

Keragaman Genetik *Ganoderma* spp. Pada Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Bengkulu Tengah, Bengkulu

Tunjung Pamekas*, Yenny Sariasih, Abelia Ega Putri

Universitas Bengkulu

DOI: <https://doi.org/10.47134/trilogi.v5i2.1702>

*Correspondensi: Tunjung Pamekas

Email: tunjungpamekas@unib.ac.id



Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

kuler *Ganoderma* spp. Hasil penelitian menunjukkan adanya variasi bentuk basidiokarp dan pertumbuhan miselium *Ganoderma* spp., sementara analisis mikroskopis mengonfirmasi adanya struktur khas seperti clamp connection dan basidiospora. Analisis molekuler menunjukkan bahwa isolat dari Kecamatan Talang Empat, memiliki kemiripan tertinggi dengan *Ganoderma orbiforme* (99.48%) yang berasal dari kelapa sawit dari Thailand. Penemuan ini mengkonfirmasi ditemukan spesies *Ganoderma* lain, selain *G. boninense*, di kelapa sawit Indonesia.

Kata Kunci : *Ganoderma orbiforme*, kelapa sawit, keragaman genetik, penyakit busuk pangkal batang.

Abstract: Basal Stem Rot disease causes basal rot in oil palm trees, leading to reduced harvest yields or tree death. Central Bengkulu Regency, as one of the oil palm-producing areas in Bengkulu Province, does not yet have data on the genetic diversity of *Ganoderma* spp. that attack oil palm plants. This study aims to analyze the genetic diversity of *Ganoderma* spp. in oil palm plants in Central Bengkulu Regency. Five selected districts in Central Bengkulu Regency were diagonally determined as sample districts, with five villages chosen from each district. The research stages included collection of basidiocarps, isolation, characterization, and morphological and molecular identification of *Ganoderma* spp. The results showed variation in the shape of *Ganoderma* spp. basidiocarps and mycelium growth, while microscopic analysis confirmed the presence of characteristic structures such as clamp connections and basidiospores. Molecular analysis showed that the isolate from Talang Empat District has the highest similarity with *Ganoderma orbiforme* (99.48%) originating from oil palms in Thailand. This discovery confirms the presence of other *Ganoderma* species, besides *G. boninense*, in Indonesian oil palms.

Keywords: *Ganoderma orbiforme*, oil palm, genetic diversity, basal stem rot disease.

Pendahuluan

Kelapa sawit menjadi komoditas penting bagi perekonomian Indonesia, sebab memiliki peranan paling besar dalam menggerakkan ekonomi masyarakat, selain sebagai penyumbang devisa negara. Luas areal tanaman kelapa sawit tahun 2024 sudah mencapai 16.38 juta ha yang meningkat sangat cepat dibandingkan pada tahun 2023 yang baru mencapai 16.8 juta ha (BPS, 2024). Provinsi Bengkulu merupakan wilayah perkebunan kelapa sawit dengan luas 309.100 ha (BPS, 2017) dimana 200.000 ha adalah perkebunan kelapa sawit rakyat. Minyak sawit telah menjadi tulang punggung ekonomi bagi sebagian besar rumah tangga di Provinsi Bengkulu karena banyak penggunaan lahan dan konversi komoditas diubah menjadi perkebunan kelapa sawit (Sukiyono *et al.*, 2017). Kelapa sawit juga mampu meningkatkan pendapatan domestik dengan terbukanya peluang kerja maupun sumber devisa negara dengan bahan baku minyak sawit yang dihasilkan (Sudarmaji, 2007; Fauzi *et al.*, 2002).

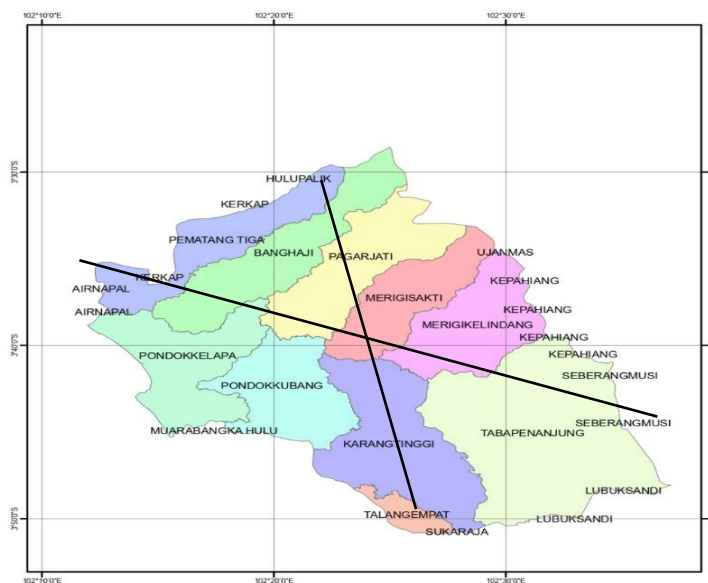
Salah satu kendala yang dihadapi dalam peningkatan produksi kelapa sawit pada beberapa tahun ini adalah serangan penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan oleh cendawan *Ganoderma* spp. Cendawan diketahui tidak hanya menyerang tanaman kelapa sawit pada tahap produksi saja tetapi juga dapat menyerang selama tahap pembibitan (Susanto, 2002; Susanto, 2013). Oleh sebab itu, penyakit busuk pangkal batang digolongkan menjadi penyakit mematikan yang menyebabkan kehilangan hasil secara luas pada perkebunan kelapa sawit (Naher *et al.*, 2013). Perkembangan penyakit relatif lambat dan gejala muncul pada tahap akhir serangan sehingga disebut sebagai “silent killer” pohon sawit. Serangan penyakit berdampak terhadap terganggunya transportasi air dan unsur hara dari dalam tanah, terjadi klorosis pada daun, massa batang berkurang atau keropos, tanaman menjadi tidak mampu lagi berbuah dan akhirnya menimbulkan kematian. Pohon yang terserang akan rendah produksinya dan kemudian mati.

Tanaman kelapa sawit yang terserang *Ganoderma* spp, cenderung sulit terdeteksi apabila masih berada dalam gejala awal. Persebaran spora *Ganoderma* spp di awal infeksi berada dalam jaringan tanaman, serangan lebih lanjut akan menunjukkan perubahan fisiologi tanaman (Chong *et al.*, 2017) yang mengakibatkan pengurangan produksi tandan buah segar (TBS) dan penurunan rendemen pada tanaman yang terinfeksi. Umumnya, serangan penyakit BPB lebih sering terjadi pada tanaman yang telah berusia di atas 15 tahun. Ketika tanaman kelapa sawit terserang rentan tumbang dan mati satu per satu. Hasilnya, penyakit busuk pangkal batang dapat menyebabkan laju kematian pohon hingga 3,7% per tahun atau setara kematian 4 pohon per tahun pada populasi tegakan 110 pohon/ha. Rendahnya produktivitas terutama ketika populasi hanya tinggal 50% (Susanto *et al.*, 2020) atau sekitar 70 pohon/ha. Evizal *et al.* (2020) melaporkan pada kebun kelapa sawit tua (umur 21-24 tahun) populasi tegakan sawit tinggal 54% pada devisa yang tinggi keterjadian penyakit busuk pangkal batang. Penyakit ini telah mengancam industri kelapa sawit di Indonesia di atas 50% dengan perkiraan kerugian tahunan dapat melebihi 250 juta dolar setiap tahunnya (Susanto, 2011; Darmono, 2011).

