



HUBUNGAN SEBARAN DAN KERAGAMAN MORFOLOGI TUBUH BUAH *Ganoderma spp.* DI KELAPA SAWIT KABUPATEN SELUMA DENGAN LINGKUNGAN TUMBUHNYA

RELATIONSHIP OF DISTRIBUTION AND GENETIC DIVERSITY OF FRUIT BODY *Ganoderma spp.* IN OIL PALM DISTRICT ALONG WITH ITS GROWING ENVIRONMENT

Tiara Sella Dita Br. Sihite¹, Tunjung Pamekas², Yenny Sariasih³

^{1,2,3}Jurusan Perlindungan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu

Article Info	ABSTRAK
Article history: Received : November 2024 Accepted : Desember 2024	Penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan oleh cendawan <i>Ganoderma spp.</i> merupakan salah satu penyakit terpenting tanaman kelapa sawit. Bahan tanaman kelapa sawit yang ada di Indonesia diketahui memiliki latar belakang genetik yang sempit dan seluruhnya diketahui peka terhadap <i>Ganoderma spp.</i> . Lingkungan tempat tumbuh <i>Ganoderma</i> berperan penting dalam menentukan pola penyebarannya. Di lahan gambut misalnya, perbedaan karakteristik tanah mineral dan gambut mempengaruhi cara penyebaran dan virulensi cendawan ini. Dengan memahami hubungan antara keragaman genetik dan faktor lingkungan, strategi pengendalian penyakit dapat lebih efektif dirumuskan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bahwa isolat dari berbagai sumber dapat memiliki respon yang berbeda terhadap faktor lingkungan, seperti <i>pH</i> dan suhu, yang berimplikasi pada kemampuan mereka untuk menyebabkan penyakit di Kabupaten Seluma yang memiliki perbedaan bentuk dan warna badan buah <i>Ganoderma spp.</i> yang diteliti di Laboratorium Proteksi Tanaman Universitas Bengkulu. Metode Penentuan sampel dalam penelitian didasarkan pada metode <i>nonprobability</i> sampling dengan teknik <i>purposive</i> sampling yaitu sejumlah isolat <i>Ganoderma spp.</i> yang terserang penyakit busuk pangkal batang (BPB) di perkebunan rakyat Kabupaten Seluma dengan 5 Kecamatan, dalam 1 kecamatan terdapat 5 desa. Keragaman genetica isolat tersebut dianalisis badan buah cendawan yang ada di lapangan dipilih dengan pertimbangan atau kriteria tertentu dari tanaman kelapa sawit.. Hasil penelitian menunjukkan sebaran dan keragaman genetik <i>Ganoderma</i> sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu, <i>pH</i>, kelembapan, dan cahaya serta memahami interaksi ini penting untuk pengelolaan penyakit yang disebabkan oleh cendawan ini, terutama dalam konteks pertanian kelapa sawit yang sangat rentan terhadap infeksi <i>Ganoderma spp.</i>
Kata Kunci Busuk Pangkal Batang; <i>Ganoderma spp</i>;Sebaran;gen; badan buah	
	ABSTRACT

Keywords:

Stem Base Rot; Ganoderma spp; Distribution; genes; fruit body

Stem base rot disease caused by the fungus *Ganoderma* spp. is one of the most important diseases of oil palm plants. Oil palm plant material in Indonesia is known to have a narrow genetic background and all are known to be sensitive to *Ganoderma* spp. The environment where *Ganoderma* grows plays an important role in determining its distribution pattern. In peatlands, for example, differences in the characteristics of mineral soil and peat influence the distribution and virulence of this fungus. By understanding the relationship between genetic diversity and environmental factors, disease control strategies can be more effectively formulated. This research aims to determine that isolates from various sources can have different responses to environmental factors, such as pH and temperature, which have implications for their ability to cause disease. in Seluma Regency which has differences in the shape and color of the fruit bodies of *Ganoderma* spp. which was researched at the Plant Protection Laboratory, Bengkulu University. Method The sample determination in the study was based on a non-probability sampling method with a purposive sampling technique, namely a number of isolates of *Ganoderma* spp. who were attacked by stem rot (BPB) in the people's plantations of Seluma Regency with 5 sub-districts, in 1 sub-district there are 5 villages. The genetic diversity of the isolates was analyzed by the fungus fruit bodies in the field, selected with certain considerations or criteria from oil palm plants. The results of the research show that the distribution and genetic diversity of *Ganoderma* is strongly influenced by environmental factors such as temperature, pH, humidity and light and understanding these interactions. important for managing diseases caused by this fungus, especially in the context of oil palm farming which is very susceptible to infection by *Ganoderma* spp.

