

UJI ANTAGONIS *Trichoderma* sp. DAN *Bacillus* sp. DARI BERBAGAI TANAH PERAKARAN TANAMAN DALAM MENGHAMBAT PERTUMBUHAN *Pestalotiopsis* sp. PENYEBAB PENYAKIT BERCAK DAUN PEMBIBITAN KELAPA SAWIT SECARA *IN VITRO*

Ismail Raditta^{1*)}, Ismed Setya Budi²⁾

^{1,2}Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lambung Mangkurat

*Email Korespondensi : 2210517210001@mhs.ulm.ac.id

Abstrak

Produktivitas kelapa sawit sering menghadapi tantangan salah satunya penyakit. Bercak daun merupakan penyakit penting dalam fase pembibitan kelapa sawit karena dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mekanisme antagonis *Trichoderma* sp. dan *Bacillus* sp. asal tanah perakaran bambu, kelapa sawit dan rumput gajah, dalam menghambat pertumbuhan *Pestalotiopsis* sp. penyebab penyakit bercak daun pada pembibitan kelapa sawit secara *in vitro*. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) 2 faktor tunggal. Hasil penelitian uji antagonis *Trichoderma* sp. dan *Bacillus* sp. mampu menghambat pertumbuhan patogen *Pestalotiopsis* sp., pada perlakuan *Trichoderma* sp. tanah perakaran kelapa sawit memiliki persentase daya hambat tertinggi yaitu 73,11%, tanah perakaran rumput gajah dengan persentase 71% dan tanah perakaran bambu dengan persentase 63,89%. Pada perlakuan *Bacillus* sp. tanah perakaran bambu memiliki persentase daya hambat tertinggi yaitu 65,56%, tanah perakaran rumput gajah dengan persentase 59,44% dan tanah perakaran kelapa sawit dengan persentase 59%. Hasil penelitian mekanisme antagonis *Trichoderma* sp. berupa kompetisi, antibiosis, parasitisme dan lisis. Hasil penelitian mekanisme antagonis *Bacillus* sp. berupa antibiosis. Penelitian ini menunjukkan potensi *Trichoderma* sp. dan *Bacillus* sp. sebagai agens antagonis yang efektif dalam mengendalikan penyakit bercak daun kelapa sawit *Pestalotiopsis* sp.

Kata kunci: Perakaran Tanaman, *Trichoderma* sp., *Bacillus* sp., *Pestalotiopsis* sp

Abstract

Palm oil productivity often faces challenges, one of which is diseases, with leaf spot being a significant disease during the nursery phase as it can hinder plant growth. This study aims to investigate the antagonistic mechanisms of *Trichoderma* sp. and *Bacillus* sp. isolated from the rhizosphere soil of bamboo, oil palm, and elephant grass in inhibiting the growth of *Pestalotiopsis* sp., the causal agent of leaf spot disease in oil palm nurseries, through *in vitro* testing using a completely randomized design (CRD) with two single factors. The antagonism test results showed that *Trichoderma* sp. and *Bacillus* sp. effectively inhibited *Pestalotiopsis* sp. growth, with *Trichoderma* sp. from oil palm rhizosphere soil achieving the highest inhibition percentage of 73.11%, followed by elephant grass (71%) and bamboo (63.89%), while *Bacillus* sp. from bamboo rhizosphere soil had the highest at 65.56%, followed by elephant grass (59.44%) and oil palm (59%). The antagonistic mechanisms of *Trichoderma* sp. included competition, antibiosis, parasitism, and lysis, whereas *Bacillus* sp. acted through antibiosis. This research demonstrates the potential of *Trichoderma* sp. and *Bacillus* sp. as effective antagonistic agents for controlling leaf spot disease in oil palm caused by *Pestalotiopsis* sp.

Keywords: Plant Rhizosphere, *Trichoderma* sp., *Bacillus* sp., *Pestalotiopsis* sp

PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) merupakan tanaman penghasil minyak nabati yang paling besar dan efisien dibandingkan tanaman lainnya. Menurut Sugara (2015), dibandingkan dengan tanaman penghasil minyak lainnya seperti zaitun, kelapa, bunga matahari, dan kedelai. Produksi minyak nabati dari kelapa sawit dapat mencapai 6 ton/ha, jauh di atas tanaman penghasil minyak lainnya yang hanya menghasilkan sekitar 4-4,5 ton/ha. Tanaman kelapa sawit menjadi komoditas ekspor terbesar Indonesia. Luas area perkebunan kelapa sawit Indonesia pada tahun 2024 sudah mencapai 16.005,1 Ha dengan total produksi CPO sebesar 47.474,6 ribu ton. Hasil produksi kelapa sawit di Kalimantan Selatan pada tahun 2024 mencapai 1.338,0 ton dengan total luas lahan sebesar 478,6 ha. Pada tahun 2023, produksi kelapa sawit tercatat sebesar 1.329,1 ton dengan luas lahan panen 470,7 ha angka ini menunjukkan adanya peningkatan dibandingkan tahun sebelumnya. Dari data tersebut mengindikasikan adanya peningkatan luas lahan dan peningkatan hasil tanaman kelapa sawit setiap tahun. Namun hal ini tidak menutup kemungkinan terjadinya kendala dalam produksi, seperti penyakit (BPS, 2024).