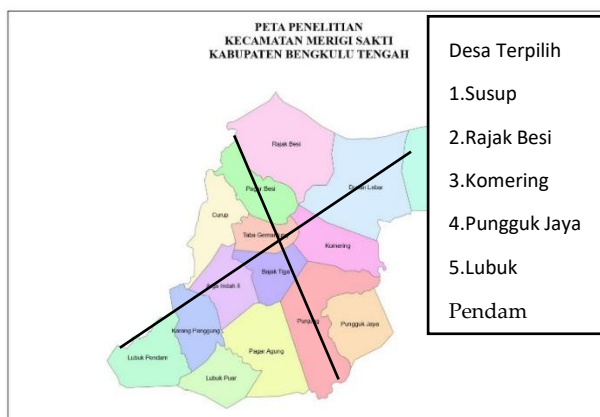
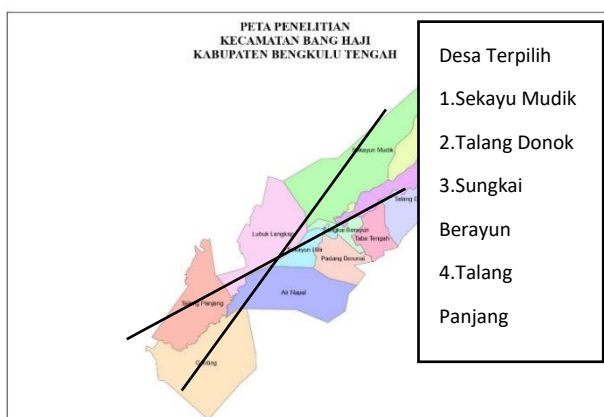
Kushairi *et al.* (2019) melaporkan penyebab penyakit busuk batang kelapa sawit di Asia Tenggara selain *G. boninense*, adalah *G. zonatum*. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Cooper *et al.* (2011) bahwa saat ini telah dilaporkan terdapat 15 spesies

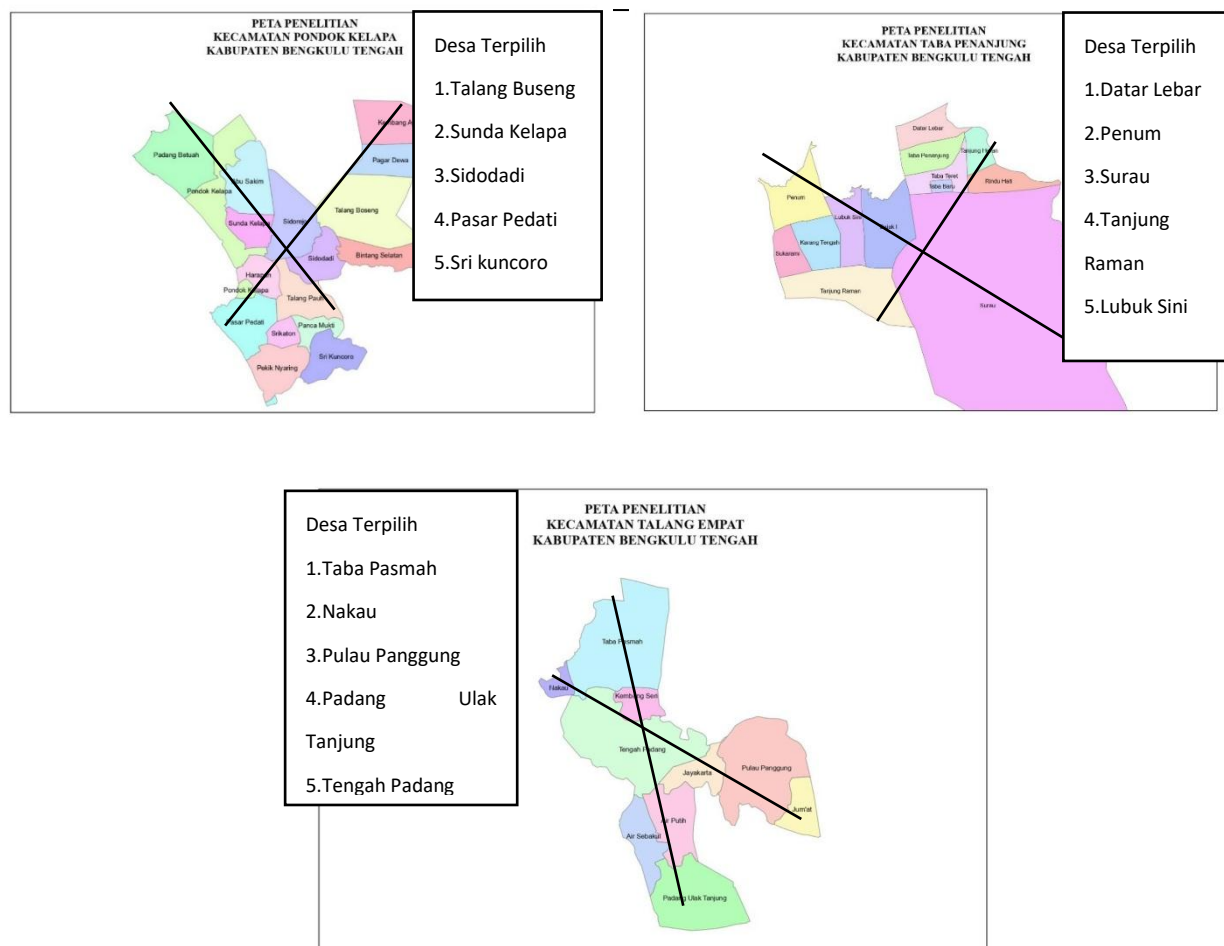
Ganoderma spp. penyebab penyakit busuk pangkal batang termasuk *G. boninense*, *G. chalceum*, *G. miniactocinctum*, *G. tornatum*, dan *G. zonatum*. Trisawa *et al.* (2022) melaporkan juga bahwa *G. zonatum* ditemukan menjadi penyebab penyakit pangkal busuk batang kelapa sawit di Riau. Keragaman genetik tersebut terkait dengan bioekologi patogen yang digunakan sebagai dasar pemilihan metode pengendalian yang tepat.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis keragaman genetik *Ganoderma* spp. pada tanaman kelapa sawit di wilayah Kabupaten Bengkulu Tengah sebagai landasan awal dalam upaya pengendalian penyakit busuk pangkal batang.