***Corresponding Author:**

Tiara Sella Dita br.Sihite

Proteksi Tanaman, Universitas Bengkulu, Jl. Jl. WR. Supratman, Kandang Limun, Kec. Muara Bangka Hulu, Sumatera, Bengkulu 38371.

Email: sihitetiarasella@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Sawit merupakan tanaman dengan produktivitas minyak nabati tertinggi yang dapat berproduksi sampai umur di atas 30 tahun. Untuk mengevaluasi produktivitas tanaman sawit berumur tua dilakukan kajian komparatif berdasarkan jumlah populasi per satuan luas lahan yang berbeda. Perhitungan data produksi sawit dalam bentuk tandan buah segar (TBS) dilakukan pada afdeling dengan populasi tanaman berumur tua dan jumlah populasi per hektar yang berbeda tanaman akibat pengurangan populasi setelah usia produktif tanaman terlewati. (Asmawati, dkk 2023).

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) ditanam di wilayah tropis Asia, Afrika, serta Amerika Selatan dan Tengah yang menerima curah hujan tinggi. Daerah penghasil utama terletak di antara garis lintang 7°LU dan 7°S. Kelapa sawit merupakan tanaman minyak nabati terbesar kedua setelah kedelai dan mencakup sekitar 40% dari seluruh minyak nabati yang diproduksi secara komersial (Murphy dkk.2021). Provinsi Bengkulu merupakan salah satu provinsi yang mengandalkan kelapa sawit dalam menggerakkan perekonomiannya. Sekalipun bukan yang termasuk 10 besar provinsi penghasil sawit di Indonesia, namun produktivitas CPO Bengkulu menempati urutan keempat nasional setelah Papua, Kalimantan Tengah, Sumatera Utara dengan besaran 4.063 kg/ha yang lebih tinggi dari produktivitas nasional sebesar 3.732 kg/ha pada tahun 2020 (BPS, 2022). Luas lahan pada tahun 2021 sebesar 215,49 ribu ha merupakan lahan terluas dari subsektor perkebunan dengan cakupan 51,28% luasan lahan komoditas perkebunan kelapa sawit dan tersebar di seluruh kabupaten/kota dengan produksi 564,29 ribu ton.

Penyakit busuk pangkal batang (BPB) yang disebabkan oleh jamur *Ganoderma boninense* masih merupakan salah satu permasalahan yang dialami oleh petani sawit di beberapa negara Asia, khususnya Indonesia dan Malaysia yang memproduksi 85-90 persen minyak sawit dunia (Ishaq, dkk. 2014) Kondisi penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan oleh *Ganoderma* saat ini berbeda dengan kondisi beberapa

dekade yang lalu atau pada awal pengusahaan perkebunan kelapa sawit. Perubahan terjadi pada aspek kejadian penyakit dan distribusi, gejala dan patogenisitas, dan epidemi penyakit. Infeksi *Ganoderma*, akumulasi daun tombak dapat terjadi akibat kondisi kekeringan, tetapi umumnya memiliki pola penyebaran yang lebih merata pada seluruh blok (Susanto, 2012). Gejala lainnya adalah menguningnya tajuk tanaman secara menyeluruh, biasanya menyerupai gejala defisiensi N, dan seiring perkembangan penyakit akan disertai dengan nekrosis atau mengeringnya anak daun secara serentak, yang umumnya dimulai dari pelepah bagian bawah. Gejala nekrosis ini merupakan salah satu gejala khas infeksi *Ganoderma* pada tanaman TBM (Susanto, 2012).

