JOURNAL OF TOP AGRICULTURE (TOP JOURNAL)
Vol 1, No 2, November 2023, Hal. 65-73
ISSN 2987-2847 (Media Online)
DOI 10.56854/jta.v1i2.131
https://ejurnal.bangunharapanbangsa.id/index.php/JTA/

Penyakit Busuk Pangkal Batang (BPB) Tanaman Kelapa Sawit Oleh Patogen Ganoderma SPP

Rein Estefanus Senewe[1*], Marietje Pesireron[2], BettySahetapy[3]
[1,2]Peneliti Pusat Riset Hortikultura dan Perkebunan, Badan Riset Inovasi Nasional, Indonesia.
[3]UNPATI Maluku, Indonesia.
Email: [1*]rein001@brin.go.id, [2]itjepesi1@gmail.com, [3]bettysahetapy@gmail.com
Email Penulis Korespondensi: rein001@brin.go.id

Abstrak-Penyakit Busuk Pangkal Batang (BPB) merupakan salah satu penyakit yang menyerang tanaman kelapa sawit. Penyebab penyakit BPB itu adalah jamur patogen *Ganoderma spp*. Patogen ini dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan kelapa sawit, bahkan dapat menurunkan hasil minyak sampai akhirnya tanaman kelapa sawit menjadi mati. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perkembangan terbaru tentang penyakit BPB pada perkebunan kelapa sawit di Indonesia. Metode yang digunakan dalam artikel ini adalah melalui review jurnal nasional dan jurnal internasional sebanyak 50 jurnal yang relevan dengan judul penelitian. Penelitian tersebut kemudian dijelaskan dalam bentuk deskriptif dan disajikan melalui tabel dan gambar. Berdasarkan hasil review beberapa artikel didapatkan bahwa saat ini penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit menjadi penyakit terpenting pada perkebunan kelapa sawit di Indonesia. Penyakit ini telah menimbulkan kematian sampai 80% atau lebih dari seluruh populasi tanaman kelapa sawit pada beberapa kebun kelapa sawit di Indonesia, sehingga mengakibatkan penurunan produksi kelapa sawit per satuan luas. Penularan penyakit BPB terutama terjadi melalui kontak akar tanaman sehat dengan sumber inokulum yang dapat berupa akar dan batang yang sakit. Kebun yang banyak mempunyai tunggul karet, kelapa sawit, kelapa, atau tanaman hutan lain akan cenderung mempunyai penyakit yang tinggi. Tunggul-tunggul itu berfungsi sebagai sumber inokulum potensial Ganoderma. Oleh karena itu disarankan pada waktu tanam ulang, sisa-sisa tanaman itu dimusnahkan.

Kata Kunci*:* Busuk Pangkal Batang, Ganoderma SPP, Kelapa Sawit, Produksi, Perkebunan.

Abstract-Stem Root Rot (BPB) is a disease that attacks oil palm plants. The cause of BPB disease is the pathogenic fungus Ganoderma spp. This pathogen can disrupt the growth and development of oil palms, and can even reduce oil yields until the oil palm plants eventually die. This research aims to determine the latest developments regarding BPB disease in oil palm plantations in Indonesia. The method used in this article is through a review of 50 national journals and international journals that are relevant to the research title. The research is then explained in descriptive form and presented through table and pictures. Based on the results of a review of several articles, it was found that currently oil palm stem rot disease is the most important disease in oil palm plantations in Indonesia. This disease has caused the death of up to 80% or more of the entire population of oil palm plants in several oil palm plantations in Indonesia, resulting in a decrease in oil palm production per unit area. Transmission of BPB disease mainly occurs through contact of healthy plant roots with the inoculum source which can be diseased roots and stems. Gardens that have lots of rubber stumps, oil palm, coconut, or other forest plants will tend to have high levels of disease. The stumps serve as a potential inoculum source for Ganoderma. Therefore, it is recommended that when replanting, the plant remains are destroyed.

***Keywords**:* Stem Root Rot (BPB), Ganoderma SPP, Oil Palm, Production, Plantations.

1. PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu sumber utama minyak nabati dunia. Produksi minyak sawit dunia, 85% berasal dari Indonesia dan Malaysia. Total pendapatan dari ekspor produk kelapa sawit (minyak sawit, minyak sawit kernel, biodiesel dan produk jadi lainnya) untuk Indonesia dan Malaysia pada tahun 2012 masing-masing sekitar USD 22 miliar (bepi.mpob, gov.my/; www.indonesia-investments.com/). Indonesia dan Malaysia merupakan dua negara produsen utama di Asia Tenggara yang telah berkembang dan terus meningkatkan produktivitas dalam rangka untuk memenuhi permintaan yang tinggi untuk minyak sawit yang meningkat setiap tahunnya. Selama tiga dekade terakhir, luas areal perkebunan kelapa sawit di Malaysia telah berkembang dari 641.791 ha (1975) menjadi 5,230 juta ha (2013) (bepi.mpob.gov.my), dan Indonesia dengan luas total perkebunan kelapa sawit telah mencapai 8 juta ha (2010) (Rianto *et al.*, 2011).

Salah satu faktor pembatas dalam upaya peningkatan produktivitas kelapa sawit adalah serangan patogen. Kelapa sawit rentan terhadap sejumlah penyakit jamur, seperti Phytophthora, layu Fusarium, dan busuk batang dan akar (Turner dan Bull, 1967; Aderungboye, 1977). Patogen *Ganoderma spp* merupakan salah satu jenis patogen pada tanaman kayu atau menimbulkan penyakit busuk kayu. Beberapa spesies *Ganoderma* memainkan peran penting sebagai patogen tanaman akasia (*Acacia catechu)* (Bakshi *et al*., 1976), anggur (Adaskaveg dan Gilbertson, 1987), kelapa sawit, pohon pinang, karet, teh dan lainnya yang penting secara ekonomi tanaman tropis (Miller *et al.*, 1995).

Jamur patogen penting ini merupakan penyebab penyakit busuk pangkal batang (BPB) pada kelapa sawit yang mematikan tanaman. Ganoderma dapat mematikan tanaman kelapa sawit, dimana dilaporkan di Asia Tenggara tercatat kerugian sebesar US $ 500 milyar setahun. Indonesia dan Malaysia tercatat kerugian akibat patogen ini antara Rp 225 juta sampai dengan Rp 1,5 miliar per tahun (Ommelna *et al*., 2012). Tubuh buah *Ganoderma spp* juga bermanfaat untuk kesehatan dan telah digunakan secara luas sebagai suplemen makanan di China, Jepang, Amerika Utara dan daerah lain di dunia. Sebagai jenis makanan kesehatan, juga telah digunakan untuk mencegah dan mengobati penyakit imunologi, seperti hipertensi, tumorigenesis, dll (Liu *et al*., 2002). Beberapa spesies yang berbeda *Ganoderma* seperti *Heterobasidion, Polyporus, Inonotus, Laetiporus, Phellinus, Chondrostereum, Peniophora, Lenzites, Pleurotus, Schizophyllum*, dan

JOURNAL OF TOP AGRICULTURE (TOP JOURNAL)
Vol 1, No 2, November 2023, Hal. 65-73
ISSN 2987-2847 (Media Online)
DOI 10.56854/jta.v1i2.131
https://ejurnal.bangunharapanbangsa.id/index.php/JTA/

Trametes yang menyerang pohon dan berbagai kayu busuk. Penyakit BPB tanaman kelapa sawit menyebabkan pembusukan akar, batang bawah dan dapat menyebar melalui kontak langsung dengan basidiosporanya (Pilotti *et al*., 2002; Rees *et al*.,2012). Ganoderma spp (jamur busuk putih) yang mampu menurunkan fungsi komponen dinding sel tanaman seperti lignin (Paterson, 2007). Patogen jamur mengganggu transportasi nutrisi ke bagian atas tanaman sehingga menyebabkan layu pada daun, daun menguning, menghambat perkembangan pelepah daun muda, bintik-bintik pada kanopi serta munculnya basidiokarp pada batang bawah (Turner, 1981; Chung, 2011).