Gambar 1. Peta lokasi Kabupaten Bengkulu Tengah





Gambar 2. Peta kecamatan dan desa terpilih di Kabupaten Bengkulu Tengah

Pengambilan Sampel dan Isolasi Cendawan

Titik pengambilan sampel dilakukan dengan metode purposive sampling. Isolasi cendawan dilakukan dengan metode penanaman jaringan. Tubuh buah yang baru diambil dari lapangan, kemudian dibawa ke laboratorium. Tubuh buah dipotong kecil-kecil dengan menggunakan pisau yang telah disterilkan dengan ukuran 1 cm x 1 cm, lapisan tubuh buah yang paling luar dikikis dengan ketebalan 1 mm, kemudian direndam di dalam larutan NaOCI 0,5% selama 1 menit kemudian kedalam alkohol 96% selama 1 menit setelah itu kembali dicuci dengan air steril lalu dikeringkan diatas tissue. Tubuh buah yang telah disterilkan diinokulasi ke dalam petri yang berisi media PDA (*Potato Dextrose Agar*) dengan menggunakan pinset. Lalu pinggiran petri dibakar dengan api bunsen setelah itu pinggiran petridish ditutup dengan wrapping. Selanjutnya biakan diinkubasi selama 4-7 hari. Hifa cendawan yang tumbuh pada jaringan tanaman kemudian dimurnikan pada media PDA menggunakan cork borer.

Identifikasi Cendawan

Identifikasi dilakukan dengan dua cara yaitu dengan mengamati secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan secara makroskopis dilakukan secara langsung yaitu dengan mengamati bentuk tubuh buah *Ganoderma*, bentuk, ukuran, dan warna. Pengamatan secara makroskopis pada koloni yaitu dengan mengamati, ketebalan dan warna koloni (miselium), pertumbuhan diameter. Pengamatan secara mikroskopis

dilakukan dibawah mikroskop dengan mengamati ada tidaknya basidiospora, *clamp connection* dan hifa.

Ekstraksi DNA *Ganoderma* spp.

Lima miselium *Ganoderma* spp. yang tumbuh pada medium PDA yang mewakili setiap kecamatan digunakan untuk ekstraksi DNA. Ekstraksi DNA dilakukan menggunakan metode CTAB menurut Doyle & Doyle (1990) dengan modifikasi (Pamekas *et al.*, 2026). Biakan untuk ekstraksi berumur 4 minggu yang ditumbuhi miselium dipotong dengan ukuran sekitar 2 cm x 2 cm, ditimbang menggunakan timbangan analitik sebanyak 0,2 gram ditambahkan CTAB 2% 700 µL kemudian digerus hingga halus. Hasil gerusan dimasukkan ke dalam tube appendorf 1,5 ml, ditambahkan 700 µL CTAB (ceryl trimethylammonium bromide) 2% kemudian dipanaskan dalam Drybath pada suhu 65°C selama 30 menit, setiap 10 menit dibolak-balik untuk membantu proses lisis. Tube yang berisi ekstraksi di sentrifuse 8000 rpm selama 5 menit, setelah itu supernatan dipindah ke tube baru tambahkan CIA (chloroform:isoamil alkohol) dengan perbandingan 24:1 hingga full tube, kemudian di sentrifuse 12000 rpm selama 10 menit. Lapisan paling atas dipindah ke tube baru dan tambahkan ethanol 96% dingin hingga fulltube. DNA murni hasil ekstraksi disimpan semalam pada suhu -20 °C. DNA murni hasil ekstraksi dikeluarkan dari freezer, kemudian di sentrifuse 12.000 rpm selama 1 menit. Kemudian buang supernatant, pellet di ambil tambahkan ethanol 70% dingin hingga fulltube, dan di bolak balik/fullinvert dan jentik ujung tube agar pellet lepas kemudian di sentrifuse 12000 rpm selama 10 menit, diulang sebanyak 2 kali. Tube yang berisi pellet di keringkan di atas tissue selama 1-2 jam. Setelah kering pellet yang mengandung DNA ditambahkan NFW (*Nuclease free water*) atau ddH₂O sebanyak 100 µL. Konsentrasi dan kemurnian DNA genom diperiksa menggunakan Spektrofotometer Nano (Purnamasari *et al.*, 2012). Hasil ekstraksi DNA disimpan di dalam freezer pada suhu -20 °C.

Amplifikasi DNA dengan PCR Menggunakan ITS1/ITS4

Primer ITS-1 (5' TCCGTAGGTGAACCTGCGG 3') dan ITS-4 (5' TCCTCCGCTTATTGATATGC 3') digunakan untuk mengamplifikasi DNA total sampel (White *et al.*, 1990). Penggunaan primer ITS berdasar bahwa internal transcribed spacers (ITS) adalah bagian dari RNA ribosom (rRNA) yang tidak mengkode protein fungsional sehingga daerah ITS umum dimanfaatkan dalam studi filogeni, analisis evolusi, penentuan taksonomi, serta mengetahui perbedaan variasi genetik di antara jenis-jenis cendawan *Ganoderma* spp. (Moncalvo *et al.*, 1995; Latiffah, 2001; Nusaibah *et al.*, 2011). Volume DNA total PCR minimal 10 ng/µl dengan target 650 bp. Reaksi PCR untuk 10 µL total reaksi terdiri atas 5 µL MyTaq (Bioline), 1 µL primer forward ITS-1 dan 1 µL primer reverse ITS-4, 2 µL DNA dan 1 µL NFW. Gradient thermal cycler (Labstac) digunakan untuk amplifikasi PCR diawali pre-denaturasi pada suhu 94°C selama 5 menit dengan 30 siklus denaturasi pada suhu 96°C selama 30 detik, penempelan primer (annealing) pada 50°C selama 30 detik, proses pemanjangan pada 72°C selama 90 detik. GOT 2 x 30 kemudian post extention 72°C selama 10 menit selanjutnya sebanyak 4 µL dari hasil PCR dielektroforesis pada gel agarose 2% yaitu 35 ml TBE dan 0,7 gr agarose, dipanaskan di hot plate pada temperature 100°C dengan kecepatan 100 rpm selama ± 15 menit, setelah bening pada suhu hangat kuku ditambahkan Ethidium Bromide (EtBr) sebanyak 1 µL,

dituang kedalam cetakan (gel tray), diamkan $\pm$ 30 menit hingga mengeras, kemudian masukkan ke dalam mesin elektroforesis, kemudian ditambahkan 1X TBE hingga gel agarose terendam, setelah itu masukkan marker PCR DNA marker sebanyak 2 μ L kedalam sumur elektroforesis, kemudian masukkan DNA murni sampel *Ganoderma* sebanyak 2 μ L dan dielektroforesis pada tegangan 50 volt selama 50 menit. Hasil elektroforesis divisualisasi menggunakan GelDoc (Syngene G: Box) (Purnamasari *et al.*, 2012).

Sequencing dan Pohon Filogenetik

Hasil PCR yang paling terang digunakan untuk sequencing untuk memastikan species dari *Ganoderma* yang ada. Sequencing dilakukan di Sanger DNA Sequencing by using Capillary Electrophoresis Test Laboratory Location Apical Scientific Sdn. Bhd. Selangor, Malaysia. Data hasil sequencing dianalisis dengan software MEGA X dan dibuat pohon filogenetik untuk melihat kekerabatan sampel dengan *Ganoderma* yang ada pada GenBank NCBI.