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditi tanaman perkebunan yang mempunyai peran penting dalam perekonomian Indonesia. Serangan Busuk Pangkal Batang (BPB) yang disebabkan oleh cendawan *Ganoderma spp.* merupakan penyakit yang mematikan pada tanaman kelapa sawit. Cendawan ini menyebabkan kehilangan hasil produksi secara luas pada perkebunan kelapa sawit terutama di Kabupaten Seluma. Namun belum banyak diperoleh informasi tentang spesies cendawan *Ganoderma spp.* yang ada di Kabupaten Seluma sehingga penelitian ini penting dilakukan dengan tujuan untuk mempelajari sebaran dan keragaman spesies *Ganoderma spp.* pada kelapa sawit yang tersebar di Kabupaten Seluma

2. METODOLOGI

Penelitian ini akan dilaksanakan dari bulan Agustus 2024- Januari 2025 di perkebunan kelapa sawit rakyat di Kabupaten Seluma dan Laboratorium Proteksi Tanaman, Jurusan Perlindungan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu. adapun tahap penelitian sebagai berikut:

1. Survei Lokasi

Survei dilakukan dengan metode diagonal di Kabupaten Seluma (Gambar 1), dengan kecamatan terpilih yaitu Kecamatan Air Periukan, Lubuk Sandi, Seluma, Kecamatan Talo dan Ulo Talo. Setiap kecamatan dipilih 5 desa (Gambar 2). Survei yang dilakukan dengan mengamati gejala *Ganoderma spp.* yang tampak pada tanaman kelapa sawit pada beberapa perkebunan kelapa sawit rakyat dengan cara pengumpulan data sekunder dan pengamatan lapang.

2. Persentase tanaman

terserang dilakukan dengan metode diagonal, perhitungan persentase dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{n}{N} \times 100 \%$$

P : Persentase Penyakit (%)

n : Jumlah tanaman bergejala

N : Jumlah seluruh tanaman yang diamati (Defitri, 2021).

Kelapa sawit yang dijadikan sampel saat menghitung persentase tanaman terserang penyakit yaitu 25 pohon kelapa sawit di setiap kebun dengan metode diagonal.

3. Intensitas serangan *Ganoderma spp.*

dilakukan dengan metode diagonal yaitu mengamati gejala eksternal yang dapat diamati pada pohon kelapa sawit seperti adanya tubuh buah *Ganoderma spp.* di pangkal batang, daun tombak yang tidak membuka, dan pelepah sengkleh.

Rumus perhitungan Intensitas serangan penyakit dapat menggunakan rumus:

$$I = \frac{\sum (n \times v)}{Z \times N} \times 100\%$$

Keterangan :

I : Intensitas penyakit

n : Jumlah tanaman terserang dengan kategori tertentu

v : Nilai skor setiap kategori serangan

N : Jumlah tanaman keseluruhan

Z : Nilai skor tertinggi.

Kelapa sawit yang dijadikan sampel saat menghitung intensitas serangan penyakit yaitu 25 pohon kelapa sawit di setiap kebun dengan metode diagonal.

Tabel 1. Klasifikasi tingkat kerusakan disebabkan oleh *Ganoderma spp.*

Tingkat Kerusakan	Tanda Kerusakan	Gejala	Nilai
Sehat	Kerusakan $\leq 5\%$	Tanaman Sehat	0
Ringan	Kerusakan antara $>5\%$ - 25%	Pelepah patah dan menggantung	1
Sedang	Kerusakan $>25\%$ - 50%	Muncul daun tombak lebih dari 3	2
Berat	Kerusakan $>50\%$ - 75%	Muncul tubuh buah jamur <i>Ganoderma</i> pada batang	3
Sangat Berat/Mati	Kerusakan $>75\%$ - 100%	Pohon roboh dan mati	4

Sumber : Nasution *et al.*, 2016

4. Pengambilan Sampel dan Isolasi Cendawan

Titik pengambilan sampel dilakukan dengan *metode purposive sampling*. Pengambilan sampel Tubuh buah dilakukan di sekitar tanaman kelapa sawit yang terserang *Ganoderma*. Kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik dan beri label untuk selanjutnya dibawa ke laboratorium. Tubuh buah yang baru diambil dari lapangan dilakukan setiap titik sampel tubuh buah dengan menganalisis variabel lingkungan di setiap Lokasi seperti suhu, kelembapan tanah dan pertumbuhan gulma

5. Data Penunjang

Data penunjang yang diambil yaitu kondisi lingkungan di areal perkebunan, kelembapan udara, suhu tanah dengan menggunakan soil analyzer dan titik koordinat lokasi pengambilan sampel dengan menggunakan data GPS. Hasil wawancara terkait luas lahan dan jenis varietas tanaman kelapa sawit yang diperoleh dari petani mengenai pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) dan pemupukan.

