

**Potensi *Dark Septate Endophyte* Isolat Sumatera Utara
terhadap *Ganoderma boninense* Penyebab
Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit**

**Potential of *Dark Septate Endophytes* North Sumatra Isolates
Against *Ganoderma boninense* the Pathogen of
Basal Stem Rot of Oil Palm**

Citra Fardani, Lisnawita*, Luthfi Aziz Mahmud Siregar

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara
Jalan Dr. A. Sofian No.3, Padang Bulan, Medan 20155

(diterima Maret 2024, disetujui Juni 2024)

ABSTRAK

Penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan oleh *Ganoderma boninense* menyebabkan kerusakan signifikan pada perkebunan kelapa sawit di Asia Tenggara, termasuk di Indonesia. Penggunaan fungisida kimia yang intensif terhadap *Ganoderma* dapat berdampak negatif terhadap lingkungan, kesehatan, dan terganggunya keseimbangan ekologi. Aplikasi mikroba sebagai agens hayati menggunakan cendawan endofit antagonis, salah satunya *dark septate endophyte* (DSE) berpotensi sebagai pengendalian *Ganoderma*. Penelitian ini bertujuan mendapatkan isolat DSE lokal Sumatera Utara dari areal endemik *Ganoderma* yang berpotensi untuk mengendalikan *G. boninense*. Eksplorasi cendawan DSE dilakukan pada areal dengan insidensi *Ganoderma* moderat (5%-30%) di Kecamatan Galang, Kabupaten Deli Serdang dan pengujian dilakukan secara *in vitro*. Hasil penelitian didapat lima isolat cendawan DSE, yaitu isolat II 3 A CM, Gelap A, II 4 CM, II 3 A CC, dan abu-abu. Kemampuan daya hambat terhadap perkembangan *G. boninense* secara *in vitro* dari yang paling tinggi berturut-turut adalah isolat Gelap A (100%), abu-abu (90.87%), II 3 A CC (82.83%), II 3 A CM (82.23%), dan II 4 CM (74.88%) pada 7 hari setelah inokulasi. Temuan ini merupakan data awal akan potensi cendawan DSE sebagai agens hayati *G. boninense* dan merupakan laporan pertama untuk cendawan DSE asal tanaman kelapa sawit di Sumatera Utara.

Kata kunci: agens hayati, cendawan endofit, daya hambat, eksplorasi, uji *in vitro*

ABSTRACT

Basal stem rot caused by *Ganoderma boninense* causes significant damage to oil palm plantations in Southeast Asia, including in Indonesia. Intensive use of chemical fungicides against *Ganoderma* can negatively affect the environment, health, and disrupt the ecological balance. Application of microbe as biocontrol agents using antagonistic endophytic fungi, among others is *dark septate endophyte* (DSE), is potential as management control strategy for *Ganoderma*. The aim of this experiment is to obtain local DSE fungi isolates from North Sumatra from *Ganoderma* endemic areas with the potential for biological control agents to *G. boninense*. DSE fungi exploration was carried out in the area with moderate incidence of *Ganoderma* (5%-30%) in Galang District, Deli Serdang Regency and the test was conducted *in vitro*.

*Alamat penulis korespondensi: Program studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Jalan Dr. A. Sofian No. 3, Padang Bulan, Medan 20155.
Tel: +62 8213236, Surel: lisnawita@usu.ac.id

Five isolates of DSE fungi was obtained, namely II 3 A CM, Gelap A, II 4 CM, II 3 A CC, and abu-abu. *In vitro* inhibition of *G. boninense* by DSE isolates at 7 days after inoculation are Gelap A isolate (100%), abu-abu isolate (90.87%), II 3 A CC (82.83%), II 3 A CM (82.23%), and II 4 CM (74.88%), respectively. This finding provides basic data about potential of DSE fungi as a biological agent for *G. boninense* and it is the first report for DSE fungi origin from oil palm in North Sumatra.

Keywords: biocontrol agent, endophytic fungi, exploration, inhibition ability, *in vitro* test

PENDAHULUAN

Busuk pangkal batang atau BPB yang menyerang kelapa sawit disebabkan oleh *Ganoderma boninense*, merupakan penyakit paling destruktif pada perkebunan kelapa sawit di Indonesia. Busuk pangkal batang juga dapat menyebabkan gejala busuk batang atas, dan pada beberapa kebun penyakit busuk batang atas (*upper stem rot*) lebih banyak daripada busuk pangkal batang (*basal stem rot*) terutama pada daerah dengan bahan tanaman yang rentan (Susanto *et al.* 2013). Sejak beberapa tahun terakhir, BPB tidak hanya menyerang pohon kelapa sawit yang sudah tua, namun juga menyerang pohon kelapa sawit yang belum menghasilkan. Insidensi penyakit BPB berkorelasi positif dengan produksi kelapa sawit. Insidensi penyakit pada tanaman belum menghasilkan generasi pertama, kedua, ketiga, dan keempat masing-masing sebesar 0%, 4%, 7%, dan 11%, sedangkan insidensi penyakit pada generasi pertama, kedua, dan ketiga pada tanaman produktif masing-masing sebesar 17%, 18%, dan 75% (Paterson 2019).

Kombinasi beberapa agens hayati menunjukkan penekanan terhadap pertumbuhan *G. boninense* hingga 70% secara *in vitro*. Pengamatan dengan mikroskop elektron dari zona interaksi antara *G. boninense* dan agens hayati pada uji antagonis, menunjukkan terjadinya kelainan morfologi struktur hifa dibandingkan dengan *G. boninense* tanpa perlakuan kombinasi agens hayati (perlakuan kontrol). Hal ini menunjukkan hubungan positif antara kombinasi agens hayati yang menghasilkan efek sinergis terhadap *G. boninense* (Chong *et al.* 2017).