Kelapa sawit yang terinfeksi dapat menurunkan hasil minyak sampai akhirnya tanaman ini mati (Singh, 1991). Deteksi awal, diduga Ganoderma spp menginfeksi tanaman kelapa sawit pada umur lebih dari 25 tahun, tetapi banyak juga ditemukan menginfeksi tanaman kelapa sawit umur muda 10-15 tahun (Turner, 1981) serta bibit tanaman kurang dari 5 tahun (Singh, 1991). Selain itu serangan penyakit ini dapat terjadi pada pohon Agathis yang telah tumbang karena akarnya busuk dan terserang Ganoderma spp, atau penyakitnya dikenal penyakit akar merah (Herliyana, 2012). Busuk akar adalah penyakit yang paling penting yang mempengaruhi pohon *Acacia*, termasuk *A. mangium*, di Asia. Infeksi serupa juga terlihat di perkebunan *Eucalyptus*, meskipun relatif jarang terjadi. Penyakit ini tercatat menjadi disebabkan oleh sejumlah genera jamur, dimana *Ganoderma* spp yang paling sering dikaitkan dengan akar membusuk di daerah tropis pada tanaman *Acacia* spp (Lee, 2000).

Sebagai negara tropis yang masih memiliki lahan cukup luas, Indonesia berpeluang besar untuk mengembangkan perkebunan kelapa sawit dan meningkatkan produktivitasnya. Salah satu hambatan utama dalam budidaya kelapa sawit ialah adanya cekaman biotik berupa serangan penyakit. Di antara penyakit yang menyerang tanaman kelapa sawit, penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan oleh fungi *Ganoderma boninense* Pat. merupakan penyakit yang paling merugikan (Treu, 1998). Hal ini penting untuk dipelajari dan di bahan dalam makalah ini sebagai bahan diskusi dan referensi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Tulisan ini merupakan artikel review mengenai penyakit busuk pangkal batang (BPB) tanaman kelapa sawit oleh patogen *Ganoderma* spp. Metode yang digunakan adalah mereview jurnal nasional dan jurnal internasional sebanyak 50 jurnal yang relevan dengan judul penelitian. Artikel tersebut mengenai busuk pangkal batang pada tanaman sawit dari tahun terdahulu hingga tahun terbaru.Selanjutnya, hasil penelitian ini dijelaskan dalam bentuk deskriptif dan disajikan melalui tabel dan gambar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Mikroorganisme Jamur

Jamur adalah mikroorganisme yang tidak berklorofil, berbentuk hifa atau sel tunggal, termasuk eukariotik, dinding sel dari kitin atau selulosa, berproduksi secara seksual dan aseksual, dan memperoleh energi melalui absorpsi bahan organik. Bagian organ terdiri dari talus, hifa, keseluruhan talus dan hifa disebut miselium. Talus terdiri dari benang benang dengan garis tengah lima mikron yang bercabang beberapa kali. Benang atau hifa terdiri dari dinding sel dan sitoplasma. Hifa pada jamur tingkat rendah mungkin tanpa dinding melintang (asepta) atau pada jamur tingkat tinggi sel-selnya terpisah oleh dinding-dinding melintang (septa) (Schlegel dan Schmidt, 1985).

Sebagian besar jamur, tiap-tiap bagian dari miselium memiliki potensi untuk tumbuh. Hal ini memudahkan memindahtumbuhkan jamur untuk perbanyakan (peremajaan) atau untuk mempertahankan isolat. Miselium dapat dibedakan atas miselium vegetatif yang berfungsi menyerap nutrisi dari lingkungan dan miselium fertil yang berfungsi dalam reproduksi. Kebanyakan jamur berproduksi secara seksual dan aseksual. Secara aseksual dengan membentuk spora, pembelahan, atau penguncupan. Secara seksual berakhir dengan penyatuan dua inti. Reproduksi secara seksual dibedakan menjadi tiga tahap, yaitu: (1) plasmogami, yaitu penyatuan kedua protoplasma, sel yang terbentuk mengandung dua inti yang tidak segera menyatu diri tetapi dapat bertahan selama pembelahan sel sebagai stadium dikariotik, (2) kariogami, yaitu peleburan kedua inti haploid, dan (3) meiosis, yaitu pengurangan jumlah kromosom ke jumlah asal (haploid) (Pelczar dan Chan, 1986).

Klasifikasi jamur didasarkan pada ciri-ciri spora seksual dan tubuh buah yang dihasilkan selama tahap-tahap seksual dalam daur hidupnya. Jamur yang telah diketahui tingkat seksualnya disebut jamur sempurna, sedangkan jamur yang belum diketahui tingkat seksualnya disebut jamur tidak sempurna (Pelczar dan Chan, 1986). Berdasarkan cara dan ciri reproduksinya jamur dibagi menjadi empat kelas, yaitu: Phycomycetes, Ascomycetes, Basidiomycetes dan Deuteromycetes (Tabel 1).

JOURNAL OF TOP AGRICULTURE (TOP JOURNAL)
Vol 1, No 2, November 2023, Hal. 65-73
ISSN 2987-2847 (Media Online)
DOI 10.56854/jta.v1i2.131
https://ejurnal.bangunharapanbangsa.id/index.php/JTA/

Tabel 1. Kelas Jamur dan Ciri Utamanya

Ciri-ciri	Kelas			
	Phycomycetes	Ascomycetes	Basidiomycetes	Deuteromycetes
Miselium	Aseptat	Septat	Septat	Septat
Spora aseksual	Sporangiospora, konidia	Konida`	Konida	Konida
Spora seksual	Zigospora, Oospora	Askospora	Basidiospora	Tidak diketahui
Habitat alami	Air, tanah, hewan	Air, hewan, tumbuhan	Tanah, tumbuhan	Tanah, hewan, tumbuhan

Sumber: Pelczer dan Chan (1986)

3.2 Gejala Serangan Patogen Ganoderma SPP.

Gejala dini penyakit ini sukar dideteksi karena perkembangan penyakit sangat lambat. Gejala mudah dilihat apabila sudah gejala lanjut atau sudah membentuk tubuh buah, akibatnya tindakan pengendalian sulit dilakukan. Purba (1993) menyatakan bahwa gejala awal penyakit ini sukar dilihat karena gejala luar tidak sejalan dengan gejala dalam. Pada tanaman tua, gejala awal terlihat pada daun kelapa sawit yang menunjukkan warna hijau pucat, seperti kekurangan air ataupun unsur hara. Pada tajuk ditandai dengan mengumpulnya daun pupus yang tidak membuka dengan jumlah lebih dari empat buah. Gejala pada tingkat serangan lanjut adalah selain adanya daun pupus yang tidak membuka yaitu adanya nekrosis pada daun tua dimulai dari bagian bawah. Daun-daun tua yang mengalami nekrosis selanjutnya patah dan tetap menggantung pada pohon. Pada akhirnya tanaman akan mati dan tumbang. Selain itu juga ada gejala internal yaitu terjadinya pembusukan di pangkal batang. Pada jaringan batang yang busuk, lesio tampak sebagai daerah berwarna coklat muda disertai adanya daerah berwarna gelap berbentuk pita tidak beraturan. Pita ini sering disebut sebagai zona reaksi yang mengandung getah. Secara mikroskopis gejala internal akar yang terserang Ganoderma mirip pada batang yang terinfeksi. Jaringan korteks akar yang sakit berubah warna dari putih menjadi coklat. Pada serangan yang sudah lanjut, jaringan korteks rapuh dan mudah hancur. Jaringan stele akar yang terserangpun berubah menjadi hitam pada serangan berat. Hifa biasanya terdapat di jaringan korteks, endodermis, perikel, xilem dan floem. Selain itu juga sering terbentuk klamidospora yang berfungsi untuk bartahan pada kondisi yang ekstrim. Tanda penyakit lain dapat terbentuk pada pangkal batang kelapa sawit ialah tubuh buah basidiokarp. Pada tanaman muda, gejala penyakit ditandai dengan menguningnya salah satu sisi tanaman atau buriknya daun bagian bawah yang kemudian diikuti nekrosis yang meluas ke seluruh daun. Pelepah kelihatan lebih pendek apabila dibandingkan dengan yang normal. Apabila gejala sudah lanjut seluruh pelapah menjadi pucat, seluruh daun dan palepah mengering, serta daun pupus tidak membuka akhimya tanaman mati (Turner, 1981).