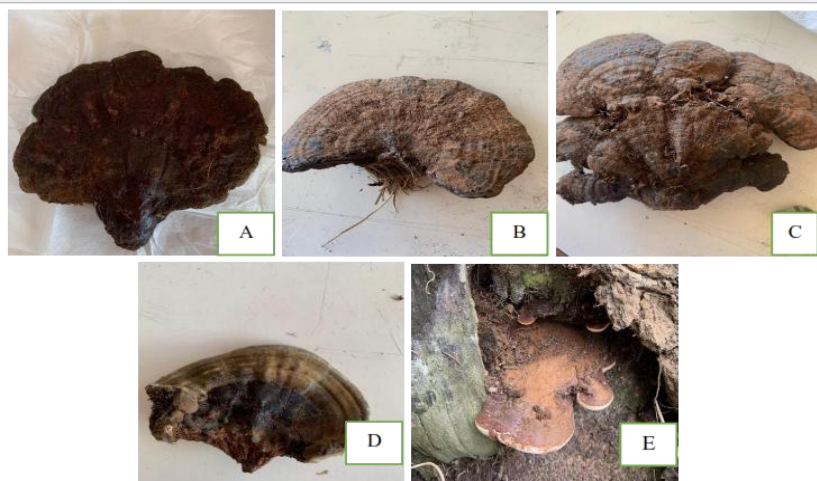
Analisis Data

Data disajikan secara deskriptif dalam bentuk table dan gambar.

Hasil dan Pembahasan

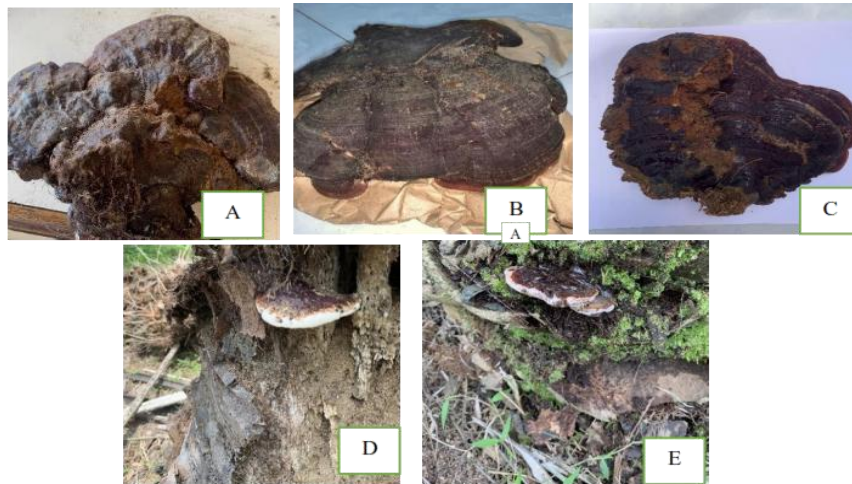
Karakteristik Morfologi *Ganoderma* di Kabupaten Bengkulu Tengah

Identifikasi morfologi *Ganoderma* menjadi langkah awal dalam memahami keanekaragaman patogen sebelum dianalisis secara molekuler. Dalam penelitian ini *Ganoderma* yang didapatkan pada 5 kecamatan di Kabupaten Bengkulu Tengah memiliki karakteristik yang beragam.



Gambar 3. Morfologi basidiokarp *Ganoderma* spp. di Kecamatan Bang Haji.

Keterangan: A Desa Sekayu Mudik, B Desa Talang Donok, C Desa Sungkai Berayun, D Desa Talang Panjang, E Desa Genting



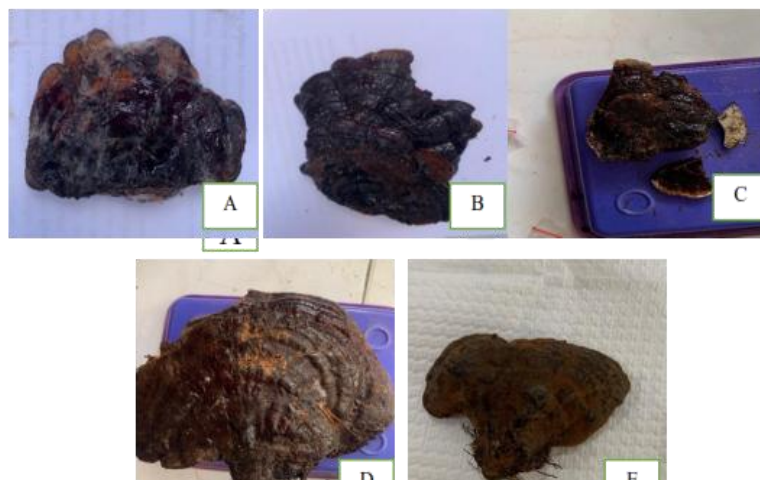
Gambar 4. Morfologi basidiokarp *Ganoderma* spp. di Kecamatan Merigi Sakti.

Keterangan: A Desa Susup, B Desa Rajak Besi, C Desa Komering, D Desa Pungguk Jaya, E Desa Lubuk Pendam



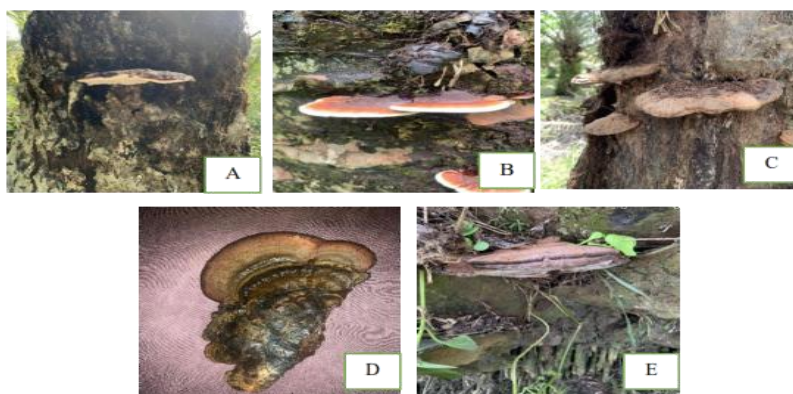
Gambar 5. Morfologi basidiokarp *Ganoderma* spp. di Kecamatan Pondok Kelapa.

Keterangan: A Desa Talang Buseng, B Desa Sunda Kelapa, C Desa Sidodadi, D Desa Pasar Pedati, E Desa Sri Kuncoro



Gambar 6. Morfologi basidiokarp *Ganoderma* spp. di Kecamatan Taba Penanjung.

