miselium, potongan akar hasil perlakuan diinokulasikan pada media selektif. Hasil inokulasi menunjukkan Sebagian besar potongan akar menunjukkan adanya pertumbuhan koloni putih khas *Ganoderma* sp. Hal itu menandakan bahwa keberlangsungan hidup jamur setelah proses pelapukan masih tetap berlangsung. Dari hasil pengamatan ini mendukung data kuantitatif viabilitas yang menyatakan bahwa aktivitas lignolitik jamur tidak menghambat kemampuan miselium untuk bertahan hidup baik pada kondisi tanah yang di sterilisasi maupun tanpa di sterilisasi. Adapun inokulasi akar pada media selektif dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Viabilitas miselium *Ganoderma* spp



Gambar 4. Hasil Inokulasi akar herbaceus pada Media Selektif
(a) Tampak bawah petri; (b) Tampak atas petri



Gambar 5. Pertumbuhan tanaman Herbaceus

Pengamatan juga dilakukan pada faktor pertumbuhan vegetatif tanaman herbaceus. Hasil yang didapatkan menunjukkan adanya pengaruh terhadap fisiologis tanaman herbaceus akibat serangan *Ganoderma* sp. Hasil pengamatan terhadap pertumbuhan yang kerdil dibandingkan tanaman yang tidak diinokulasikan patogen. Hasil tersebut konsisten dengan pola pelapukan dan gejala makroskopis yang menunjukkan aktivitas ligninase *Ganoderma* sp berdampak langsung pada pertumbuhan tanaman herbaceus. Adapun pertumbuhan tanaman herbaceus terlihat pada gambar 5.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya infeksi penyebab kerusakan pada tanaman herbaceus terjadi akibat inokulasi *Ganoderma* sp. Gejala serangan dari patogen ini berupa terjadinya perubahan warna daun hingga terjadinya layu, nekrosis pangkal batang hingga keropos, dan pada tingkat serangan parah akan muncul tubuh buah. Dari hasil gejala yang muncul tersebut menunjukkan adanya kolonisasi aktif jamur pada jaringan herbaceus seperti pada Gambar 1. Kemampuan *Ganoderma* sp tersebut sejalan dengan pendapat Tores *et al.*, (2017) yang menyatakan bahwa kolonisasi jamur memiliki kemampuan lignolitik tinggi untuk mendegradasi atau melapukan jaringan tanaman. Selain itu juga, dilakukan pengamatan tingkat pelapukan. Adanya perbedaan tingkat pelapukan tanaman uji yang terjadi

menandakan adanya kerentanan tanaman herbaceus terhadap aktivitas enzim ligninase. Pada tanaman uji talas Belitung memperlihatkan pelapukan yang terjadi paling tinggi dibandingkan dengan tanaman uji lainnya. Hal itu disebabkan oleh karakteristik lunak tanaman jenis herbaceus dengan lapisan lignin yang rendah. Temuan tersebut sejalan dengan penelitian sebelumnya yang mengungkapkan bahwa tanaman yang memiliki kandungan lignin rendah dapat lebih cepat mengalami pelapukan akibat jamur pelapuk seperti *Ganoderma* sp (Li *et al.*, 2022).

Kondisi tinggi dan fluktuatifnya tingkat pelapukan yang terjadi tidak memengaruhi pertumbuhan hifa atau miselium jamur. Viabilitas miselium *Ganoderma* sp terlihat pada hasil tetap tinggi di semua perlakuan. Dari hasil pengamatan tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa jamur *Ganoderma* sp mampu mempertahankan keberlangsungan hidupnya walaupun jaringan tanaman mengalami pengeroposan atau degradasi. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Jiu *et al.*, (2024) dan Rahmadhani, *et al.*, (2018), yang menyatakan jamur patogen *Ganoderma* sp memiliki kemampuan adaptif tinggi untuk bertahan pada kondisi lingkungan yang tidak optimal termasuk setelah adanya pelapukan tanaman. Hasil pengamatan viabilitas miselium tersebut juga didukung oleh hasil isolasi akar. Melalui isolasi akar tanaman uji didapatkan bahwa miselium masih mampu hidup dengan baik pada media selektif (Kumar *et al.*, 2022) seperti pada gambar hasil. Hal inilah yang memperkuat temuan