3.3 Keragaman Ganoderma SPP

Ganoderma pertama kali diidentifikasi oleh Karsten pada tahun 1881 dengan *G. lucidum* sebagai satu-satunya spesies (Seo & Kirk 2000). Setelah Karsten, Ganoderma dideskripsikan oleh Patouillard (1889), Boudier & Fisher (1894), Boudier (1895), dan Murril (1902) dan (1908). Taksonomi *Ganoderma* didasarkan pada sifat morfologi. Ganodermataceae memiliki empat genus: *Ganoderma, Amaurodama, Haddowia* dan *Humphreya. Ganoderma* terdiri dari subgenus *Ganoderma* yang mencakup Sect. *Ganoderma* dan Sect. *Phaenema, Eflvingia* subgenus dan Subgenus *Trachyderma* (Zhao dan Zhang 2000). ldentifikasi pada masa ini berdasarkan spesifitas inang, distribusi geografi, makromorfologi tubuh buah termasuk di dalamnya warna konteks, bentuk tepi tudung, dan keadaan tubuh buah (stipitate atau sessile). Kelemahan identifikasi menggunakan makromorfologi ini sangat tidak konsisten karena pembentukan dan perkembangan tubuh buah sangat dipengaruhi faktor lingkungan. Kemudian identifikasi Ganoderma dilanjutkan oleh Akitson (1908), Ames (1913), Haddow (1931) Overholts (1953), Steyaert (1972, 1975, 1977, 1980), Baualo & Wright (1982), dan Corner. (1983) yang menggunakan penciri morfologi dengan spesimen yang berbeda, serta menggunakan penciri spora, hifa, (mikromorfologi) dan basidiokarp (Gambar 2). Penciri mikromorfologi juga mempunyai kelemahan. Hifa beberapa Ganoderma sering menunjukkan bentuk yang sama, clamp connection kadang tidak muncul pada media buatan, dan pertumbuhannya sangat dipengaruhi nutrisi media. Penciri mikromvfologi yang sangat baik adalah basidiospora mempunyai dua dinding sel . Dinding bagian luar hialin dan dinding bagian dalam lebih tebal dan berwarna cokelai (Donk 1964). Oleh sebab itu, sekarang genus ini mempunyai 300-an spesies yang kemungkinan besar ada yang hanya merupakan sinonim saja. Akhir-akhir ini banyak peneliti menggunakan penciri lain selain penciri tersebut. Adaskaveg & Gilbertson (!986) menggunakan penciri tipe pertumbuhan dan karakter mating, isozim oleh Hseu (1990) dan (Gottlieb dan Wright 1999), dan sekuen r DNA oleh (Moncalvo *et al*. 1995) dan (Hseu *et al*. 1996). Meskipun penciri terakhir ini lebih teliti tetapi tidak akan berpengaruh besar terhadap sistematik yang sudah ada. Hal ini disebabkan oleh material yang diuji masih sangat sedikit. Teknik yang terakhir ini sangat berguna untuk klarifikasi kesalahan warna dan hubungan kedekatan spesies yang diuji. Moncalvo (2000) telah membuat sistematik molekuler *Ganoderma* dengan

JOURNAL OF TOP AGRICULTURE (TOP JOURNAL)
Vol 1, No 2, November 2023, Hal. 65-73
ISSN 2987-2847 (Media Online)
DOI 10.56854/jta.v1i2.131
https://ejurnal.bangunharapanbangsa.id/index.php/JTA/

menggunakan sekuen Internal Transcribed Spacers (ITS) r DNA. *Ganoderma* dibagi menjadi 3 grup besar yaitu grup 1, 2. dan 3, masing-masing grup dibagi lagi menjadi subgrup. Disamping 3 grup besar juga ada grup yang tidak masuk klasifikasi (unclassified). *Ganoderma boninense* dari kelapa sawit di Asia Tenggara masuk dalam grup 2 subgrup 2.1. *Ganoderma boninense* yang ditemukan di lndonesia juga mempunyai perbedaan secara molekuler. Hasil penelitian Darmono *et al*. (1997), menunjukkan bahwa *G. boninense* dari beberapa daerah di Indonesia tidak menunjukkan hubungan yang sangat dekat. Meskipun sama-sama *G. boninense* tetapi yang berasal dari Lampung berbeda dengan yang berasal dari Kalimantan Selatan.

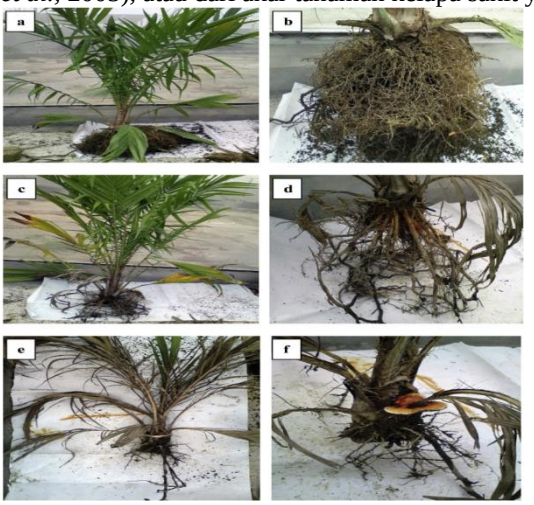
.

3.4 Spesies Patogen Penyebab Penyakit BPB (Ganoderma SPP)

Patogen *Ganoderma lucidum* pertama dilaporkan sebagai agen penyebab penyakit BPB tanaman kelapa sawit pada tahun 1930 (Utomo *et al.*, 2005). Selanjutnya, enam spesies lagi dilaporkan terkait dengan BPB tanaman kelapa sawit di Indonesia dan Malaysia seperti *Ganoderma boninense*, *Ganoderma tornatum*, *Ganoderma chalceum*, *Ganoderma zonatum*, dan *Ganoderma xylonoides* (Steyaert, 1967). Sampai saat ini, total 15 spesies Ganoderma telah terdeteksi menyerang kelapa sawit (Turner, 1981). Meskipun *G. boninense* diidentifikasi sebagai spesies yang paling virulen yang menyebabkan BPB, namun beberapa spesies Ganoderma bisa juga menyebabkan penyakit pada setiap pohon (Ho dan Nawawi, 1985).

Penyebab penyakit BPB kelapa sawit di tiap-tiap negara dilaporkan berbeda-beda. Di Afrika Barat penyebab BPB diidentifikasi sebagai *G. lucidum* Karst, sedangkan di Nigeria diidentifikasi sebagai *G. zonatum*, *G. encidum*, *G. colossus*, dan *G. Applanaturn*. Sedangkan di Malaysia ratusan tubuh buah yang dikumpulkan dari berbagai tempat di Malaysia, semuanya dari spesies *G. Boninense* (Ho dan Nawawi, 1985; Lim *et al*., 1992). ldris *et al*. (2004) menyatakan bahwa di Malaysia penyebab penyakit BPB ada 4 spesies yaitu *G. boninense*, *G. miniatocinctum*, *G. zonatum*, dan *G. tornaturn*. Spesies *G. boninense* adalah spesies yang paling sering ditermukan, sedangkan *G. tomatum* hanya ditermukan di tanah pedalaman dataran tinggi dengan curah hujan yang tinggi. Abadi (1987) menyatakan bahwa penyebab BPB di Indonesia adalah *G. boninense*. Gambar 1 menunjukkan perkembangan penyakit akibat serangan *G. boninense* pada tanaman kelapa sawit (Najihah *et al*., 2015).