Keterangan: A Desa Datar Lebar, B Desa Penum, C Desa Surau, D Desa Tanjung Raman, E Desa Lubuk Sini



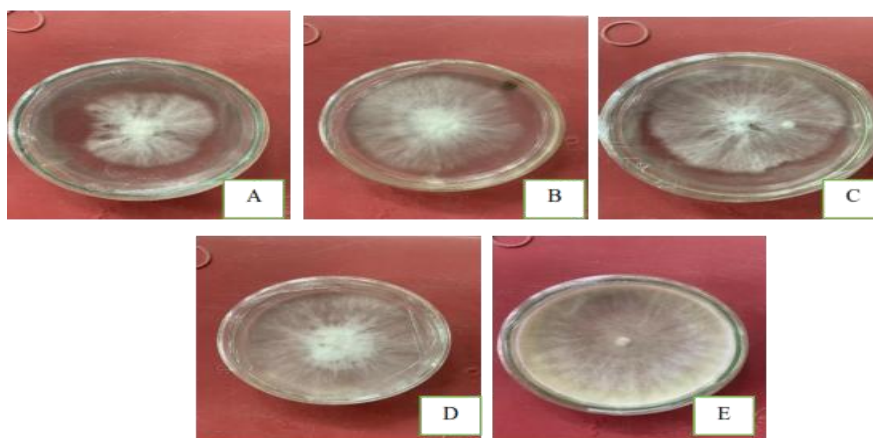
Gambar 7. Morfologi basidiokarp *Ganoderma* spp. di Kecamatan Talang Empat.

Keterangan: **A** Desa Taba Pasmah, **B** Desa Nakau, **C** Desa Pulau Panggung, **D** Desa Pdg Ulak Tanjung, **E** Desa Tengah Padang

Berdasarkan hasil pengamatan makroskopis dapat dilihat bahwa terdapat variasi basidiokarp pada 5 kecamatan. Basidiokarp pada Desa Sekayu Mudik, Komering, Tanjung Raman, Datar Lebar, Penum, Surau, Taba Pasmah, dan Pulau Panggung memiliki bentuk seperti kipas, permukaan tidak rata, bergelombang atau berkerut, bagian tepi relatif tebal, membulat dan memiliki diameter rata-rata 10-15 cm serta ketebalan rata-rata 4-6 cm. Basidiokarp Desa Talang Donok, Sungkai Berayun, Susup, Sri Kuncoro, dan Lubuk Sini memiliki bentuk yang hampir sama, yaitu setengah lingkaran yang memanjang, berwarna cokelat kemerahan, sedangkan pada Desa Talang Donok memiliki bentuk seperti kipas, permukaan terlihat halus dibandingkan dengan tubuh buah yang lainnya, warnanya cokelat kemerahan dengan lapisan mengkilap berdiameter 10-20 cm dan ketebalan rata-rata 5 cm. Basidiokarp dari Desa Talang Panjang, Rajak Besi, dan Genting memiliki bentuk basidiokarp seperti kipas atau setengah lingkaran, permukaan atas tampak tidak rata atau bergelombang dan memiliki warna yang berbeda, yaitu cokelat kemerahan, berdiameter 10-25 cm, sedangkan di Desa Genting dan Rajak Besi memiliki warna cokelat tua di bagian dalam, warna lebih muda atau putih kekuningan di bagian tepi dengan permukaan mengkilap pada beberapa bagian. Basidiokarp pada Desa Pungguk Jaya, Lubuk Pendam, dan Nakau memiliki bentuk yang melebar dan pipih, menyerupai setengah lingkaran atau sebagian yang membentuk seperti kipas. Permukaannya terlihat relatif rata dan menghadap ke atas. Warnanya tampak bervariasi, dengan perpaduan warna cokelat muda, krem, dan sedikit kehitaman atau abu-abu dan merah kecokelatan dan berdiameter rata 5-10 cm dan ketebalan rata-rata 5-8 cm. Di Desa Talang Buseng basidiokarp berbentuk tampak seperti setengah lingkaran atau kipas yang memiliki warna cokelat tua dibagian tengah dan kekuningan atau cokelat muda di bagian tepi. Permukaannya terlihat tidak rata dan memiliki tekstur lembut berdiameter 7 cm. Basidiokarp di Desa Pasar Pedati dan Padang Ulak Tanjung memiliki bentuk seperti ginjal atau setengah lingkaran bagian atas memiliki bentuk yang melengkung dan jika dilihat dari samping membentuk setengah lingkaran. Permukaan atas terlihat tidak rata dan bergelombang dan memiliki warna cokelat kemerahan berdiameter 10-15 cm dan ketebalan rata-rata 5 cm. Di Desa Sunda Kelapa basidiokarp memiliki bentuk setengah lingkaran yang tidak beraturan dan memiliki ketebalan bisa sekitar 5 cm, terlihat adanya variasi warna yaitu cokelat muda hingga cokelat tua dan keputihan, pada bagian bawah

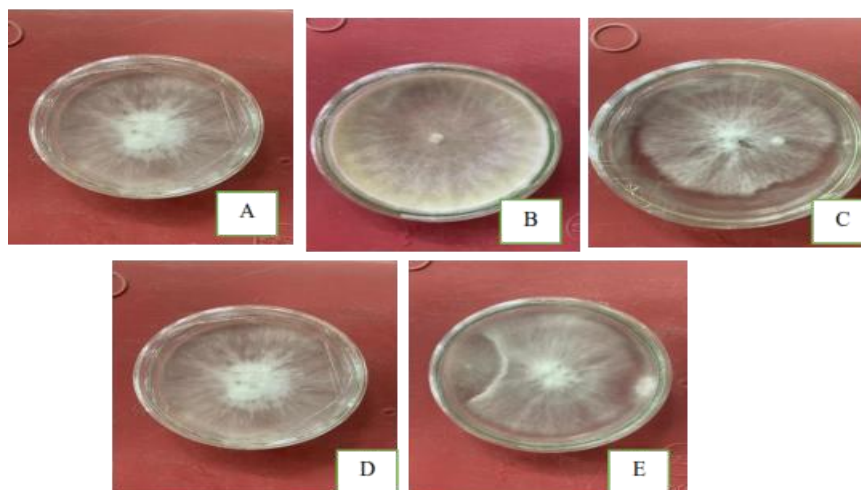
seluruh tubuh buah pada 25 desa memiliki pori-pori tempat terbentuknya basidium berupa tabung hialin bulat dengan diameter berkisar 12 μm (Susanto, 2013). Basidiokarp pada 5 Kecamatan ditemukan menempel pada pangkal batang dan dibatang tanaman kelapa sawit yang terinfeksi *Ganoderma* spp., dengan diameter rata-rata 5-30 cm. Hasil penelitian sebelumnya juga melaporkan bahwa basidiokarp *Ganoderma* spp., dapat mencapai diameter 30 cm (Susanto *et al.*, 2008).

Hasil dari isolasi *Ganoderma* menunjukkan bahwa koloni yang terbentuk memiliki karakteristik yang berbeda. Menurut Seo dan Kirk (2000) koloni pada *Ganoderma* memiliki warna putih hingga kekuningan. Pada saat isolat masih muda warna koloni yaitu berwarna putih, sedangkan jika isolat sudah tua koloni berubah menjadi kekuningan.