Salah satu kelompok cendawan endofit yang telah dilaporkan dan berpotensi sebagai agens hayati yang dapat memacu pertumbuhan tanaman pada kondisi cekaman abiotik

dan biotik adalah kelompok *dark septate endophyte* (DSE). Keunggulan cendawan DSE dibandingkan agens hayati lainnya adalah cendawan DSE dapat hidup pada cekaman biotik maupun abiotik. Adanya pigmen melanin pada hifa cendawan DSE menjadikan cendawan ini mampu bertahan dan melindungi tanaman. Selain itu, cendawan DSE mampu mengkolonisasi akar tanaman secara interseluler maupun intraseluler tanpa menyebabkan penyakit pada tanaman (Surono dan Narisawa 2017).

Penelitian ini bertujuan mendapatkan cendawan DSE isolat Sumatera Utara pada areal endemik *Ganoderma* yang berpotensi sebagai agens hayati mengendalikan penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan *G. boninense*.

BAHAN DAN METODE

Isolat *G. boninense* yang digunakan pada penelitian diisolasi dari perkebunan kelapa sawit Kecamatan Tebing Syahbandar, Serdang Bedagai, Sumatera Utara dan merupakan koleksi Laboratorium Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara yang telah diidentifikasi secara molekuler.

Pengambilan Sampel

Eksplorasi cendawan DSE dari jaringan akar tanaman kelapa sawit sehat dilakukan dengan pengambilan sampel akar tanaman kelapa sawit dengan metode *stratified purposive sampling* (Liswarni *et al.* 2018) pada areal endemik *Ganoderma* dengan status insidensi moderat *Ganoderma* (5%–30%) di perkebunan kelapa sawit Sumatera Utara. Pengambilan sampel akar dilakukan pada 3 lokasi blok berbeda, setiap lokasi diambil sampel 5 pohon kelapa sawit sehat dan setiap pohon sampel terdiri atas 3 titik sampel, sehingga total ada

45 sampel (Gambar 1). Sampel diambil secara acak dengan jarak 1 m dari pangkal batang dan kedalaman 20-25 cm (Wicaksono *et al.* 2011).

Eksplorasi dan Isolasi Cendawan *Dark Septate Endophyte*

Eksplorasi dan isolasi cendawan DSE dari sampel akar dilakukan dengan metode Sukmawati dan Miarsyah (2017). Akar yang telah disterilisasi permukaan, ditumbuhkan pada medium agar-agar dekstrosa kentang (ADK) dalam cawan petri lalu diinkubasi pada suhu 25–30 °C selama 5-7 hari dalam ruang gelap. Koloni cendawan berwarna abu-abu hingga gelap yang tumbuh dari jaringan akar, dipindahkan ke medium ADK baru hingga diperoleh biakan murni. Selanjutnya semua isolat dibuat biakan yang berasal dari spora tunggal untuk pengujian lebih lanjut.

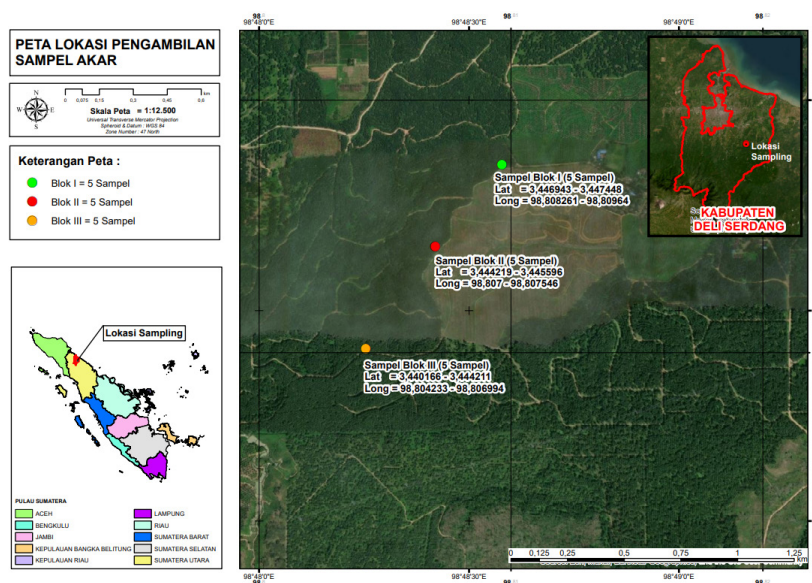
Uji Patogenesitas Cendawan *Dark Septate Endophyte*

Uji patogenesitas dilakukan untuk mengetahui apakah cendawan DSE yang diperoleh bersifat patogen atau tidak. Setiap isolat ditumbuhkan pada medium ADK, dan diinkubasi 5 hari pada suhu kamar. Sawi putih (*chinese cabbage*) sebagai tanaman indikator digunakan dalam pengujian ini. Sepuluh benih sawi putih yang telah

disterilisasi permukaan dengan etanol 70% selama 1.5 menit, NaOCl 1% selama 3 menit, dibilas tiga kali dengan akuades steril dan dikeringkan pada kertas filter steril. Selanjutnya benih sawi putih ditumbuhkan pada medium ADK di dalam cawan petri yang telah diinokulasikan cendawan DSE (Dalimunthe *et al.* 2019). Sebagai perlakuan kontrol diletakkan benih sawi putih pada medium ADK tanpa cendawan DSE. Pengujian dilakukan dengan tiga ulangan. Isolat cendawan DSE yang tumbuh dan tidak menimbulkan gejala penyakit akan digunakan pada pengujian selanjutnya.