Ganoderma boninense tergolong ke dalam filum Basidiomycota, ordo Aphyllophorales, dan famili Ganodermataceae (Alexopoulus *et al*., 1996). Cendawan *G. boninense* mempunyai basidiokarp yang sangat bervariasi yaitu ada yang dimidiate atau stipitate, ada yang bertangkai atau tidak tumbuh horizontal atau vertikat, ada yang rata atau mengembung, dan ada yang terbentuk lingkaran konsentris. Berbagai variasi sumber infeksi dan cara penularan BPB telah diteliti, dimana Basidiospora sebagai sumber infeksi BPB (Pilotti *et al*., 2003; Rees *et al*., 2012). Basidiokarp mampu melepaskan basidiospora dalam jumlah yang banyak dan dapat menyebar dalam jarak yang jauh (Sanderson, 2005). Basidiokarp dapat mencapai 17 cm, jari-jari 12 cm dengan tebal 2 cm (Treu, 1998). Konveks atau permukaan atas licin seperti pernis dengan warna kehitaman sampai cokelat. Dalam pertumbuhannya daerah perbatasan akan berwarna oranye kuning serta putih pada ujungnya. Permukaan pori berwarna putih hingga krem (Holliday, 1980). Penyebaran melalui basidiospora dapat menyebabkan terjadi keragaman genetik Ganoderma di lapangan (Miller *et al*., 1999; Pilotti *et al*., 2003). Dengan menginvasi akar, merupakan transmisi utama penyakit BPB (Rees *et al*.,2009), saprofit *Ganoderma spp* berkembang di tanah karena kurang kompetitif sehingga dapat menginfeksi akar dan sebagai sumber inokulum yang diperlukan untuk infeksi akar (Rees *et al*., 2007). Infeksi kelapa sawit cenderung terjadi ketika akar bersentuhan dengan inokulum pada sisa-sisa tanaman di tanah (Flood *et al.*, 2005), atau dari akar tanaman kelapa sakit yang berdekatan.



Gambar 1. Tingkat Kerusakan Jaringan Akar Dan Batang Oleh *Ganoderma Boninense*

3.5 Patogenesitas Ganoderma SPP Penyebab Penyakit BPB Pada Tanaman Kelapa Sawit

Cendawan yang bersifat lignolitik umumnya berasal dari kelompok cendawan busuk putih (white rot fungi) yang tergolong basidiomicetes (Fukuzurni 1980). Oleh sebab itu, cendawan ini mempunyai aktivitas yang lebih tinggi dalam mendegradasi lignin dibandingkan kelompok lain. Komponen penyusun dinding sel tanaman adalah lignin, selulosa, dan

JOURNAL OF TOP AGRICULTURE (TOP JOURNAL)
Vol 1, No 2, November 2023, Hal. 65-73
ISSN 2987-2847 (Media Online)
DOI 10.56854/jta.v1i2.131
https://ejurnal.bangunharapanbangsa.id/index.php/JTA/

hemiselulosa. Dengan demikian, untuk dapat menyerang tanaman, cendawan tersebut harus mampu mendegradasi ketiga komponen tersebut. Lignin merupakan polimer senyawa aromatik yang membungkus komponen polisakarida dinding sel kayu baik secara fisik maupun secara kimiawi, sehingga akan meningkatkan ketahanan kayu sebagai material komposit yang resisten terhadap serangan mikroorganisme. Lignin terdiri atas unit fenilpropan yang dihubungkan oleh ikatan karbon-karbon dan aril eter. Struktur monomer lignin berupa koniferil, sinapil, dan kumaril alkohol (Rees *et al*.,2009).

Cendawan busuk putih mampu mendegradasi lignin dengan sistem enzim pengoksidasi fenol seperti polifenoloksidase, lakase, dan tirosinase. Enzim lignolitik merupakan enzim perombak lignin yang termasuk enzirn peroksidase. Polifenoloksidase mengkatalisis o-hidroksilasi fenol dan mengoksidasi o-dihidrat fenol menjadi o-quinon dengan menggunakan molekul oksigen. Lakase mengoksidasi fenol dalam lignin menjadi radikal fenoksi yang dapat didegradasi lebih lanjut menjadi struktur lain. Lakase terutama mendegradasi lignin pada bubur kertas dan senyawa non-fenolik. Tirosinase mengkatalisis hidroksi monofenol menjadi o-difenol dan mengoksidasi o-difenol menjadi quinon. Delignifikasi dapat berupa proses perombakan lignin atau pelepasan lignin dari ikatannya dengan selulosa. Peneliti lain menyebutkan enzim yang berperan dalam perombakan lignin adalah lignin peroksidase (LIP), mangan peroksidase (MnP), dan Lakase.

Harvey *et a1*. (1993) mengemukakan bahwa LIP yang terlibat dalam proses degradasi, dapat mengkatalisis proses oksidasi sebuah elektron dari cincin aromatik lignin dan akhirnya membentuk kation-kation radikal. Selanjutnya senyawa-senyawa radikal ini, secara spontan atau bertahap akan melepaskan ikatan antar molekul dan beberapa diantaranya akan melepaskan inti pada cincin aromatik. Selain itu, dilaporkan bahwa enzim MnP yang dihasilkan cendawan busuk putih dapat mengoksidasi MnZ' menjadi Mn3' dan H202 sebagai katalisis untuk menghasilkan gugus peroksida. Mn3+ yang dihasilkan dapat berdifusi ke dalam substrat dan mengaktifkan proses oksidasi. Hal ini didukung pula oleh aktivitas kation radikal dari veratril alkohol dan enzim penghasil H_20_2. Proses ini diakhiri dengan bergabungnya oksigen ke dalam struktur lignin. Lakase berperan dalam degradasi lignin melalui oksidasi gugus fenol menjadi quinon, pengoksidasiannya melalui proses dimetilasi yang akan mengubah metoksi menjadi metanol. Selulosa merupakan polimer dari 800- 12.000 unit glukosa yang dihubungkan oleh ikatan ß-1,4,glikosidik.

Di alam molekul glukosa tersusun dalam bentuk fibril yang dihubungkan oleh ikatan hidrogen. Fibril tersebut sebagian bersifat kristalin dan pada kayu dibungkus oleh lignin yang berperan sebagai pelindung selulosa terhadap enzim pemecah selulosa. Selulosa dapat dihidrolisis oleh enzim kelompok endo ß-glukanase, ekso 6-glukanase, dan ß- glukosidase. Hemiselulosa pada kayu tersusun dari galaktomanan, glukomanan, arabinogalaktan, dan xilan. Galaktomanan, mannan, dan fragmen oligosakarida rentan terhadap hidrolisis enzim α-D-galaktosidase, endo ß-D-manase, ekso ß-D- manase, dan ekso ß-D-manan manobiohidrolase. Beberapa spesies Ganoderma, selain menghasilkan enzim-enzim di atas juga menghasilkan enzim amilase, ekstraseluler oksidase, invertase, koagulase. protease, renetase, pektinase, dan selulase (Venkatarayan, 1936: Nobles, 1965; Das *et al*., 1979). Patogenesitas *G. boninense* pada kelapa sawit tidak hanya terjadi pada tanaman tua saja, tetapi dapat terjadi pada planlet dan bibit kelapa sawit.