baru bahwa *Ganoderma* sp dapat berperan sebagai saprofit dan patogenik sekaligus pada satu siklus hidupnya. Kemampuan mempertahankan hidup saat terjadi pelapukan menjadi indikator dari tanaman herbaceus memiliki potensi inang alternatif yang reservoir toleran selama waktu tertentu.

Pengamatan terhadap pertumbuhan tanaman herbaceus meskipun menunjukkan dampak negatif akan tetapi performa tanaman masih dapat hidup (Suwandi, *et al.*, 2024). Tanaman pada awalnya mengalami pertumbuhan kerdil pada bagian batang dan daunnya. Penurunan pertumbuhan meskipun tidak sampai menyebabkan kematian akan tetapi, proses pelapukan yang terjadi menggambarkan aktivitas ligninase secara langsung memengaruhi ketahanan tanaman (Tang *et al.*, 2018; Hapuarachchi, *et al.*, 2018).

Mekanisme toleransi tanaman herbaceus terhadap infeksi *Ganoderma* sp. mengindikasikan bahwa tanaman dapat menghasilkan senyawa tertentu yang berfungsi menekan tingkat kerusakan oleh patogen (Sahebi *et al.*, 2017). Pada penelitian yang dilakukan, viabilitas miselium yang tinggi belum dapat mengindikasikan dengan kuat bahwa tanaman herbaceus dapat menghambat pertumbuhan jamur secara aktif. Selain itu melalui penelitian ini juga mendapatkan hasil bahwa tanah yang disterilisasi dan tanpa sterilisasi memengaruhi dinamika pelapukan karena minim kompetitor. Interaksi mikroba pada tanah tanpa sterilisasi dapat memengaruhi aktivitas lignolitik. Secara keseluruhan aktivitas *Ganoderma* sp pada tanaman herbaceus menunjukkan adanya kerentanan terhadap proses pelapukan, dan keberadaan tanaman ini dapat berperan dalam mempertahankan inokulum jamur di lingkungan. Temuan baru ini juga memperkuat pemahaman bahwa pengelolaan inoculum di lapangan juga perlu mempertimbangkan keberadaan tanaman nonkayu seperti tanaman herbaceus.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa *Ganoderma* sp. berperan dalam proses infeksi pada tanaman herbaceus, seperti Uwi (*Dioscorea alata*) dan Talas (*Colocasia esculenta*). Infeksi ini menyebabkan gejala

fisiologis pelapukan yang lebih tinggi dibandingkan pada kelapa sawit. Pelapukan tertinggi terjadi pada tanaman herbaceus tersebut menunjukkan kemampuan adaptasi *Ganoderma* sp terhadap inang alternatif. Variasi pelapukan mengalami perbedaan pada media tanam tanah yang disterilisasi dan tanpa di sterilisasi. Hal itu diakibatkan karena interaksi mikroba tanah dengan tanaman serta patogen itu sendiri. Penelitian ini menegaskan bahwa aktivitas lignolitik *Ganoderma* sp berperan penting pada proses pelapukan serta tidak ada pengaruhnya terhadap viabilitas miselium untuk mempertahankan keberlangsungan hidup patogennya sendiri. Diperlukan penelitian lanjutan untuk mengeksplorasi interaksi mikroba tanah dan respon fisiologis tanaman yang terinfeksi *Ganoderma* sp.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan tenaga dan pikiran selama penelitian berlangsung. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada rekan peneliti dosen senior yang telah memberikan masukan dan perbaikan-perbaikan teknis hingga penelitian dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Govender, N. T., Mahmood, M., Seman, I. A., & Wong, M. Y. 2017. The phenylpropanoid pathway and lignin in defense against *Ganoderma boninense*-colonized root tissues in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Frontiers in Plant Science*, 8, 1395.
- Hapuarachchi, K. K., Elkhateeb, W. A., Karunarathna, S. C., Cheng, C. R., Bandara, A. R., Kakumyan, P., & Wen, T. C. 2018. Current status of global *Ganoderma* cultivation, products, industry, and market. *Mycosphere*, 9(5): 1025–1052.
- Ji, W., Zhang, N., Su, W., Wang, X., Liu, X., Wang, Y., & Ren, L. 2024. The impact of continuous cultivation of *Ganoderma lucidum* on soil nutrients, enzyme activity, and fruiting body