Uji Antagonis Cendawan *Dark Septate Endophyte* terhadap *Ganoderma* Secara *In Vitro*

Uji antagonis menggunakan metode biakan ganda (*dual culture*). Semua isolat cendawan DSE yang tidak bersifat patogenik terhadap tanaman dari hasil uji patogenesitas digunakan dalam uji antagonis. Isolat cendawan DSE ditumbuhkan berhadapan dengan *G. boninense* pada medium ADK dengan jarak 3 cm dari dinding cawan petri. Perlakuan kontrol, *G. boninense* diletakkan di bagian tengah cawan petri dengan medium ADK tanpa kandidat DSE (Triasih *et al.* 2022).



Gambar 1 Lokasi pengambilan sampel akar tanaman kelapa sawit.
 Figure 1 Locations for sampling roots of oil palm plants.

Pengujian dilakukan dengan rancangan acak lengkap (RAL) nonfaktorial dengan tiga ulangan, dan setiap ulangan terdiri atas tiga sampel sehingga total semua ada 45 populasi sampel. Pengamatan daya hambat dilakukan dengan pengamatan jari-jari koloni patogen (cm) pada 3, 5, dan 7 hari setelah inokulasi (HSI) dan perhitungan persentase penghambatan dilakukan dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$PI = \frac{(R1-R2)}{R1} \times 100\%, \text{ dengan}$$

PI, persentase penghambatan pertumbuhan miselium (%); R1, diameter miselium *G. boninense* pada cawan petri kontrol (cm); dan R2, diameter miselium *G. boninense* pada cawan petri perlakuan (cm) (Izzatinnisa *et al.* 2020).

Karakterisasi Makroskopis dan Mikroskopis *Dark Septate Endophyte*

Karakterisasi makroskopis semua isolat cendawan DSE dilakukan dengan menumbuhkan kembali (*sub culture*) biakan murni setiap isolat ke medium ADK dan diinkubasi pada suhu ruang (20–25 °C) selama 5 hari (Sajar 2018). Karakter makroskopis yang diamati ialah warna miselium dengan mengacu pada Ridgway (1912), tekstur miselium, dan bentuk pinggiran pertumbuhan cendawan (Watanabe 2018).

Pengamatan mikroskopis dilakukan dengan membuat preparat. Miselium cendawan DSE diambil secara aseptis menggunakan jarum preparat lalu diletakkan di atas permukaan gelas objek, setelah itu ditetesi *methyl blue* (Goncalves *et al.* 2018), ditutup dengan kaca penutup, dan diamati di bawah mikroskop kompaun dengan perbesaran 400× (Suomela *et al.* 2018).

Analisis Statistik

Hasil uji antagonis terhadap setiap perlakuan dianalisis menggunakan analisis varian (ANOVA) dengan taraf kepercayaan 95% ($p < 0.05$). Perlakuan yang menunjukkan perbedaan yang signifikan maka dilakukan uji lanjut dengan Duncan 5% untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan.

HASIL

Isolat Cendawan *Dark Septate Endophyte* Hasil Eksplorasi

Hasil eksplorasi dan isolasi cendawan DSE dari 45 sampel akar tanaman kelapa sawit sehat di areal endemik Ganoderma di perkebunan kelapa sawit Sumatera Utara (Gambar 1), diperoleh 14 isolat cendawan, tetapi hanya 9 isolat yang mempunyai miselium berwarna abu-abu sampai gelap, yaitu isolat II 3 A CM, Gelap A, II 4 CM, II 3 A CC, Abu-abu, III 5 A, II 3 A PH, 1 3 A PK, dan I 1 B PK. Selanjutnya ke-9 isolat ini yang akan digunakan untuk uji patogenesitas (Tabel 1).

Patogenesitas Cendawan *Dark Septate Endophyte*

Hasil uji patogenesitas dengan menggunakan benih sawi putih menunjukkan dari 9 isolat cendawan DSE yang diuji diperoleh 6 isolat yang bersifat nonpatogenik, yaitu isolat II 3 A CM, Gelap A, II 4 CM, II 3 A CC, Abu-abu, dan III 5 A yang ditandai dengan benih dapat berkecambah dan tumbuh normal dengan persentase perkecambahan benih sawi putih 40%-60%. Sementara itu 3 isolat cendawan DSE lainnya, yaitu isolat II 3 A PH, 1 3 A PK, dan I 1 B PK II bersifat patogenik atau potensial patogenik yang ditandai dengan benih sawi putih tidak dapat berkecambah atau dapat berkecambah tetapi tidak normal seperti radikula tumbuh namun hipokotil tidak terbentuk dengan persentase perkecambahan benih sawi putih 7%–20% (Tabel 1). Selanjutnya hanya 5 isolat DSE yaitu isolat dengan warna miselium gelap masing-masing isolat II 3 A CM, Gelap A, II 4 CM, II 3 A CC, Abu-abu yang akan digunakan pada pengujian selanjutnya.

Sifat Antagonis Cendawan *Dark Septate Endophyte* terhadap *Ganoderma* Secara *In Vitro*

Lima isolat cendawan DSE yang bersifat nonpatogenik dari hasil uji patogenesitas, yaitu isolat II 3 A CM, Gelap A, II 4 CM, II 3 A CC, Abu-abu selanjutnya digunakan dalam uji antagonis dengan *G. boninense* secara *in vitro*. Hasil pengamatan menunjukkan peningkatan

Tabel 1 Hasil uji patogenesis isolat cendawan *dark septate endophytic* menggunakan tanaman sawi putih*Table 1 Results of pathogenicity test of dark septate endophytic fungal isolates using Chinese cabbage*