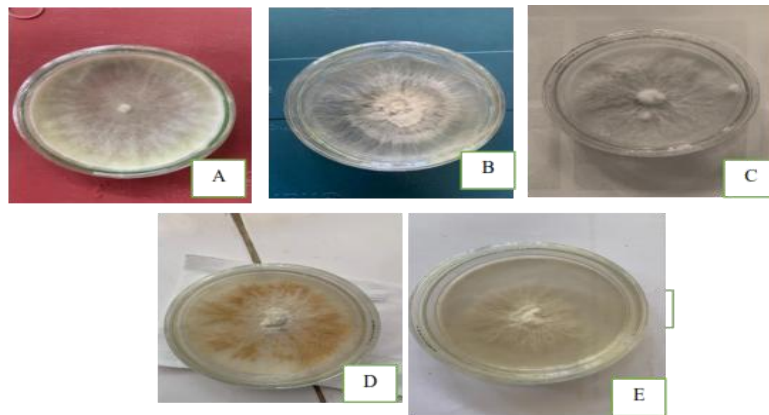
Gambar 8. Koloni *Ganoderma* yang berasosiasi dengan penyakit busuk pangkal batang Kecamatan Bang Haji.

Keterangan: A Desa Sekayu Mudik, B Desa Talang Donok, C Desa Sungkai Berayun, D Desa Talang Panjang, E Desa Genting



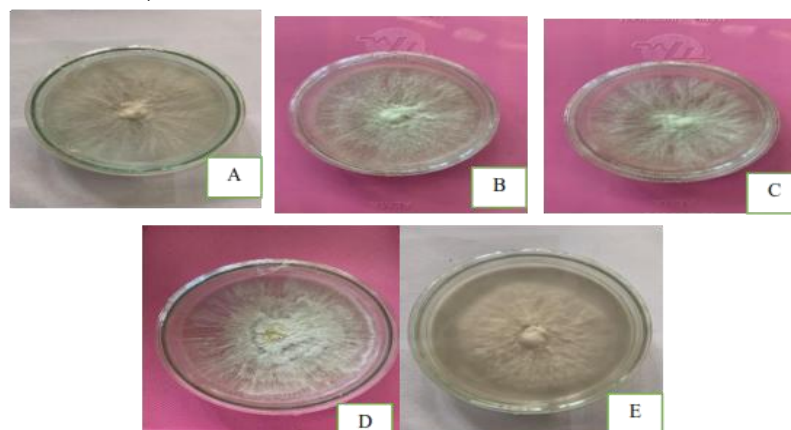
Gambar 9. Koloni *Ganoderma* yang berasosiasi dengan penyakit busuk pangkal batang Kecamatan Merigi Sakti.

Keterangan: A Desa Susup, B Desa Rajak Besi, C Desa Komering, D Desa Pungguk Jaya, E Desa Lubuk Pendam



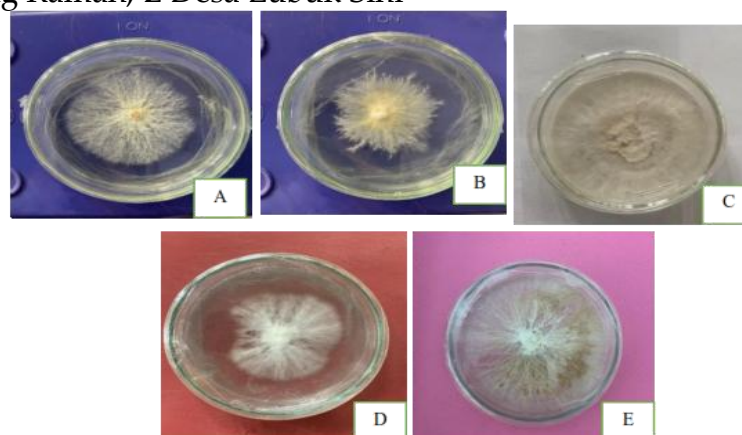
Gambar 10. Koloni *Ganoderma* yang berasosiasi dengan penyakit busuk pangkal batang Kecamatan Pondok Kelapa.

Keterangan: **A** Desa Talang Buseng, **B** Desa Sunda Kelapa, **C** Desa Sidodadi, **D** Desa Pasar Pedati, **E** Desa Sri Kuncoro



Gambar 11. Koloni *Ganoderma* yang berasosiasi dengan penyakit busuk pangkal batang Kecamatan Taba Penanjung.

Keterangan: **A** Desa Datar Lebar, **B** Desa Penum, **C** Desa Surau, **D** Desa Tanjung Raman, **E** Desa Lubuk Sini



Gambar 12. Koloni *Ganoderma* yang berasosiasi dengan penyakit busuk pangkal batang Kecamatan Talang Empat.

Keterangan: **A** Desa Taba Pasmah, **B** Desa Nakau, **C** Desa Pulau Panggung, **D** Desa Pdg Ulak Tanjung, **E** Desa Tengah Padang

Hasil dari isolasi *Ganoderma* (Gambar 8-12) menunjukkan bahwa koloni yang terbentuk memiliki karakteristik yang berbeda. Pada saat isolat masih muda warna koloni yaitu berwarna putih, sedangkan jika isolat sudah tua koloni berubah menjadi kekuningan. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada Desa Sidodadi, Pasar Pedati, Taba Pasmah, Nakau, dan Tengah Padang, isolat terlihat sudah tua karena warna sudah berubah menjadi kekuningan dengan miselium yang berbentuk seperti akar dengan warna putih berdiameter 3,5-7 cm dalam ± 4 minggu pada media PDA, hasil dari isolasi pada Desa Sekayu Mudik, Talang Donok, Sungkai Berayun, Talang Panjang, Genting, Susup, Rajak Besi, Komering, Pungguk Jaya, Lubuk Pendam, Talang Buseng, Sunda Kelapa, Sri Kuncoro, Datar Lebar, Penum, Surau, Tanjung Raman, Lubuk Sini, Pulau Panggung, dan Padang Ulak Tanjung, memiliki koloni yang berwarna putih dengan miselium berbentuk akar yang berstruktur halus. Pertumbuhan koloni pada penelitian ini memiliki diameter mulai dari 3,5-9 cm dalam ± 28 hari pada media PDA. Pertumbuhan miselium *Ganoderma* pada 5 Kecamatan dan 25 Desa ini termasuk lambat, karena membutuhkan waktu ± 4 minggu dan ada yang lebih dari 4 minggu. *Ganoderma* spp. ini ditumbuhkan pada media PDA.



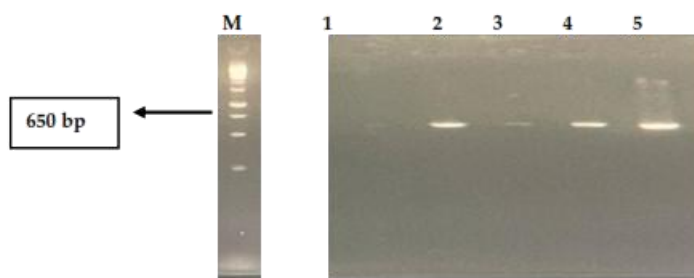
Gambar 13. Mikroskopis *Ganoderma* yang berasosiasi dengan busuk pangkal batang Kecamatan Bang Haji.