Fadli *et al*. (1989) melaporkan bahwa planlet dan kalus kelapa sawit dapat diserang *G. boninense* secara artifisial. Demikian juga Puspa *et al*. (1991) menyatakan bahwa bibit hasil kultur juga dapat terserang *G. boninense*. Bibit kelapa sawit yang ditumbuhkan pada sumber inokulum yang berupa balok kayu karet dapat juga menunjukkan gejala penyakit BPB (Hashim *et al*. 1991). Untuk dapat menimbulkan penyakit, cendawan ini membutuhkan inokulum yang cukup besar. Penelitian Navaratman & Chee (1965) menyatakan bahwa inokulum jaringan batang sebesar 750 cm^3 telah dapat menginfeksi bibit kelapa sawit di polibeg. Sedangkan Hashim (1993) melaporkan bahwa inokulum 432 cm^3 mampu menginfeksi setelah 6 bulan inkubasi serta inokulum yang berukuran 216 cm^3 mampu menginfeksi setelah 9 bulan inkubasi. Utorno *et al*. (1994) mencoba menginfeksi bibit kelapa sawit dengan sumber inokulum berupa kayu karet berukuran panjang 10 cm dan diameter 10 cm. Gejala penyakit BPB muncul setelah 6 bulan masa inkubasi. Tanda penyakit biasanya berupa basidiokarp kecil. Gumosis dan tilosis juga akan terbentuk di dalam xilem (Sariah *et al*., 1994)

3.6 Epidemi Penyakit Busuk Pangkal Batang

Spesies Ganoderma yang patogenik pada kelapa sawit mempunyai kisaran inang yang luas. Pada habitat alami di hutan, cendawan ini dapat menyerang tanaman berkayu. Selain menyerang *Elaeis guineensis* dan *Albizia sp*., *G. boninense* dapat menyerang anggota palma yang lain antara lain *Cocos nucifera*, *Livistona subglobosa*, *Casuarina tolurosa*,dan *Areca spp*. (Steyaert, 1975). Di daerah pantai ada dua spesies palma yang dapat menjadi sumber penularan penyakit ini yaitu nibung (*Oncosperma filamentosa*) dan serdang (*Livistona cochichineasis*) (Turner, 1981). Disamping itu dilaporkan juga *G. boninense* dapat menyerang *Acacia mangrum* (Abdullah 2001). Cendawan ini juga mampu hidup pada tunggul karet dan kakao. Penularan penyakit BPB terutama terjadi melalui kontak akar tanaman sehat dengan sumber inokulum yang dapat berupa akar dan batang sakit. Hal ini didukung oleh distribusi penyakit yang mengelompok. Di sekeliling tanaman sakit, biasanya ada tanaman sakit dengan gejala yang lebih ringan. Banyak tanaman kelapa sawit mati yang disebabkan BPB, apabila cara penanaman dengan sistem underplanting. Di lain pihak ada yang menyatakan bahwa basidiospora juga rnempunyai peran penularan yang sangat besar. Tetapi karena harus membutuhkan mating type yang sama maka belum tentu akan mermbentuk miselium sekunder dan tubuh buah. Dengan mengunakan uji keserasian vegetatif dan teknik Polymerase Chain Reaction (PCR) dapat ditunjukkan bahwa Ganoderma pada suatu areal tertentu mempunyai tipe mating yang berbeda. Demikian juga untuk pembeda secara molekuler (PCR). (Bridge *et al*., 2001). Apabila disebabkan kontak akar, maka seharusnya Ganoderma pada tanaman yang berdekatan adalah jenis yang sama. Basidiospora dibebaskan dan

JOURNAL OF TOP AGRICULTURE (TOP JOURNAL)
Vol 1, No 2, November 2023, Hal. 65-73
ISSN 2987-2847 (Media Online)
DOI 10.56854/jta.v1i2.131
https://ejurnal.bangunharapanbangsa.id/index.php/JTA/

disebarkan paling banyak pada pukul 22.00-06.00, sedangkan paling sedikit pada pukul 12.00-16.00 (Ho dan Nawawi 1986). Penularan penyakit juga dibantu oleh kumbang *Oryctes rhinoceros* yang larvanya banyak ditemukan pada batang kelapa sawit yang telah membusuk. Genty *et al*. (1976) menyatakan bahwa serangga yang membantu penyebaran penyakit ini di masing-masing negara berbeda. Di Columbia yang banyak berperan adalah *Sufetula diminutalis*, di Malaysia adalah *S. sunidesalis*, sedangkan di Indonesia yang berperan adalah *S. nigrescen*. Kebun yang banyak mempunyai tunggul karet, kelapa sawit, kelapa, atau tanaman hutan lain akan cenderung mempunyai penyakit yang tinggi. Tunggul- tunggul itu berfungsi sebagai sumber inokulum potensial Ganoderma. Oleh karena itu disarankan pada waktu tanam ulang, sisa-sisa tanaman itu dimusnahkan. Pengelohan tanah sebelum tanaman juga berpengaruh pada penyakit ini. Budiana & Purba (1987) mengamati bahwa kebun yang diolah secara mekanis mempunyai serangan Ganodema lebih tinggi 1,03% daripada pengolahan tanah disertai perlakuan kemis pada tunggul tanaman kelapa sawit. Ada kecenderungan bahwa makin tua umur tanaman, makin besar tingkat kerusakan. Peningkatan ini sejalan dengan bertambahnya daur pertanaman dalam suatu kebun (generasi tanarnan). Ini berarti substrat bagi Ganoderma akan semakin tersedia atau inokulum semakin tinggi populasinya. Letak kebun tidak terlalu berpengaruh sebab penyakit ini banyak ditemui di daerah pantai maupun daerah pedalaman. Penyakit BPB banyak terjadi pada daerah pantai maupun daerah pedalaman (Turner, 1981). Jenis tanah gambut dilaporkan jarang ditemukan penyakit BPB dan serangan berat banyak terjadi pada tanah laterit (Benjamin dan Chee, 1995). Namun sekarang ini serangan Ganodema dapat terjadi pada semua jenis tanah antara lain: podsolik, hidromorfik, alluvial, dan tanah gambut. Luka pada tanaman berperan sebagai titik mula atau membantu tempat masuknya Ganoderma ke tanaman. Luka pada tanaman ini dapat disebabkan oleh faktor biologis misalnya gigitan tikus, tupai, babi hutan, dan serangga. Faktor yang kedua adalah luka mekanis, misalnya akibat parang, cangkul ataupun alat berat. Pelukaan akar sebelum inokulasi dapat meningkatkan serangan dari 23% menjadi 56.7%. Tanaman yang lemah akan mudah terserang patogen. Lemahnya tanaman ini dapat disebabkan karena kurangnya hara bagi tanaman. Hasil penelitian di Nigeria menunjukkan bahwa kebun yang dipupuk dengan pupuk K, munculnya penyakit BPB lebih lambat 4 tahun daripada yang tidak diberi pupuk. Perlakuan hara makro lengkap dapat meningkatkan ketahanan terhadap serangan Ganodema. Kejadian penyakit pada perlakuan hara lengkap sebesar 13.88%. pada perlakuan tanpa hara makro sebesar 21,74%, dan pada perlakuan tanpa pupuk N dan Mg kejadian penyakit sebesar 32,24% (Purba *et al*., 1987).

3.7 Pengendalian Penyakit BPB

Untuk mengendalikan dan menekan penyebaran penyakit, dengan penggunaan fungisida serta memusnakan dengan membakar tanaman sakit agar tidak menyebar ketanaman kelapa sawit lainnya. Namun sebagian fungisida tidak efektif mengendalikan penyakit busuk akar ini (Idris dan Arifurrahman 2008). Dengan menerapkan budidaya konvensional serta sanitasi hanya bisa menunda penyebaran penyakit (Breton *et al*., 2006), dan penerapan ini tidak layak dari segi ekonomis. Pendekatan yang cocok dan aman bagi pengguna tapi sedikit menimbulkan ancaman terhadap organisme non-target adalah dengan kontrol biologis melalui penggunaan tanaman resisten. Meskipun teknik ini sangat sulit, mahal, dan memakan waktu, tetapi diyakini efektif bila diterapkan di lapangan (Damon, 2000).

Sampai saat ini sudah banyak usaha untuk mengendalikan penyakit BPB dengan beberapa teknik pengendalian yaitu :

a). Kultur Teknis & Mekanis.