- metabolites. *Scientific Reports*, 14(1): 10097.
- Kumar, H. A., Sarkar, M., Darshan, K., Ghoshal, T., Kavya, B. S., Bashayl, B. M., ... & Berry, N. 2022. The Ganoderma: biodiversity and significance. In *Fungal diversity, ecology and control management* (pp. 255–291). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Li, T., Cui, L., Song, X., & others. 2022. Wood decay fungi: An analysis of worldwide research. *Journal of Soils and Sediments*, 22: 1688–1702. <https://doi.org/10.1007/s11368-022-03225-9>
- Ndeh, B. J., Tacham, W. N., Katamssadan, T. H., & Kinge, T. R. 2024. Morphological diversity of Ganoderma species and their host trees in the Mezam Division, Northwest Region, Cameroon. *Microbial Biosystems*, 9(1). <https://doi.org/10.21608/mb.2024.353098>
- Rahmadhani, T. P., Suwandi, S., & Pujiastuti, Y. 2018. Growth Response of Ganoderma sp. Mycelium Treated with Root Exudates of Herbaceous Plants. *BIOVALENTIA: Biological Research Journal*, 4(1): 28–31.
- Sahebi, M., Hanafi, M. M., van Wijnen, A. J., Akmar, A. S. N., Azizi, P., Idris, A. S., ... & Foughi, M. 2017. Profiling secondary metabolites of plant defence mechanisms and oil palm in response to Ganoderma boninense attack. *Inherbaceustional Biodeterioration & Biodegradation*, 122: 151–164.
- Siddiqui, Y., Surendran, A., Paterson, R. R. M., Ali, A., & Ahmad, K. 2021. Current strategies and perspectives for detecting and controlling basal stem rot in oil palm. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(5): 2840–2849. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.02.016>
- Suwandi, S., Alesia, M., Munandar, R. P., Fadli, R., Suparman, S., Irsan, C., & Muslim, A. 2024. The suppression of Ganoderma boninense on oil palm under mixed planting with taro plants. *Biodiversitas*, 25(3): 1143–1150. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d250329>
- Tang, X., Shao, Y.-L., Tang, Y.-J., & Zhou, W.-W. (2018). Antifungal activity of essential oil compounds (geraniol and citral) and inhibitory mechanisms on grain pathogens (*Aspergillus flavus* and *Aspergillus ochraceus*). *Molecules*, 23(9): 2108. <https://doi.org/10.3390/molecules23092108>
- Torres-Farradá, G., Manzano León, A. M., Rineau, F., Ledo Alonso, L. L., Sánchez-López, M. I., Thijs, S., Colpaert, J., Ramos-Leal, M., Guerra, G., & Vangronsveld, J. 2017. Diversity of ligninolytic enzymes and their genes in strains of the genus Ganoderma: Applicable for biodegradation of xenobiotic compounds? *Frontiers in Microbiology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00898>
- Zakaria, L. 2023. Basal stem rot of oil palm: The pathogen, disease incidence, and control methods. *Plant Disease*, 107(3): 603–615. <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-22-0358-FE>