Keterangan: **A** Hifa *Ganoderma*, **B** Clamp connection *Ganoderma*.

Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa secara umum hifa patogen tidak terlalu tebal, bersekat, hialin hingga sedikit berwarna kekuningan atau kecoklatan. Ada *clamp connection* yang berbentuk tonjolan yang melengkung di sekitar sekat menghubungkan sel sebelumnya dengan sel yang baru terbentuk (Gambar 13).

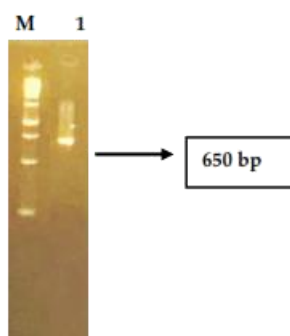
Identifikasi Sampel DNA *Ganoderma* spp. Secara Molekuler

Dari 25 isolat yang diperoleh, diambil lima isolat yang merupakan perwakilan setiap kecamatan dengan kriteria pertumbuhan isolat bagus dan sempurna. DNA hasil isolasi dicek konsentrasi menggunakan nanospektrofotometer, konsentrasi DNA yang dihasilkan berkisaran 25.75-550.5 $\mu\text{g/mL}$. Konsentrasi paling rendah berada pada sampel nomor 1 sebesar 25.75 $\mu\text{g/mL}$, bisa dilihat pada gambar, bahwa pita DNA yang dihasilkan tidak terang bahkan terlalu tipis. Konsentrasi paling tinggi berada pada sampel nomor 4 sebesar 550,5 $\mu\text{g/mL}$. Amplifikasi PCR dilakukan untuk mendeteksi keberadaan DNA target pada sampel yang dikumpulkan dari berbagai desa di lima Kecamatan. Amplifikasi PCR menggunakan primer ITS1 dan ITS4. Hasil amplifikasi dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Hasil amplifikasi DNA *Ganoderma* spp. dengan primer ITS1/ITS4. M: marker DNA ladder 1 kb.

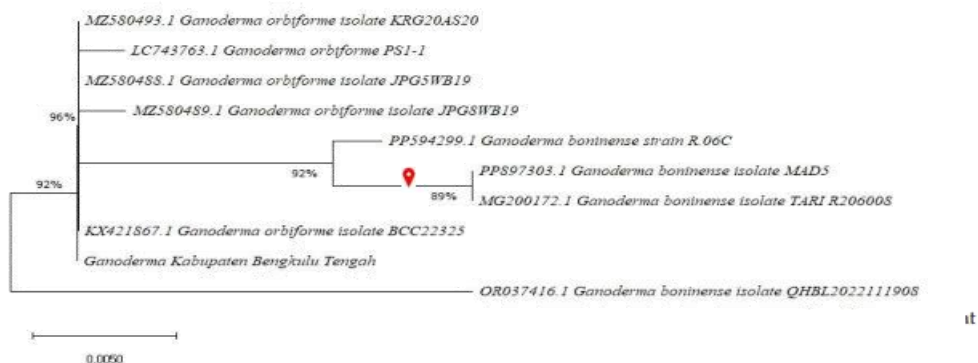
Keterangan. 1. Kecamatan Bang Haji, 2. Merigi Sakti, 3. Pondok Kelapa, 4. Taba Penanjung, 5. Talang Empat.



Gambar 15. Hasil amplifikasi DNA *Ganoderma* spp. dengan primer ITS1/ITS4. M: marker DNA ladder 1 kb.

Keterangan 1. Sampel terpilih untuk sequencing dari Kecamatan Talang Empat.

Selanjutnya hasil sekuensing DNA, dianalisis menggunakan program MEGA X untuk mendapatkan pohon filogenetik yang bertujuan untuk penentuan spesies *Ganoderma* hasil isolasi didasarkan pada spesies dengan kekerabatan terdekat antara isolate dengan spesies perbandingan berdasarkan hubungan evaluasi. Berdasarkan tabel 5 maka diperoleh pohon filogenetik yang menggambarkan kekerabatan antara sampel yang ada dengan data *Ganoderma* yang terdapat pada GenBank. Pohon filogenetik dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Pohon filogenetik *Ganoderma*

Pohon filogenetik pada Gambar 16 menunjukkan hubungan kekerabatan antar spesies atau isolat *Ganoderma* yang ditemukan di Kecamatan Talang Empat Bengkulu Tengah dengan isolat yang terdaftar di GenBank. Isolat *Ganoderma* tersebut memiliki kesamaan genetik dengan *G. orbiforme* isolat BCC22325 yang berasal dari kelapa sawit Thailand. Hal ini merupakan konfirmasi bahwa spesies *Ganoderma* tersebut telah ada di Indonesia. Hasil penelitian sebelumnya di Indonesia telah dilaporkan ditemukan *G. boninense* (Abadi, 1987), *G. australe* dan *G. obiforme* (Afandi *et al.*, 2017) pada kelapa sawit. Lebih lanjut Idris *et al.* (2004) menyatakan bahwa di Malaysia ditemukan *G. boninense*, *G. miniatocinctum*, *G. zonatum*, dan *G. tornatum*. Di Afrika barat penyebab BPB diidentifikasi sebagai *G. lucidium* Karst, sedangkan di Nigeria diidentifikasi sebagai *G. zonatum*, *G. encidum*, *G. colossus*, dan *G. applanatum* (Corley *et al.*, 2015).

Keragaman genetik *Ganoderma* dapat mempengaruhi tingkat virulensi patogen, pola penyebaran, serta efektivitas pengendalian penyakit busuk pangkal batang. Pemahaman mengenai ciri khas atau cara cendawan *Ganoderma* tumbuh, hidup, dan menyebar sangat penting. Salah satu langkah awal dalam proses karakterisasi adalah melalui identifikasi morfologi dan molekuler. Perkembangan *Ganoderma* pada kelapa sawit menjadi hal penting untuk diawasi karena dapat menimbulkan penyakit busuk pangkal batang yang berpotensi menurunkan produktivitas kebun. *Ganoderma* dapat menyerang tanaman kelapa sawit tua maupun muda.

Ganoderma spp. telah ditemukan di Kabupaten Bengkulu Tengah, dengan tingkat deteksi yang bervariasi. Oleh karena itu perlu untuk meningkatkan kesadaran petani tentang pengolahan lahan sawit dan strategi pengendalian yang baik, agar dapat mendukung keberlanjutan sektor kelapa sawit di wilayah Kabupaten Bengkulu Tengah, sehingga kerugian ekonomi yang dialami akibat serangan *Ganoderma* dapat diminimalkan.

Simpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terdapat variasi keragaman genetik dari *Ganoderma* pada kelapa sawit di Kabupaten Bengkulu Tengah. *Ganoderma* isolat Talang empat Bengkulu Tengah memiliki hubungan kekerabatan dekat dengan *G. orbiforme* (99,48%) berasal dari Thailand yang merupakan patogen utama pada kelapa sawit.

Perlu penelitian serupa untuk kabupaten kabupaten lain di Propinsi Bengkulu agar didapatkan data sebaran keragaman genetik *Ganoderma* di seluruh perkebunan kelapa sawit yang ada di Propinsi Bengkulu sebagai dasar kebijakan pemerintah daerah untuk menentukan metode pengendalian yang tepat.

Daftar Pustaka

- Abadi, A. L. (1987). Biologi *Ganoderma* pada kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) dan pengaruh beberapa mikroba tanah antagonistik terhadap pertumbuhannya. Disertasi. Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia.
- Afandi. M. M. S. F. Sitepu, dan Lisnawita. (2017). Tanaman kelapa sawit sebagai agen antagonis terhadap *Ganoderma* sp. secara in Potensi *Trichoderma* spp. asal rizosfer vitro. Jurnal FP USU. 5(2):469-473.

- Badan Pusat Statistik. (2020). Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2019. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Chong, K. P., J, Dayou., and A, Alexander. (2017). Detection and Control of *Ganoderma boninense* in oil Palm Crop. Springer International Publishing. New York.
- Cooper R.M., J, Flood ., dan RW, Rees. (2011). *Ganoderma boninense* in oil palm plantations: current thinking on epidemiology, resistance and pathology. Planter. 87: 515-526.
- Corley, R. H. V., and P. B, Tinker. (2015). The Palm Oil. In Syria Studies (5th ed., Vol. 7, Issue1). Wiley Blackwell. [https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civil wars_12December2010.pdf%0Ahttps://thinkasia.org/handle/11540/828 %0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625](https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civil%20wars_12December2010.pdf%0Ahttps://thinkasia.org/handle/11540/828%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625).
- Darmono, T. (2011). Strategi berperang melawan *Ganoderma* pada perkebunan kelapa sawit. Paper presented at the Symp. Nasional & Lokakarya *Ganoderma* "Sebagai Patogen Penyakit Tanaman dan Bahan Baku Obat Tradisional". Bogor.
- Doyle, J.J., and J.L. Doyle. (1990). Isolation of plant DNA from fresh tissue. Journal Focus. 12:13-15.
- Evizal, R. L., H, Wibowo., Novpriasyah, R. Y, Sarno., Sari, and F. E., Prasmatiwi. (2020). Keragaan agronomi tanaman kelapa sawit pada cekaman kering periodik. *Journal of Tropical Upland Resources*. Vol. 02 No. 01: 60-68.
- Fauzi, Y., Y. E, Widyastuti., I, Satyawibawa, and R Hartono. (2002). Budidaya Pemanfaatan dan Analisa Usaha dan Pemasaran Kelapa Sawit. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Fitrah, H., M.S. Djati, A.S. Leksono, and B.J. Priatmadi. 2015. Effect of Liquid Organic Fertilizer towards Acidity of Ex-Coal Mining Soil frm Asam-asam Village, South Kalimantan. *Internatioanl Journal of Chem Tech Research* Vol 8, 12 : 692-686.
- Kushairi, A., M. Ong-Abdullah., B. Nambiappan, E. Hishamuddin, M.N.I.Z. Bidin, R. Ghazali, V. Subramaniam, S. Sundram, dan G.K.A. Parveez. (2019). Oil palm economic performance in Malaysia and r&d progress in 2018. *Journal of Oil Palm Research*. 31(2), 165–194).
- Latiffah, Z. (2001). Comparative studies on *Ganoderma* from infected oil palm and coconut stumps with special reference to their morphological, molecular, and isozyme characteristics. Disertasi. Universiti Putra Malaysia, Serdang, Malaysia.
- Moncalvo, J. M., H. H. Wang, and R. S. Hseu. (1995). Phylogenetic relationship in *Ganoderma* inferred from the internal transcribed spacers and 25S ribosomal DNA sequences. *Mycologia*. 87(2), 223–238. <https://doi.org/10.2307/3760908>
- Naher, L., U. K. Yusuf., A. Ismail., S.G. Tan., and M.M.A. Mondal. (2013). Ecological Status of *Ganoderma* and Basal Stem Rot Disease of Oil Palms (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Australian Journal of Crop Science*. 7(11): 1723-1727.
- Nusaibah, S. A., Z. Latiffah, and A.R. Hassan. (2011). ITS-PCR-RFLP analysis of *Ganoderma* spp. infecting industrial crop. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*. 34(1), 83–91.
- T. Pamekas, Y. Sariasih, H. Bustamam, U.K.J. S uharjo, D. Gustian, and S. Noviyanti. 2026. Genetic diversity of *Ganoderma* spp. on oil palm in Mukomuko Bengkulu.

- IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science **1632** (2026) 012035.
doi:10.1088/1755-1315/1632/1/012035
- Purnamasari, M. I., C. A. W. Prihatna, Gunawan, and A. Suwanto. (2012). Isolasi dan identifikasi secara molekuler *Ganoderma* spp. yang berasosiasi dengan penyakit busuk pangkal batang di kelapa sawit. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 8(1), 9-9.
- Seo, G. S., and P. M. Kirk. (2000). *Ganodermataceae*, Nomenclature and Classification in *Ganoderma* Disease of Perennial Crops, eds. J. Flood, R. D. Bridge and M. Holderness. CAB International 2000.
- Sudarmaji, I. (2007). Strategi Pengembangan Keterkaitan Kebun Inti Plasma Dengan Kapasitas Pabrik Kelapa Sawit Pada Perkebunan PT. Kurnia Luwuk Sejati Banggai Sulawesi Tengah. Luwuk: Faktultas Petanian Universitas Muhammadiyah Luwuk.
- Sukiyono, K., I. Cahyadinata, A. Purwoko, S. Widiono, E. Sumartono, Ny. N. Asriani and G. Mulyasari. (2017). Assessing Smallholder Household Vulnerability to Price Volatility of Palm Fresh Fruit Bunch in Bengkulu Province. *International Journal of Applied Business and Economic Research*. 15(3): 1 – 15.
- Susanto, A. (2011). Penyakit Busuk Pangkal Batang *Ganoderma boninense* Pat. Medan: Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Vol. P – 0001.
- Susanto, A., A. E. Prasetyo, H. Prawiratama, Y. Loren, and T.A.P. Rozziansha. (2020). Sistem Android Monitoring Hama dan Penyakit pada Perkebunan Kelapa Sawit. *WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit*. 17-22.
- Susanto, A., A.E. Prasetyo, and S. Wening. (2013). Laju Infeksi *Ganoderma* Pada Empat Kelas Tekstur Tanah. *Journal Fitopatol Indonesia*. 9(2): 39 – 46.
- Susanto, A., P. Sudharto, and T. Daisy. (2002). Hiperparasitisme beberapa Agens Biokontrol terhadap *G. boninense* penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 9(2): 39-46.