Untuk mengurangi serangan Ganodenna, pangkal batang kelapa sawit perlu dibumbun dengan tanah. Hal ini dilakukan dengan tujuan menghindari infestasi basidiospora ke batang kelapa sawit. Pembuatan parit di sekeliling tanaman sakit dimaksudkan untuk mengurangi kontak akar tanaman sakit dan sehat. Pembumbunan tanah pada pangkal batang dapat mermperpanjang umur produksi selama 2 tahun (Hashim, 1997). Pengurangan sumber inokulum di kebun dilaksanakan dengan pengumpulan dan pembakaran tubuh buah (Basidiokarp) (Gambar 2). Sebelum penanaman tanaman baru, tunggul-tunggul atau sisa tanaman dibongkar secara mekanis ataupun secara kirmiawi (Chung *et al*., 1991).

b). Kimiawi

Pengendalian kimiawi telah banyak dilakukan di perkebunan kelapa sawit, baik dengan metode absorpsi akar maupun penyiraman dalam tanah. Berdasarkan percobaan pada tingkat laboratorium, banyak ditemukan fungisida yang efektif menekan *G. boninense*, tetapi apabila diaplikasikan di lapangan mengalami kegagalan. Fungisida Triazole yaitu triadimenol. triadimefon, tridemorph efektif menghambat pertumbuhan miselium *G. boninense* dengan konsentrasi berturut-turut 5, 10 dan 25 ml. Ganoderma dapat juga dikendalikan dengan fumigan Dazomet (Darus dan Seman, 1991). Pemberian 500 g Dazornet per tanaman kelapa sawit dapat menahan pembentukan tubuh buah Ganoderma selama 3 bulan. Penelitian terakhir menunjukkan bahwa fungisida berbahan aktif carboxin ataupun quintozene lebih efektif daripada Dazomet (George *et al*., 1996). Tunggul-tunggul dapat diberi racun agar cepat membusuk. Cara yang pernah dilakukan adalah pemberian urea diikuti dengan penyiraman asam sulfat (Pranata, 1974).

c). Hayati

Turner (1981) menyatakan bahwa *Trichoderma sp*., *Penicillium sp*.. dan *Gliocladium sp*. bersifat antagonistik terhadap Ganoderma dan berpeluang sebagai agens biokontrol. *Trichoderma sp*. dan *Gliocladium sp*. telah banyak dilaporkan keberhasilannya dalam menekan beberapa penyakit tumbuhan, khususnya penyakit tular tanah. *Trichoderma spp*. telah digunakan sebagai agens biokontrol pada penyakit layu tomat, melon, kapas yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum.* Selain itu juga digunakan untuk mengendalikan patogen *Rhizoctonia solani*, *Pythium ultimum*, *Sclemtium rolfsii*, *Verticillium dahliae*, *Alternaria*, dan *Armillaria mellea*. Agens biokontrol *Gliocladium sp*. telah digunakan sebagai agens biokontrol untuk menekan patogen *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclemtiorum*, dan *Sclerotium rolfsii*. (Campbell, 1989;

JOURNAL OF TOP AGRICULTURE (TOP JOURNAL)
Vol 1, No 2, November 2023, Hal. 65-73
ISSN 2987-2847 (Media Online)
DOI 10.56854/jta.v1i2.131
https://ejurnal.bangunharapanbangsa.id/index.php/JTA/

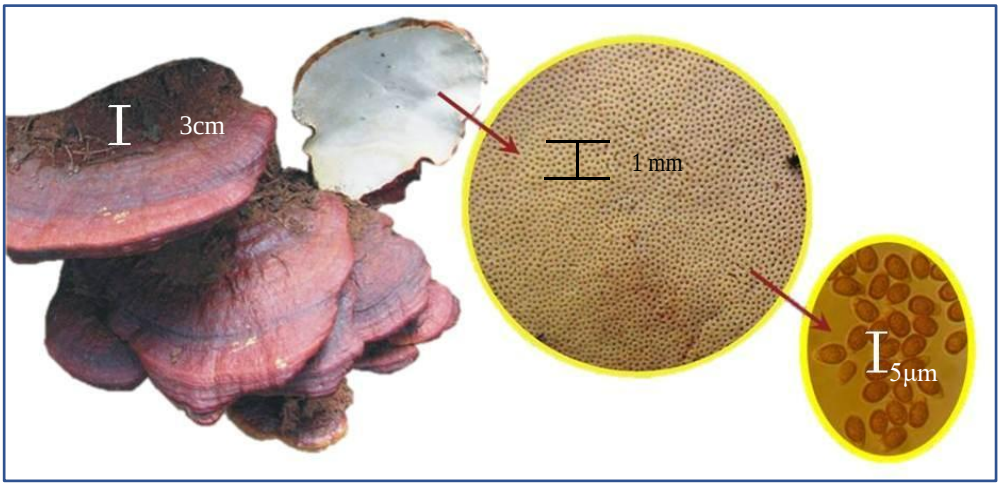
Papavizas, 1992). Untuk patogen *G. boninense*, *Trichoderma spp*, dan *Gliocladium spp*. baru diuji secara in vitro dan in vivo pada potongan batang kelapa sawit. Hasilnya adalah kedua agens biokontrol ini sangat berpeluang sebagai agens biokontrol yang potensial terhadap *G. boninense*.(Abadi, 1987; Purba *et al*., 1996).

d). Penggunaan Tanaman Tahan

Pengendalian penyakit BPB dengan menggunakan tanaman tahan merupakan pengendalian yang lebih efektif dan efisien. Tetapi sampai saat ini belum ada usaha yang serius untuk melakukan pemuliaan tanaman kelapa sawit yang tahan terhadap *G. boninense*. Ada indikasi bahwa bahan tanaman dura dari Afrika menunjukkan gejala penyakit yang lebih lambat daripada tanaman tenera di Sumatera. *Elaeis melanococca* lebih toleran daripada *E. guineensis*. Gagasan yang banyak dikemukakan adalah membuat hibrid antara *E. oleifera* dengan *E. guineensis* yang diharapkan akan lebih tahan atau toleran. Hartarjo & Soebiapradja (1975) melaporkan bahwa silangan varietas Congo (D) x Congo (P) mempunyai kejadian penyakit yang paling rendah yaitu 10.1%.

Gambar 2. Tipe Ganoderma Basidiokarp Pada Pohon Kayu

Berikut adalah deskripsi dari tubuh buah *Ganoderma* Spp. yang diamati secara mikroskopis.



Gambar 3. Pengamatan Mikroskopis Ganoderma SPP (Sumber: Pukon (2011)

4. KESIMPULAN

Saat ini penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit menjadi penyakit terpenting pada perkebunan kelapa sawit di Indonesia. Pada beberapa kebun kelapa sawit di Indonesia, penyakit ini telah menimbulkan kematian sampai 80% atau lebih dari seluruh populasi tanaman kelapa sawit, sehingga mengakibatkan penurunan produksi kelapa sawit per satuan luas. Dahulu diyakini bahwa *G.boninense* hanya menyerang tanaman tua, tetapi pada saat ini *G. Boninense* diketahui juga menyerang tanaman belum menghasilkan (TBM) yang berumur < 1 tahun. Spesies Ganoderma yang patogenik pada kelapa sawit serta tanaman berkayu. Selain menyerang kelapa sawit (*Elaeis guineensis*), patogen ini menyerang tanaman *Albizia sp*, *Acacia mangrum*, *Cocos nucifera*, *Livistona subglobosa*, *Casuarina tolurosa*, *Areca spp*. Kemampuan hidup cendawan juga ditemukan pada tunggul karet dan kakao. Penularan penyakit BPB terutama terjadi melalui kontak akar tanaman sehat dengan sumber inokulum yang dapat berupa akar dan batang sakit. Tubuh buah