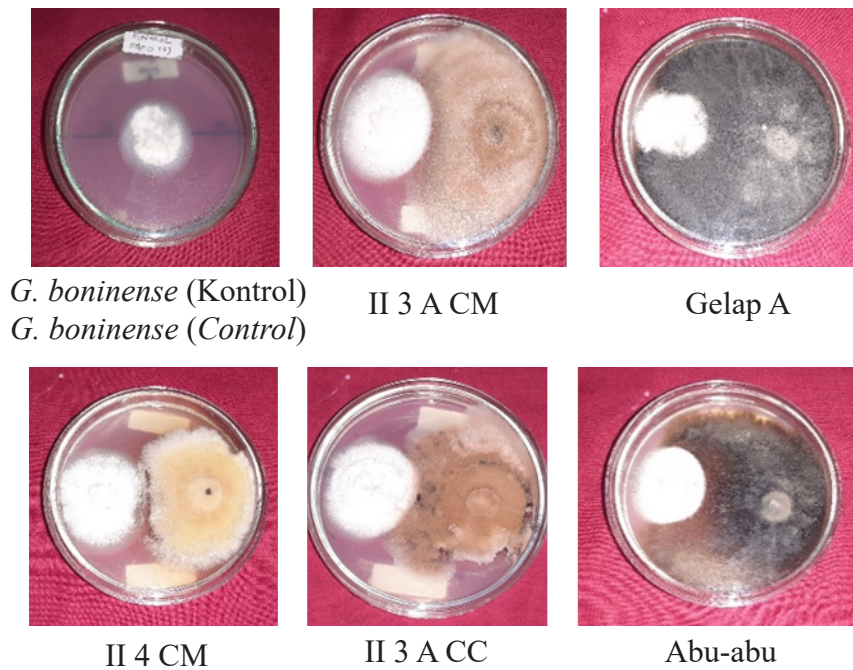
No	Kode isolat (<i>Isolate code</i>)	Persentase perkecambahan (<i>Percentage of germination</i>) (%)	Patogenesisitas (<i>Pathogenecity</i>)
1	II 3 A CM	60	Nonpatogenik (<i>Nonpathogenic</i>)
2	Gelap A	43	Nonpatogenik (<i>Nonpathogenic</i>)
3	II 4 CM	43	Nonpatogenik (<i>Nonpathogenic</i>)
4	II 3 A CC	43	Nonpatogenik (<i>Nonpathogenic</i>)
5	Abu-Abu	43	Nonpatogenik (<i>Nonpathogenic</i>)
6	III 5 A	40	Nonpatogenik (<i>Nonpathogenic</i>)
7	II 3 A PH	33	Patogenik/Potensial Patogenik (<i>Pathogenic/Potential Pathogenic</i>)
8	I 3 A PK	20	Patogenik/Potensial Patogenik (<i>Pathogenic/Potential Pathogenic</i>)
9	I 1 B PK	7	Patogenik/Potensial Patogenik (<i>Pathogenic/Potential Pathogenic</i>)

daya hambat pada 3, 5, dan 7 HSI. Pada pengamatan 3 HSI diperoleh persentase daya hambat 40.52%–59.45% dengan persentase daya hambat tertinggi terdapat pada isolat Gelap A yang berbeda nyata dengan 4 isolat cendawan DSE lainnya. Pada pengamatan 5 HSI, 5 isolat cendawan DSE menunjukkan aktivitas antagonis yang semakin meningkat dengan persentase daya hambat tertinggi pada isolat Gelap A sebesar 74.11%, dan daya hambat terendah pada isolat Abu-abu sebesar 64.28%. Selanjutnya pada pengamatan 7 HSI, persentase penghambatan isolat Gelap A sudah mencapai 100% diikuti berturut-turut dengan isolat Abu-abu (90.87%), II 3 A CC (82.83%), II 3 A CM (82.23%), dan II 4 CM (74.88%) (Gambar 2 dan 3).

Karakter Makroskopis dan Mikroskopis *Dark Septate Endophyte*

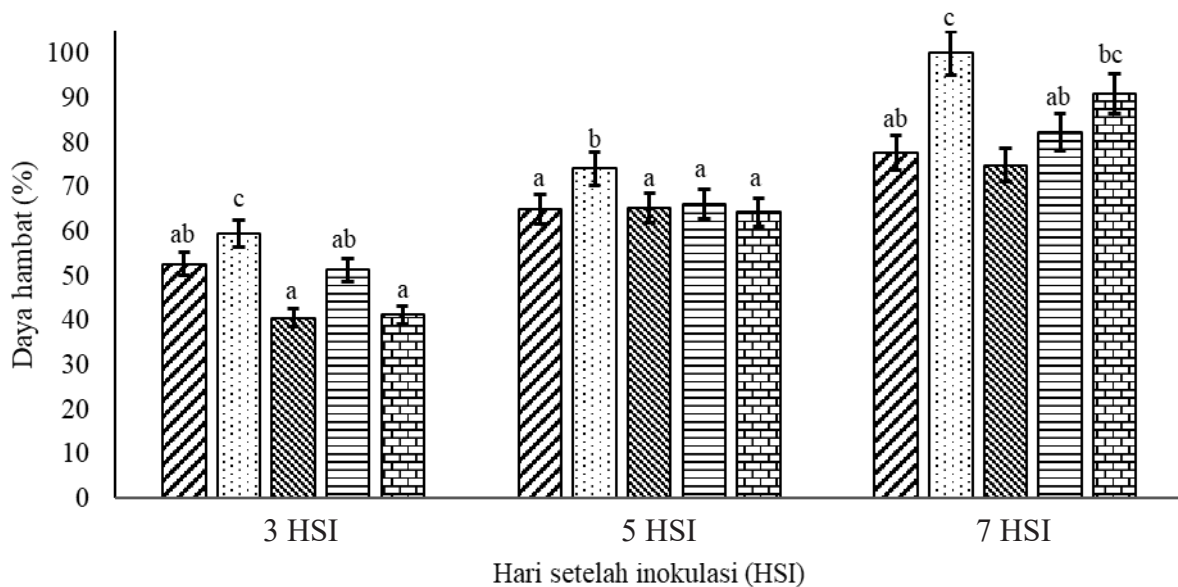
Pengamatan karakteristik makroskopis ke-5 isolat cendawan DSE didapat adanya perbedaan warna miselium, tekstur, warna,