6. Analisis Data

Data akan disajikan secara deskriptif dalam bentuk tabel, grafik serta gambar. Data yang diperoleh akan dianalisis menggunakan analisis varian (ANOVA) apabila terdapat perbedaan nyata, data kemudian akan diuji lanjut menggunakan Duncan Multiple Range Test (DMRT) taraf 5% yang diolah menggunakan program SAS (Sistem Analisis Statistik).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN/RESULTS AND DISCUSSION

Penelitian ini dilakukan di 5 kecamatan dimana 1 kecamatan terdiri dari 5 desa yaitu sebagai berikut :

1. Kecamatan air peiukan terdiri dari Desa Talang Benuang, Desa Lubuk Gilang, Desa Dermayu, Desa Keban Agung, dan Desa Lawang Agung
2. Kecamatan Lubuk Sandi terdiri dari Desa Arang Sapat, Desa Cawang, Desa Gunung Agung, Desa Tanjung Kauaw dan Desa Padang Capo Ilir
3. Kecamatan Seluma terdiri dari Desa Napal, Desa Talang Dantuk, Desa Lubuk Kebur, Desa Dusun Baru dan Desa Talang Saling
4. Kecamatan Talo terdiri dari Desa Lubuk Gadis, Desa Lubuk Ngantungan, Desa Serambi Gunung, Desa Air Teran dan Desa Mas Mambang
5. Kecamatan Ulu Talo terdiri dari Desa Muara Simpur, Desa Air Keruh, Desa Pagar, Desa Tanjung Agung dan Desa Hargo Binangu.



Gambar 1. A. Suhu 29° C di desa Napal di Kecamatan Seluma, B. Soil analyzer di Desa Napal Kecamatan Seluma, C. *Ganoderma spp*

Gambar di atas menjelaskan bahwa pengukuran suhu yang mempengaruhi pertumbuhan jamur pada penelitian yang telah dilakukan yaitu berkisar antara 29°C dan termasuk pada suhu optimum untuk pertumbuhan jamur. Gambar diatas menjelaskan bahwa *Soil Analyzer* di Desa Napal 5. Faktor abiotik pH juga berpengaruh pada pertumbuhan jamur hasil pengukuran pH tanah yang dilakukan pada lokasi penelitian bersifat asam hingga netral pada kisaran 6-7. Sesuai dengan pendapat Darwis dkk. (2011) pH optimum untuk pertumbuhan jamur yaitu 6,5-7,4.

Dari 5 Kematian disana hampir seluruh nya memiliki hasil yang sama dimana rata-rata suhu 29°C dan pH nya 5. Faktor abiotik sangat mempengaruhi pertumbuhan jamur, jamur dapat tumbuh pada kisaran toleransi tertentu dan pada kondisi yang berbeda. Suhu merupakan salah satu faktor abiotik yang sangat mempengaruhi pertumbuhan jamur, hasil dari pengukuran suhu yang mempengaruhi pertumbuhan jamur pada penelitian yang telah dilakukan yaitu berkisar antara 29°C-31°C dan termasuk pada suhu optimum untuk pertumbuhan jamur. Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan oleh Purwanto dkk. (2017) yang menyatakan bahwa suhu optimum untuk pertumbuhan jamur adalah 25°C-35°C. Selain suhu, kelembaban juga merupakan salah satu faktor abiotik yang mempengaruhi pertumbuhan jamur. Kelembaban tanah pada area penelitian antara 30%-70%. Dengan demikian area Bukit Gatan cocok untuk pertumbuhan jamur. Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan oleh Khayati (2016) kelembaban optimum untuk pertumbuhan jamur yaitu 70-90%. Faktor abiotik pH juga berpengaruh pada pertumbuhan jamur hasil pengukuran pH tanah yang dilakukan pada lokasi penelitian bersifat asam hingga netral pada kisaran 6-7. Sesuai dengan pendapat Darwis dkk. (2011) pH optimum untuk pertumbuhan jamur yaitu 6,5-7,4. Intensitas cahaya juga berpengaruh pada pertumbuhan jamur, hasil pengukuran yang telah dilakukan diarea penelitian yaitu 200 lux.