JOURNAL OF TOP AGRICULTURE (TOP JOURNAL)
Vol 1, No 2, November 2023, Hal. 65-73
ISSN 2987-2847 (Media Online)
DOI 10.56854/jta.v1i2.131
https://ejurnal.bangunharapanbangsa.id/index.php/JTA/

basidiospora memiliki peran utama dalam proses penularan penyakit. Apabila disebabkan kontak akar, maka seharusnya Ganoderma pada tanaman yang berdekatan adalah jenis yang sama. Basidiospora dibebaskan dan disebarkan paling banyak pada pukul 22.00-06.00, sedangkan paling sedikit pada pukul 12.00-16.00 (Ho dan Nawawi, 1986). Penularan penyakit dapat dibantu oleh kumbang *Oryctes rhinoceros* yang larvanya banyak ditemukan pada batang kelapa sawit yang telah membusuk, serta serangga lainnya seperti *Sufetula diminutalis*, *S. sunidesalis*, dan *S. nigrescen*. Kebun yang banyak mempunyai tunggul karet, kelapa sawit, kelapa, atau tanaman hutan lain akan cenderung mempunyai penyakit yang tinggi. Tunggul- tunggul itu berfungsi sebagai sumber inokulum potensial Ganoderma. Oleh karena itu disarankan pada waktu tanam ulang, sisa-sisa tanaman itu dimusnahkan. Ada kecenderungan bahwa makin tua umur tanaman, makin besar tingkat kerusakan. Peningkatan ini sejalan dengan bertambahnya daur pertanaman dalam suatu kebun (generasi tanaman). Ini berarti substrat bagi Ganoderma akan semakin tersedia atau inokulum semakin tinggi populasinya. Letak kebun tidak terlalu berpengaruh sebab penyakit ini banyak ditemui di daerah pantai maupun daerah pedalaman. Penyakit BPB banyak terjadi pada daerah pantai maupun daerah pedalaman (Turner, 1981). Jenis tanah gambut dilaporkan jarang ditemukan penyakit BPB dan serangan berat banyak terjadi pada tanah laterit. Namun sekarang ini serangan Ganodema dapat terjadi pada semua jenis tanah antara lain: podsolik, hidromorfik, alluvial, dan tanah gambut. Luka pada tanaman berperan sebagai titik mula atau membantu tempat masuknya Ganoderma ke tanaman. Luka pada tanaman ini dapat disebabkan oleh faktor biologis misalnya gigitan tikus, tupai, babi hutan, dan serangga. Faktor yang kedua adalah luka mekanis, misalnya akibat parang, cangkul ataupun alat berat. Pelukaan akar sebelum inokulasi dapat meningkatkan serangan dari 23% menjadi 56.7%. Tanaman yang lemah akan mudah terserang patogen. Lemahnya tanaman ini dapat disebabkan karena kurangnya hara bagi tanaman.

REFERENCES

Abadi, A. L. 1987. *Biologi Ganoderma boninense Patogen Pada Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq) dan Pengaruh Beberapa Mikroba Tanah Antagonistik Terhadap Pertumbuhannya. Disertasi*. PPS IPB. Bogor. 147.

Abdullah, F. 2001. *Identification of Ganoderma boninense by Mating Compatibility and Cladistic Analysis of Its Internal Transcribed Spacer (ITS) Gene Sequencing*. Proc. PlPOC International Palm Oil Congress (Agriculture), Kuala Lumpur, Malaysia: 612-617.

Adaskaveg, J.E., & Gilbertson, R.L. 1987. *Vegetative Incompatibility Between Intraspecific Dikaryotic Pairings of Ganoderma lucidum and G. tsugae*. Mycologia. 19: 603-616.

Aderungboye, F.O. 1977. *Diseases of The Oil palm*. Trop. Pest Manage (23). 305.

Alexopoulus, C.J., Mims, C.W., & Blackwell, M. 1996. *Introductory Mycology*. 4'h Edition. John Wiley & Sons, Canada.

Bakshi, B.K., Reddy, M.A.R., & Singh, S. 1976. *Ganoderma Root Mortality in Khair (Acacia catechu Willd.) in Reforested Stands*. Eur.J. for Pathol (6): 30-38.

Benjamin, M., & Chee, K.H. 1995. *Basal Stem Rot of Oil Palm-a Serious Problem on Inland Soils*. MAPPS-Newlettr (19): 1-3.

Breton, F., Hasan, Y., Hariadi, Lubis, Z., & de Franqueville, H. 2006. *The Development of an Early Screening Test for Basal Stem Rot Tolerance in Oil Palm Progenies*. J. Oil Palm Res: 24-36.

Bridge, P., Panchal, G., Sanderson, F., & Pilotti, C. 2001. *Environmental Sampling for Ganoderma in Oil Palm: a Molecular Tool for Elucidating Epidemiology*. Proc. PlPOC International Palm Oil Congress (Agriculture), Kuala Lumpur, Malaysia. 649-652.

Budiana, S., & Purba, P. 1987. *Pengaruh Persiapan Lahan Secara Khemis dan Mekanis Terhadap Serangan Ganoderma pada Kelapa Sawit yang Diremajakan*. Laporan tahunan kerjasama penelitian P.P. Marihat-Biotrop. 1987.

Campbell, R. 1989. Biological Control of Microbial Plant Pathogens. Cambridge Univ. Press. Cambridge. UK. 218.

Chung, G.F., Darus, A., & Sukaimi, J. 1991. *Preliminary Results on Trunk Injection of Fungicides Against Ganoderma Basal Stem Rot in Oil Palm*. Proc. Ganoderma Workshoop, Bangi, Selangor. Malaysia.

Chung, G.F. 2011. *Management of Ganoderma Diseases in Oil Palm Pplantations*. Planter (87): 325-329.

Damon, A. 2000. A review of the biology and control of the coffee berry borer, Hypothenemus hampei (Coleoptera: Scolytidae). Bull. Entomol. Res (90): 453-465.

Darus A, Seman IA. 1991. Investigation on control of Ganoderma with Dazomet. Proc. International Palm Oil Conference. Kuala Lumpur. Malaysia.

Flood, J., Keenan, L., Wayne, S., & Hasan, Y. 2005. *Studies on Oil Palm Trunks as Sources of Iinfection in The Field*. Mycopathologia (159): 101–107.

Genty, P., Mariau, D., Desmier, R.C. 1976. *Infestation of The Aerial Roots of Oil Palm by Caterpillars of The Genus Sufetula Walker (Lepidoptera: Pyralidae)*. Oleagineaux 31 (8-9): 365-370.

George, S.T., Chung, G.F., & Zakaria, K. 1996. *Updated Results (1990-1995) on Trunk Injection of Fungicides for The Control of Ganoderrna Basal Stem Ro*t. Proc. PORlM International Palm Oil Congress. Kuala Lumpur. Malaysia.

Hashim, K. 1997. *Usefulness of Soil Mounding Treatments in Prolonging Productivity of Prime-Aged Ganoderma Infected Palms*. Planter 73(854) 239-244.

Herliyana, E.N. 2012. *Laporan Awal Penyakit Busuk Akar Merah Ganoderma sp. Pada Agathis sp. (Damar) di Hutan Pendidikan Gunung Walat, Sukabumi, Jawa Barat*. Jurnal Silvikultur Tropika (02): 102-107.

Ho, Y.W., & Nawawi, A. 1985. *Ganoderma boninense* Patogen From Basal Stem Rot of Oil Palm (*Elaeis guineensis*) in Peninsular Malaysia. Pertanika J. Trop. Agric. Sci (8): 425-428.

Ho, Y.W., & Nawawi, A. 1986. *Diurnal Periodicity of Spore Discharge in Ganoderma boninense Patogen From Oil Palm in Malaysia*. Pertanika 9 (2): 147-159.

Holliday, P. 1980. Fungus Diseases of Tropical Crops. Cambridge University Press. Cambridge. UK. 607.

Howell, C.R., & Stipanovic, R.D. 1983. *Gliovirin, a New Antibiotic from Gliocladiurn viride, and Its Rrole in The Biological Control of Pythium ultimum*. Can. J. Microbiol (29): 321 -324.

JOURNAL OF TOP AGRICULTURE (TOP JOURNAL)
Vol 1, No 2, November 2023, Hal. 65-73
ISSN 2987-2847 (Media Online)
DOI 10.56854/jta.v1i2.131
https://ejurnal.bangunharapanbangsa.id/index.php/JTA/

Idris, A.S., & Arifurrahman, R. 2008. *Determination of 50% Effective Concentration (EC 50 C.-L. Ho, Y.-C. Tan/Phytochemistry xxx (2014) xxx-xxx 9) of Fungicides Against Pathogenic Ganoderma*. MPOB Inform. Ser. (52). 449.