dan bentuk koloni dari masing-masing isolat (Tabel 2). Hal yang sama dijumpai pada pengamatan mikroskopis, yaitu terdapatnya perbedaan secara mikroskopis dari setiap isolat cendawan DSE. Isolat II 3 A CM mempunyai hifa dengan septat pendek, hifa bercabang, dan hifa melanin (Gambar 4a), dan klamidospora berbentuk rantai (Gambar 4b). Isolat Gelap A menunjukkan adanya klamidospora melanin dengan hifa septat pendek (Gambar 4c) klamidospora hialin berbentuk rantai dengan hifa septat (Gambar 4d). Selanjutnya isolat II 4 CM terdapat hifa septat multinukleat dan hifa septat uninukleat (Gambar 4e) makrokonidia berbentuk fusiform dengan 1-3 septat (Gambar 4f). Isolat II 3 A CC menunjukkan hifa septat, hifa bercabang, hifa melanin dengan klamidospora interkalar (Gambar 4g dan 4h). Isolat Abu-abu terdapat klamidospora terminal, hifa septat pendek (Gambar 4i) hifa hialin dengan klamidospora melanin dan klamidospora hialin (Gambar 4j).



Gambar 2 Hasil uji antagonis isolat cendawan *dark septate endophytic* terhadap *Ganoderma boninense* pada 7 hari setelah inokulasi (HSI).

Figure 2 Results of antagonistic test of *dark septate endophytic* fungal isolates against *Ganoderma boninense* at 7 days after inoculation (DAI).



Gambar 3 Persentase daya hambat isolat cendawan *dark septate endophyte* terhadap *Ganoderma boninense* pada pengamatan 3, 5, dan 7 hari setelah inokulasi (HSI). ■, II 3 A CM; □, Gelap A; ▣, II 4 CM; ▤, II 3 A CC; dan ▥, Abu-abu.

Figure 3 Percentage inhibition of *dark septate endophyte* fungus isolates against *Ganoderma boninense* at 3, 5, and 7 days after inoculation (DAI). ■, II 3 A CM; □, Gelap A; ▣, II 4 CM; ▤, II 3 A CC; dan ▥, Abu-abu.

PEMBAHASAN

Eksplorasi cendawan DSE dilakukan dengan mengambil akar tanaman kelapa sawit

sehat atau tanaman kelapa sawit tanpa gejala *Ganoderma*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nair dan Padmavathy (2014), cendawan DSE diisolasi dari akar sehat, akar primer maupun

Tabel 2 Karakter morfologi isolat cendawan *dark septate endophytic* pada medium agar-agar dektrosa kentang

(Table 2 Morphological characters of *dark septate endophytic fungal isolates on potato dextrose agar*)

No	Kode isolat (<i>Isolate Code</i>)	Warna koloni Colour of Colony		Bentuk dan tekstur koloni (<i>Shape and texture of colony</i>)	Elevasi koloni (<i>Colony Elevation</i>)	Tepi koloni (<i>Colony edge</i>)
		Atas (<i>Top</i>)	Bawah (<i>Bottom</i>)			
1	II 3A CM	Cokelat kayu (<i>Wood brown</i>)	Cokelat kemerahan (<i>Deep reddish brown</i>)	Bundar dan berkapas (<i>Circular, cottony</i>)	Tinggi (<i>Raised</i>)	Bergelombang (<i>Undulate</i>)
2	Gelap A	Hitam keabuan (<i>Greyish black</i>)	Hitam (<i>Black</i>)	Bulat, berserabut (<i>Circular, filamentous</i>)	Datar (<i>Flat</i>)	Rata (<i>Entire</i>)
3	II 4CM	Cokelat muda (<i>Buff orange</i>)	Oranye kecokelatan (<i>Brownish orange</i>)	Tidak rata, seperti wol (<i>Irregular, woolly</i>)	Tinggi (<i>Raised</i>)	Bergelombang (<i>Undulate</i>)
4	II 3A CC	Cokelat kemerahan (<i>Chesnut brown</i>)	Cokelat kehitaman (<i>Blackish brown</i>)	Tidak rata dan berserabut (<i>Irregular, filamentous</i>)	Tinggi (<i>Raised</i>)	Keriting (<i>Curled</i>)
5	Abu-abu	Abu-abu (<i>Gray</i>)	Hitam keabuan (<i>Greyish black</i>)	Bulat, berserabut (<i>Circular, filamentous</i>)	Datar (<i>Flat</i>)	Rata (<i>Entire</i>)