Proses *G. boninense* menjajah permukaan akar sangat penting bagi patogen untuk kemudian menembus antara sel inang dan akhirnya menyebabkan kerusakan inang (Rees et al., 2009). Korteks akar menjadi dijajah oleh *G. boninense* selama infeksi awal fase biotrofik, dengan banyak hifa mengisi dinding sel sel inang yang benar-benar utuh (Rees et al., 2009). Permukaan epidermis jaringan akar kelapa sawit berfungsi sebagai titik masuk infeksi *G. boninense*, yang kemudian mengarah ke pembuluh xilem (Alexander et al., 2017a). Pola molekuler terkait patogen (PAMP) dari *G. boninense* dapat mengikat reseptor pengenalan pola (PRR) yang bersifat ekstraseluler atau terletak di membran plasma untuk memulai proses pengenalan patogen oleh kelapa sawit (Ho et al., 2016). Pada patosistem kelapa sawit-*Ganoderma*, kitin, glukukan, dan ergosterol, komponen dinding sel jamur atau membran sel, telah diidentifikasi sebagai PAMP (Ho et al., 2016).

Setelah membangun pertumbuhan biotrofik yang kuat dan mengalahkan pertahanan inang, jamur memasuki fase nekrotropik, yang ditandai dengan lisis dinding sel yang signifikan dan kematian dan maserasi jaringan inang (Whalen, 2005; Alexander et al., 2017a). Sebagai akibat dari infeksi *G. boninense*, beberapa kitinase dan glukukanase kelapa sawit sebenarnya diregulasi pada akar kelapa sawit. Dinding sel jamur dapat dipecah, dilonggarkan, dan dilunakkan oleh enzim pengurai dinding sel (CWDE) ini yaitu selulase, lakkase, mangan peroksidase dan poligalakturonase, melepaskan kitin dan glukukan (Breton et al., 2009). Sebagai alternatif, ergosterol, yang telah terlibat dalam virulensi patogen (Doehlemann et al., 2008), dapat menginduksi kekebalan yang dipicu PAMP (PTI) pada kelapa sawit. Degradasi oksidatif lignin dan status busuk putih yang dikaitkan dengan *G. boninense* dapat dideteksi dengan produksi miselium melanisasi (Adaskaveg et al., 1990; Paterson, 2007). Akhirnya, jaringan akar kelapa sawit kehilangan integritasnya dan tampak seperti massa yang membusuk yang ditutupi miselium jamur tebal. Saat akarnya membusuk, patogen bertindak sebagai sumber inokulum dan bertahan lama di tanah (Hasan dan Turner, 1994). Setelah inokulum ini menemukan inang yang sesuai dengan lingkungan yang menguntungkan, ia mulai menyebar secara aktif (Chong et al., 2017c).

Kemudian, sawit yang terinfeksi *Ganoderma* di lapangan telah dilaporkan sangat terhambat oleh formulasi merkuri organik setelah injeksi batang, namun masalah residu membuatnya tidak dapat digunakan untuk aplikasi komersial (Turner, 1981). Pada tahun 1990, Khairudin (1990) menemukan bahwa menyuntikkan fungisida sistemik seperti fusilazol, hexaconazole, cyproconazole, flutriafol, triadimenol, tridemorph, dan oxycardoxin memperlambat penyebaran BSR. Penerapan hexaconazole melalui injeksi tekanan, injeksi batang, pembasahan tanah, dan injeksi tanah, ke kelapa sawit yang sakit mengurangi penyebaran BSR pada kelapa sawit yang terinfeksi.

4. KESIMPULAN

Karena interaksi antara *G. boninense* dan kelapa sawit sangat rumit, sangat penting untuk memahaminya sepenuhnya untuk meningkatkan langkah-langkah pengendalian penyakit. Karena tidak ada pendekatan pengendalian tunggal yang efektif yang dapat menghentikan penyebaran penyakit ini, manajemen penyakit terpadu diperlukan untuk mengelola BSR. Fungisida kimia, praktik budaya, teknik biologis, dan pupuk