Idris, A.S., Kushairi, A., Ismail, S., & Ariffin, D., 2004. *Selection for Partial Resistance in Oil Palm to Ganoderma Basal Stem Rot*. Journal Oil Palm Research (16): 12-18.

Lee, S.S. 2000. *The Current Status of Root Diseases of Acacia mangium Wild*. In: Flood J, Bridge PD, Holderness M (eds), *Ganoderma diseases of perennial crops.* Wallingford: CABI Publishing. 71-79.

Liu, X., Yuan, J.P., Chung, C.K., & Chen, X.J. 2002. *Antitumor Activity of The Sporoderm Broken Germinating Spores of Ganoderma lucidum*. Cancer Lett. 155-161.

Miller, R.N.G, Holderness, M., Bridge, P.D., Paterson, R.R.M., Sariah, M., & Hussin, M.Z. 1995. *A Multi-Disciplinary Approach to The Characterization of Ganoderma in Oil Palm Cropping Systems. In: Buchanan, P.K., Hseu, R.S., Moncalvo, J.M., Editors, Ganoderma Systematics, Phytopathology and Pharmacology*. Proceedings of Contributed Symposium 59A,B, 5th International Mycological Congress, Vancouver, Canada, August 14-21, 1994. 57-66.

Miller, R.N.G., Holderness, M., Bridge, P.D., Chung, G.F., & Zakaria, M.H., 1999. Genetic Diversity of Ganoderma in Oil Palm Plantings. Plant. Pathol (48): 595-603.

Najihah, N.I., Hanafi, M.M., Idris, A.S., & Hakim, M.A. 2015. *Silicon Treatment in Oil Palms Confers Resistance to Basal Stem Rot Disease Caused by Ganoderma boninens*e. *Crop Protection* (67): 151-159.

Ommelna, B.G., Jennifer, A.N., & Chong, K.P. 2012. *The Potential of Chitosan in Suppressing Ganoderma boninense Infection in Oil-Palm Seedlings*. J Sustain Sci Manage 7(2). 186-192

Papavizas, G.C. 1992. Biological Control of Selected Soilborne Pathogens with Gliocladium and Trichoderma. In Tjamos, E.C., G.C. Papavizas, & R.J. Cook. (Eds) Biological Control of Plant Diseases, Progress and Challenges for The Future. Plenum Press. London. 223-230.

Paterson, R.R.M. 2007. *Ganoderma Disease of Oil Palm-A White Rot Perspective Necessary for Integrated Control*. Crop. Prot (26): 1369-1376

Pilotti, C.A., Sanderson, F.R., & Aitken, E.A.B. 2002. *Sexuality and Interactions of Monokaryotic and Dikaryotic Mycelia of Ganoderma boninense*. Mycol. Res. (11): 1315-1322

Pilotti, C.A., Sanderson, F.R., & Aitken, E.A.B. 2003. *Genetic Structure of a Population of Ganoderma boninense on Oil Palm*. Plant Path. (52). 455-463.

Pelczar, M.J.Jr, & Chan E.C.S. 1986. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Terjemahan dari: Elements of Microbiology Vol 1 & 2. Hadioetomo RS, Imas T, Tjirosomo SS, Angka SL, penerjemah; Jakarta UI Press.

Pranata, Y. 1974. *Control of Basal Stem Rot of Oil Palm*. Use Urea in Accelerating Stem and Stump Decay. Bulletin Balai Penelitian Perkebunan Medan 5 (3): 89-94.

Pukon. 2011. *Mengenal Pathogen Ganoderma Pada Kelapa Sawit-Vol. II*. http://www.pukon.co.id/nogan/index.php/id/berita/127-mengenal-pathogen-*Ganoderma*-pada-kelapa-sawit-volume-ii [24 Nopember 2014]

Purba, A.R., Akiyat, & Muluk C. 1997. *Bahan Tanaman Kelapa Sawit asal Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS)*. Proc. Pertemuan Teknis Kelapa Sawit 1997. Medan.

Purba, R.Y., & Dharmaputra. 1993. *Pengaruh Herbisida Terhadap Pertumbuhan Ganodema boninense In Vitro*. Buletin Puslitbun Marihat 13 (1).

Purba, R.Y., Puspa, W., & Suwandi. 1987. *Pengaruh Pemupukan Hara Makro Terhadap Perkembangan Busuk Pangkal Batang (Ganoderma sp.) Pada Kelapa Sawit di Kebun Adolina-Sumatera Utara*. Laporan Tahunan Kerja Sama Penelitian. Marihat-Biotrop Tahun 1987.

Purba, R.Y., Sipayung, A., & Lubis, R.A. 1996. *Pengaruh Penambahan Cendawan Antagonis Trichodema harzianum Terhadap Perkembangan Inokulum Ganoderma di Tanah*. Jurnal Penelitian Kelapa Sawit. 4(2): 69-75.

Purba, R.Y., Sipayung, A., & Utomo, C. 1994. *Antagonistic Soil Fungi on Ganoderma boninense Pat and The Possibility of Their Application in Oil Palm Estate*. Bulletin PPKS. Vol 2, Januari-Maret 1994.

Rahayu, G. 1986. *Telaah Histopatologi Akar dan Batang Kelapa Sawit (Elaeis guineensis) yang Terserang Ganoderma sp*. Laporan Tahunan Kerjasama Penelitian. Marihat-Biotrop Tahun 1986.

Rees, R.W., Flood, J., Hasan, Y., & Cooper, R.M., 2007. Effect of inoculum potential, shading and soil temperature on root infection of oil palm seedlings by the basal stem rot pathogen *Ganoderma boninense*. Plant. Pathol (56): 862-870.

Rees, R.W., Flood, J., Hasan, Y., Potter, U., Cooper, R.M., 2009. *Basal Stem Rot of Oil Palm (Elaeis guineensis); mode of root Infection and Lower Stem Invasion by Ganoderma boninense*. Plant. Pathol (58): 982-989.

Rees, R.W., Flood, J., Hasan, Y., Wills, M.A., Cooper, R.M., 2012. *Ganoderma boninense Basidiospores in Oil Palm Plantations: Evaluation of Their Possible Role in Stem Rots of Elaeis guineensis*. Plant. Pathol (61): 567-578.

Rianto, B., Mochtar, H., & Sasmito, A. 2011. *Overview of Palm Oil Industry Landscape in Indonesia*. Palm Oil Plantation. Industry landscape, regulatory and financial overview. PwC Indonesia. 1–16.

Schlegel, H.G., & Schmidtt, K. 1985. *Mikrobiologi Umum*. Ed ke-6. Baskoro RMT, penerjemah; Wattimena JR, Editor Yogyakarta: Gajah Mada Univ Press. Terjemahan dari: Allgemeine Mikrobiologie. 678 hal.

Singh, G. 1991. *Ganoderma The Scourge of Oil Palms in the Coastal Areas*. Planter (67): 421-444

Steyaert, R.L. 1967. *Les Ganoderma Palmicoles*. Bull. Jard. Bot. Nat. Belg (37). 465-492.

Treu, R. 1998. *Macro Fungi in Oil Palm Plantations of South East Asia*. J. Gen. Mycol 12 (1): 10-14.

Turner, P.D. 1965. *Infection of Oil Palms by Ganoderm*a. Phytopathology (55). 937.

Turner, P.D. 1981. *Oil Palm Diseases and Disorder*s. Oxford University Press. Kuala Lumpur. 280

Turner, P.D., & Bull, R.A. 1967. *Diseases and Disorders of the Oil Palm in Malaysia*. Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur. 247

Utomo, C., Werner, S., Niepold, F., & Deising, H.B. 2005. *Identification of Ganoderma, The Causal Agent of Basal Stem Rot Disease in Oil Palm Using a Molecular Method*. Mycopathologia (159): 159–170.

Zhao, J.D., & Zhang, X.Q. 2000. *Flora Fungorum sinicorum.* Beijing: Science Press. Ganodermataceae (18): 1–178.