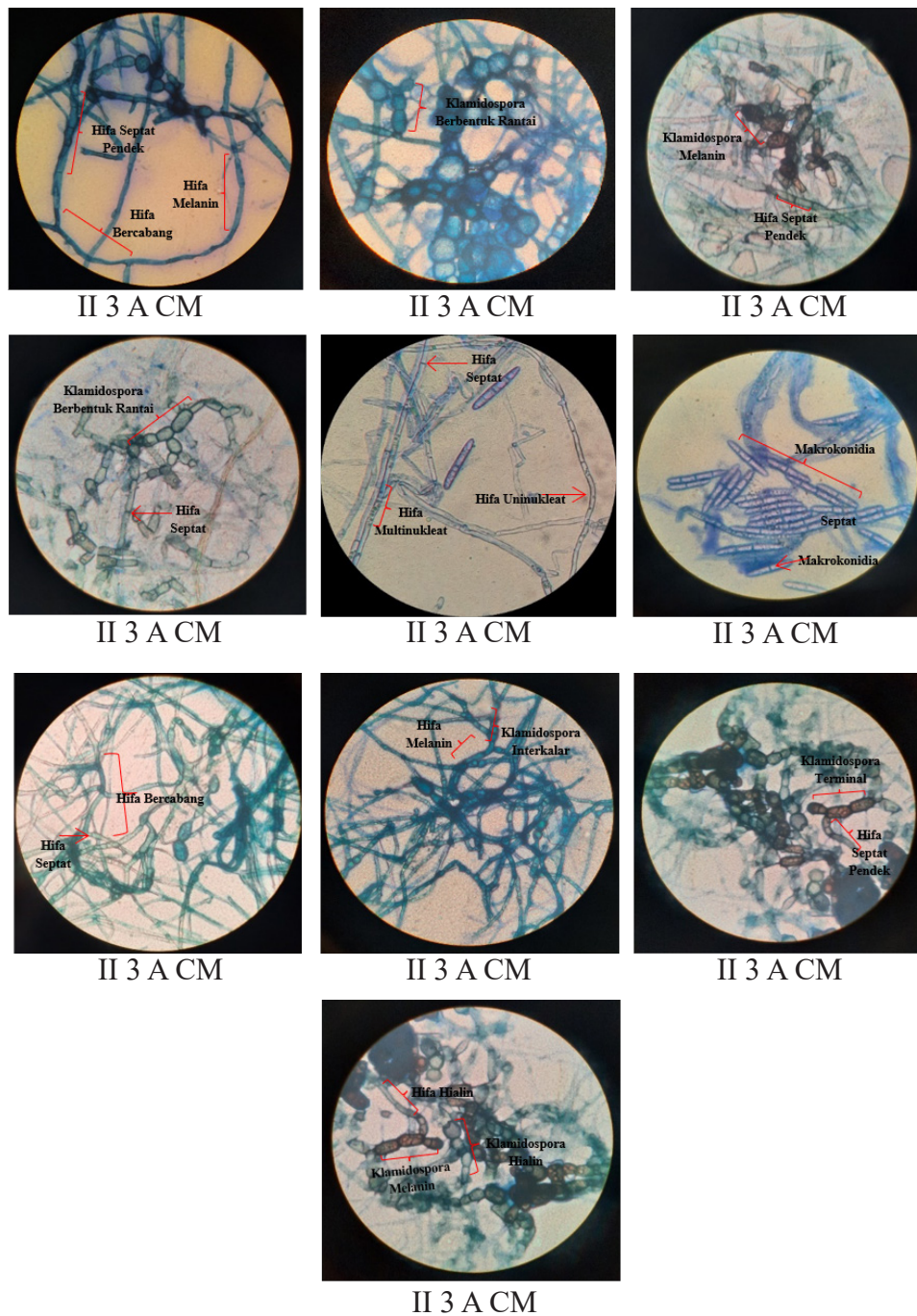
akar sekunder pohon kelapa sawit sehat atau pohon yang tidak menunjukkan gejala terserang penyakit BPB. Tidak adanya gejala penyakit yang ditemukan pada tumbuhan inang endofit, hal ini menunjukkan bahwa terdapat asosiasi positif yang kuat dari endofit dengan tanaman inangnya.

Eksplorasi cendawan DSE pada areal endemik Ganoderma dilakukan untuk mendapatkan isolat cendawan DSE dari yang berpotensi sebagai agens hayati. Menurut Verma *et al.* (2019) isolasi mikroorganisme endofit merupakan langkah penting dalam mengeksplorasi filogeni, keanekaragaman, interaksi endofit dengan tumbuhan dan aplikasinya sebagai bio inokulan peningkatan kesehatan tanaman di bidang pertanian. Prosedur isolasi endofit yang dilakukan harus merupakan prosedur yang tepat dimulai dari sterilisasi permukaan, penanaman potongan jaringan tanaman atau jaringan tanaman yang dihancurkan kemudian ditanam ke medium

agar tertentu dan pemurnian mikrob yang tumbuh dari jaringan tanaman yang diisolasi.

Cendawan patogenik menyebabkan benih sawi putih tidak dapat berkecambah, sedangkan cendawan potensial patogenik masih dapat menyebabkan benih berkecambah tetapi pertumbuhannya tidak normal. Menurut Kartika (2013), yang dimaksud kecambah dengan pertumbuhan normal ialah kecambah dengan perkembangan sistem akar, hipokotil, plumula, dan kotiledon yang baik/semurna tanpa ada kerusakan atau kelainan pada jaringan-jaringannya.

Cendawan endofit menginfeksi tanaman sehat pada jaringan tertentu tanpa menyebabkan tanda adanya infeksi penyakit pada tanaman yang kemudian menghasilkan enzim-enzim, metabolit sekunder, mikotoksin dan juga antibiotik yang dapat bermanfaat bagi fisiologi dan ekologi tanaman inang terhadap penyakit yang disebabkan oleh patogen tanaman. Cendawan endofit dapat



Gambar 4 Karakteristik mikroskopik cendawan *dark septate endophytic* isolat Sumatera Utara.
 Figure 4 Microscopic characteristics of *dark septate endophytic* fungi isolates of North Sumatra.

memperoleh nutrisi untuk melengkapi siklus hidupnya dari tanaman inang, dimana akar merupakan bagian yang paling banyak terdapat fungi endofit yang teridentifikasi. Hal ini dikarenakan adanya eksudat-eksudat dari akar tanaman yang menghasilkan nutrisi bagi mikroorganisme, sehingga pada bagian inilah terdapat lebih banyak mikroorganisme daripada bagian organ tanaman lainnya (Rahayu *et al.* 2019).

Kemampuan lima isolat cendawan DSE lokal Sumatera Utara yang mampu menghambat pertumbuhan dan bersifat antagonis terhadap *G. boninense* ditandai dengan pertumbuhan cendawan DSE lebih cepat dari pertumbuhan *G. boninense* dalam cawan petri. Hasil yang sama dilaporkan oleh Dewi *et al.* (2015) bahwa mekanisme penghambatan yang terjadi pada pengujian dengan metode kultur ganda ialah kompetisi ruang dan antibiosis.