Penurunan insiden BSR setelah penanaman kembali adalah tujuan dari pengelolaan penyakit terpadu BSR. Karena dampak jamur yang ditularkan melalui tanah ini terletak pada kerugian yang ditimbulkannya dan dampaknya terhadap lingkungan sebagai akibat dari praktik pengelolaan yang tidak berkelanjutan, sangat penting untuk menangani BSR yang disebabkan oleh *G. boninense* secara bertanggung jawab.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan proposal penelitian ini masih banyak kekurangan, baik dalam segi penulisan maupun dalam materi yang diungkapkan, semua ini tidak lepas dari keterbatasan dan kemampuan serta sumber yang dimiliki penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Alatas, A. 2015. Trend produksi dan ekspor minyak sawit (CPO) Indonesia. Jurnal agraris 1 (2): 114-124. <https://journal.umy.ac.id/index.php/ag/article/view/1122.%20June%2018,%202016>
- Asmawati, dkk. 2023. Produktivitas tanaman sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) berumur tua berdasarkan kepadatan populasi di PTPN XIV PKS luwu. Jurnal Ilmiah Budidaya Dan Pengelolaan Tanaman Pertanian Dan Perkebunan <https://doi.org/10.51978/agro.v12i1.521>
- Badan Pusat Statistik. 2022. Provinsi Bengkulu dalam angka Bengkulu. <https://bengkulu.bps.go.id/id/publication/2022/02/25/e0a44c373b4c488ba071548e/provinsi-bengkulu-dalam-angka-2022.html> Diakses pada 23 Agustus 2024
- Badan Pusat Statistik. 2022. Statistik Kelapa Sawit. <https://www.bps.go.id/id/publication/2023/11/30/160f211bfc4f91e1b77974e1/statistik-kelapa-sawit-indonesia-2022.html> Diakses pada 23 Agustus 2024
- Defitri, Y. 2021. Intensitas dan persentase serangan beberapa penyakit utama pada tanaman sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Desa Tebing Tinggi Kecamatan Mara Sebo Ulu Kabupaten Batanghari. Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi. 21(3):1399-1403. <https://media.neliti.com/media/publications/434521-none-7435721c.pdf>
- Domsch K.H., W. Gams, and T. H. Anderson. 1993. Compendium of soil fungi. London: Academic press. https://books.google.co.id/books/about/Compendium_of_Soil_Fungi.html?id=g_UgAQAAIAAJ&redir_esc=y
- Evizal R., R.Y. Sari, H. Saputra, K. Setiawan, F. E. Prasmatiwi. 2021. Pengaruh irigasi pada pertumbuhan dan produksi kelapa sawit. Jurnal Agrotropika. 20 (1): 58-67.
- Ishaq I., M.S. Allias, J. Kadir, and I. K. 2014. Detection of basal stem rot disease at oil palm Plantation using sonic tomography. Journal of sustainability science and Management, 9(2) :52-57 <https://www.researchgate.net/publication/287307805>
- Murphy., D. J., K. Goggin, and R. R. M. Paterson. 2021. Oil palm in the 2020s and beyond: Challenges and Solutions. CABI Agriculture and Bioscience. 2 (39): 1–22. <https://cabiagbio.biomedcentral.com/articles/10.1186/s43170-021-00058-3>
- Nasution., T. D. S., Supriadi, dan Damanik, M. M. B. (2016). Survey dan pemetaan status hara K dan C-Organik pada lahan kelapa sawit yang terserang *Ganoderma* di PT. PD PATI Kabupaten Aceh Tamiang. Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara. 4(4): 108506. <https://www.neliti.com/id/publications/108506/survey-dan-pemetaan-status-hara-k-dan-c-organik-pada-lahan-kelapa-sawit-yang-ter>
- Purnamasari, M. I., C. Prihatna, A. W. Gunawa & 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. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jfiti/article/view/6767>
- Susanto, A. 2012. S.O.P. Pengendalian *Ganoderma* di perkebunan kelapa sawit. Medan: Pusat Penelitian kelapa sawit. https://pustaka.iopri.org/index.php?p=show_detail&id=4682&keywords=
- White TJ, Bruns TD, Lee S, Taylor J. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal DNA genes for phylogenetics. Di dalam: Innis MA, Sninsky DH, White TJ, editor. PCR protocols. London (UK): Academic Press. hlm 315–322. https://www.researchgate.net/publication/223397588_White_T_J_T_D_Bruns_S_B_Lee_and_J_W_Taylor_Amplification_and_direct_sequencing_of_fungal_ribosomal_RNA_Genes_for_phylogenetics