Lebih lanjut Dewi *et al.* (2015) menyatakan kompetisi ruang merupakan pertumbuhan cendawan endofit lebih cepat dibandingkan pertumbuhan patogen. Hal ini menyebabkan cendawan endofit dapat memenuhi cawan petri, sehingga pertumbuhan patogen menjadi terhambat. Yurnaliza *et al.* (2014) melaporkan adanya indikasi fenomena mikoparasit yang terjadi antara *G. boninense* dengan beberapa cendawan endofit. Hal ini ditandai dengan abnormalitas seperti pembengkakan, distorsi, dan percabangan dini hifa *G. boninense* pada pengamatan dengan menggunakan mikroskop cahaya. Selanjutnya Alexander *et al.* (2015) melaporkan pengamatan dengan menggunakan mikroskop elektron (*Scanning Electron Microscope/SEM*) pada struktur hifa *G. boninense* tanpa perlakuan cendawan endofit, menunjukkan miselium *G. boninense* yang dipenuhi untaian hifa bercabang tampak sehat, padat, bercabang dan bebas dari kelainan atau gangguan apapun. Sebaliknya, ketika *G. boninense* ditantang dengan cendawan endofit menyebabkan struktur hifa *G. boninense* menjadi sangat terganggu, terpecah-pecah, pipih dan mengerut menjadi massa yang lebih longgar. Kerusakan yang terbentuk pada struktur miselium pada akhirnya akan menghambat pertumbuhan *G. boninense*.

Isolat cendawan DSE menunjukkan daya hambat yang beragam, mulai dari daya hambat sedang sampai dengan sangat tinggi. Zivkovic *et al.* (2010) mengelompokkan daya hambat menjadi 4 kategori, yaitu rendah (1%–25%), sedang (26%–50%), tinggi (51%–75%), dan sangat tinggi (76%–100%).

Pada penelitian ini karakteristik morfologi dan identifikasi isolat-isolat cendawan DSE lokal Sumatera Utara yang telah diisolasi dari akar tanaman kelapa sawit sehat dilakukan dengan pengamatan makroskopis dan identifikasi morfologi sebagai identifikasi awal penentuan spesies mikroba endofit yaitu cendawan DSE yang memiliki daya antagonis terhadap *G. boninense*. Morfologi koloni cendawan DSE menunjukkan beberapa keragaman yang ditemukan baik berupa perbedaan warna miselium, tekstur, warna, dan bentuk koloni. Mushimiyimana *et al.* (2016) menyatakan bentuk koloni cendawan

menunjukkan keragaman yang menonjol tergantung pada kondisi substrat serta jenis atau spesies cendawannya. Meskipun bentuk dan tekstur permukaan koloni memberikan informasi yang berguna untuk menentukan spesies atau untuk memantau keadaan pertumbuhan, pola koloni yang terbentuk sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan.

Ada beberapa struktur DSE yang teramati pada isolat cendawan DSE lokal Sumatera Utara yaitu hifa hialin dan melanin. Menurut Handayani (2017) hifa cendawan DSE berwarna gelap (melanin) sebagai tanda bahwa dinding hifa mengalami melanisasi dan dapat tumbuh secara inter atau intraseluler di epidermis ataupun korteks akar tanaman. Hifa dengan septa yang pendek juga ditemukan kandidat cendawan DSE lokal Sumatera Utara. Variasi bentuk DSE berupa hifa dengan sel-sel septa yang pendek dan bercabang atau menyerupai rantai yang tumbuh secara interseluler, intra seluler di permukaan akar (Handayani 2016). Karakteristik yang demikian juga sesuai dengan ciri-ciri cendawan DSE seperti yang dikemukakan oleh Jumpponen dan Trappe (1998).

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa cendawan DSE dapat diisolasi dari akar tanaman kelapa sawit dan mempunyai potensi sebagai agens hayati untuk menekan perkembangan *G. boninense*. Temuan ini merupakan informasi awal dan laporan pertama untuk cendawan DSE asal tanaman kelapa sawit di Sumatera Utara.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander A, Dayou J, Chong, KP. 2015. Morphological changes of *Ganoderma boninense* mycelia after challenged by *Trichoderma* and *Bacillus*. 1669:020075. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.4919213>.
- Chong KP, Dayou J, Alexander A. 2017. Detection and Control of *Ganoderma boninense* in Oil Palm. Cham (CH): Springer. hlm 1–12. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-54969-9_1.
- Dalimunthe CI, Soekarno BPW, Munif A, Surono. 2019. Seleksi dan uji potensi dark septate endophyte sebagai agens hayati

- penyakit jamur akar putih (*Rigidoporus microporus*) pada tanaman karet. *Jurnal Penelitian Tanaman Karet*. 37(1):11–20. DOI: <https://doi.org/10.22302/ppk.jpk.v37i1.624>.
- Dewi IP, Maryono T, Aeny TN, Ratih S. 2015. Kemampuan *Trichoderma* sp. dan filtratnya dalam menekan pertumbuhan *Sclerotium rolfsii* secara *in vitro*. *Jurnal Agrotek Tropika*, 3(1):130–133. DOI: <https://doi.org/10.23960/jat.v3i1.1974>.
- Goncalves TAP, Nisgoski S, Oliveira JS, Marcatti CR, Ballarin AW, Muniz GIB. 2018. A contribution to the identification of charcoal origin in Brazil III: microscopic identification of 10 Cerrado species. *Australian Journal of Botany*. 66(3): 255–264. DOI: <https://doi.org/10.1071/BT17196>.
- Handayani D. 2016. Keberadaan cendawan cendawan dark septate endophyte (DSE) pada sistem perakaran benih *Shorea selanica*. *Eksakta*. 1:38–44.
- Handayani D. 2017. Karakteristik cendawan dark septate endophyte (DSE) pada akar tanaman jagung dan padi. *Eksakta*. 18(1): 61–68. DOI: <https://dx.doi.org/10.24036/eksakta/vol18-iss01/20>.
- Izzatinnisa, Utami U, Mujahidin A. 2020. Uji antagonisme beberapa fungi endofit pada tanaman kentang terhadap *Fusarium oxysporum* secara *in vitro*. *Jurnal Riset Biologi dan Aplikasinya*. 2(1):18–25. DOI: <https://doi.org/10.26740/jrba.v2n1.p18-25>.
- Jumpponen A, Trappe JM. 1998. Dark septate endophytes: a review of facultative biotrophic root colonizing fungi. *New Phytologist*. 140(2):295–310. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.1998.00265.x>.
- Kartika T. 2013. Viabilitas, parameter, dan tolok ukur viabilitas benih Di dalam: Widajati E, Murniati E, Palupi ER, Kartika T, Suhartanto MR, Qadir A. *Dasar Ilmu dan Teknologi Benih*. Edisi 1. Bogor (ID): IPB Press.
- Liswarni Y, Nurbailis, Busniah M. 2018. Eksplorasi cendawan endofit dan potensinya untuk pengendalian *Phytophthora palmivora* penyebab penyakit busuk buah kakao. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. 4(2):231–235.
- Mushimiyimana I, Kimonyono A, Nsabimana P. 2016. Colonial and morphological characteristics of various fungi species isolated from soil in Bangalore city. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*. 6(1):17–21.
- Nair DN, Padmavathy S. 2014. Impact of endophytic microorganisms on plants, environment and humans. *The Scientific World Journal*. 2014:250693. DOI: <https://doi.org/10.1155/2014/250693>.
- Paterson RRM. 2019. *Ganoderma boninense* disease of oil palm to significantly reduce production after 2050 in Sumatra if projected climate change occurs. *Microorganisms*. 7(1):24. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms7010024>.
- Rahayu BR, Proborini MW, Darmayasa IBG. 2019. Isolasi, identifikasi dan persentase keberadaan hifa jamur endofit pada tanaman gemitir (*Tagetes erecta* L.) di beberapa daerah di Bali. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*. 6(1): 75–82. DOI: <http://dx.doi.org/10.24843/metamorfosa.2019.v06.i01.p12>.
- Ridgway R. 1912. *Color standards and color nomenclature*. Washington DC: Published by the Author. DOI: <https://doi.org/10.5962/bhl.title.144788>.
- Sajar S. 2018. Karakteristik kultur *Corynespora cassiicola* (Berk. & Curt) Wei dari berbagai tanaman inang yang ditumbuhkan di media PDA. *Agrium: Jurnal Ilmu Pertanian*. 21(3):210–217.
- Sukmawati D, Miarsyah M. 2017. Pathogenic activity of *Fusarium equiseti* from plantation of citrus plants (*Citrus nobilis*) in the village Tegal Wangi, Jember Umbulsari, East Java, Indonesia. *Asian Journal of Agriculture and Biology*. 5(4):202–213.
- Suomela JA, Vajanto K, Raisanen R. 2018. Seeking nettle textiles—utilizing a combination of microscopic methods

- for fibre identification. *Studies in Conservation*. 63(7):412–422. DOI: <https://doi.org/10.1080/00393630.2017.1410956>.
- Surono, Narisawa K. 2017. The dark septate endophytic fungus *Phialocephala fortinii* is a potential decomposer of soil organic compounds and a promoter of *Asparagus officinalis* growth. *Fungal Ecology*. 28: 1–10. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.funeco.2017.04.001>.
- Susanto A, Prasetyo AE, Hari P, Wening S. 2013. *Ganoderma boninense* penyebab penyakit busuk batang atas kelapa sawit. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 9(4): 123–126. DOI: <https://doi.org/10.14692/jfi.9.4.123>.
- Triasih U, Abadi AL, Muhibbudin A, Widyaningsih S. 2022. Uji beberapa jamur antagonis terhadap *Colletotrichum gloeosporioides* penyebab penyakit busuk buah apel manalagi (*Malus sylvestris*) secara *in vitro*. Di dalam: *Agropross: National Conference Proceedings of Agriculture*; 2022 Okt 19; Jember (ID): Politeknik Negeri Jember. hlm 389–397. DOI: <https://doi.org/10.25047/agropross.2022.309>.
- Verma SK, Kharwar RN, Gond SK, Kingsley KL, White JF. 2019. Exploring endophytic communities of plants: methods for assessing diversity, effects on host development and potential biotechnological applications. Di dalam: *Seed endophytes*. Cham (CH): Springer Nature Switzerland. hlm 55–82. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-10504-4_4.
- Watanabe T. 2018. *Pictorial Atlas of Soilborne Fungal Plant Pathogens and Diseases*. Boca Raton (FL): CRC Press.
- Wicaksono WA, Buana RF, Situmorang EC. 2011. Endophyte microbes from oil palm (*Elaeis guineensis*) tissues and its potential as a biocontrol for *Ganoderma boninense in vitro*. Di dalam: *Proceedings of The 7th ACSA Conference*; 2011 Sep 27–30; Bogor (ID): IPB International Convention Center. hlm 360–365.
- Yurnaliza, Aryantha INP, Esyanti RR, Susanto A. 2014. Antagonistic activity assessment of fungal endophytes from oil palm tissues against *Ganoderma boninense* Pat. *Plant Pathology Journal*. 13(4):257–267. DOI: <https://doi.org/10.3923/ppj.2014.257.267>.
- Zivković S, Stojanović S, Ivanović Ž, Gavrilović V, Popović T, Balaž J. 2010. Screening of antagonistic activity of microorganisms against *Colletotrichum acutatum* and *Colletotrichum gloeosporioides*. *Archives of Biological Sciences*. 62(3):611–623. DOI: <https://doi.org/10.2298/ABS1003611Z>.