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) sejak mulai di pembibitan tidak luput dari gangguan berbagai penyakit. Salah satu penyakit yang umum menyerang bibit dan kadangkala berlanjut hingga ke lapang adalah bercak daun yang disebabkan oleh jamur *Pestalotiopsis* sp. Penyakit ini terdapat pada berbagai negara penanam kelapa sawit di seluruh dunia dengan tingkat serangan yang beragam. Kondisi pertumbuhan yang kurang baik, akibat pemeliharaan yang kurang dan cuaca yang kering dapat mempercepat serangan penyakit dan sekaligus mendorong penyebaran penyakit ini (Turner, 1981). Serangan berat penyakit ini menyebabkan kerusakan yang serius pada daun sehingga menghambat dan mengurangi aktivitas fotosintesis (Purba, 1997).

Gejala serangan yang ditunjukkan bercak daun kelapa sawit patogen *Pestalotiopsis* sp. diawali adanya bercak berwarna coklat atau coklat kelabu di atas helaian daun berumur sedang. Bagian terserang (lesio) kemudian meluas dan bagian tengahnya mulai mengering dan berwarna coklat gelap (Purba, 1997). Hal ini sesuai dengan penelitian Bagas (2023), yang menyatakan pada tanaman kelapa sawit gejala serangan yang ditunjukkan patogen *Pestalotiopsis* sp. diawali adanya bercak berwarna kecoklatan, Perkembangan bercak dan jaringan terserang terdapat di bagian tengah semakin berwarna coklat gelap.

Pemanfaatan mikroorganisme antagonis merupakan pilihan alternatif sebagai pengendali penyakit bercak daun karena dapat meminimalkan gangguan terhadap keseimbangan biologis disamping menurunkan biaya pengendalian. Jamur *Trichoderma* sp. merupakan jamur yang hidup diperakaran tanaman atau rizosfer. Jamur ini dapat menekan pertumbuhan jamur patogen dengan memenangkan kompetisi ruang dalam penyerapan nutrisi. Jamur ini juga menghasilkan antibiotik yang dapat mematikan dan menghambat pertumbuhan jamur lain atau disebut mikopatogen (Pulungan, 2018). *Bacillus* merupakan rizobakteri yang dapat menghambat patogen tanaman dengan mekanisme antagonis berupa antibiosis (Butar *et al.*, 2018).

Karakteristik fisik tanah yang ideal bagi agen pengendali hayati meliputi tekstur tanah yang gembur dan kaya bahan organik. Tanah yang remah memungkinkan sirkulasi udara yang baik serta retensi kelembapan yang cukup tanpa menyebabkan genangan air. Kandungan bahan organik yang tinggi seperti tanah kompos atau humus juga penting karena menyediakan sumber makanan dan habitat yang optimal bagi mikroorganisme pengendali

hayati (Hanafiah, 2010). Menurut (Kalay *et al.*, 2019), tanah perakaran rumput gajah yang diperoleh di daerah Gunung Nona Kota Ambon terdapat bakteri *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., *Azotobacter* sp. dan *Azospirillum* sp. Menurut (Susanti, *et al.*, 2015). *Bacillus* sp. juga dapat ditemui pada lapisan rizosfer tanaman bambu yang diketahui memiliki mikroorganisme melimpah karena jarang adanya kontaminan bahan kimia di sekitar lingkungan tumbuhnya tanaman bambu. Selain itu rizosfer tanaman kelapa sawit terdapat agens antagonis seperti *Trichoderma* sp. (Widiastuti *et al.*, 2016). *Trichoderma* merupakan salah satu agens antagonis yang dapat ditemukan di rizosfer tanaman kelapa sawit (Affandi *et al.*, 2017). Menurut Sharma *et al.*, (2010) pada rizosfer tanaman bambu sehat ditemukan cendawan antagonis *Trichoderma* sp. Menurut Seung *et al.*, (2015), dalam Himawan & Mawandha (2018), menyatakan bahwa bakteri rizosfer pada tanaman kelapa sawit terdiri atas genus *Pseudomonas*, *Bacillus* dan *Burkholderia*. Hal ini terbukti terdapat *Trichoderma* sp. dan *Bacillus* sp. asal tanah perakaran yang berpotensi sebagai agens antagonis yang dapat menghambat patogen. Pada penelitian ini isolat *Trichoderma* sp. dan *Bacillus* sp. dari tanah perakaran tanaman bambu, kelapa sawit dan rumput gajah diuji antagonistiknya terhadap penyebab penyakit bercak daun disebabkan oleh patogen *Pestalotiopsis* sp. pada pembibitan kelapa sawit secara *in vitro*.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fitopatologi Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru, pada bulan September - November 2025. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) 2 faktor tunggal dengan isolat *Trichoderma* sp. dan *Bacillus* sp. dari tanah perakaran bambu, kelapa sawit dan rumput gajah serta kontrol *Pestalotiopsis* sp.

Bahan yang digunakan adalah tanah perakaran bambu, kelapa sawit dan rumput gajah, benih timun, KOH 3% dan isolat *Pestalotiopsis* sp., dari koleksi Laboratorium Pengendalian Hayati Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru. Cendawan *Trichoderma* sp. diperoleh dengan isolasi tanah pada pengenceran 10^{-1} cendawan ditumbuhkan di media PDA jika diduga terdapat *Trichoderma* sp. maka dilakukan pemurnian dan pengamatan makroskopis dan mikroskopis. Bakteri *Bacillus* sp. diperoleh dengan isolasi tanah pada pengenceran 10^{-1} yang dilakukan pemanasan 80°C bakteri di tumbuhkan di media NA dan dilakukan uji media selektif jika terdapat zona bening yang luas maka dilakukan pemurnian dan diamati secara makroskopis. Bakteri yang murni dilakukan uji gram dengan KOH 3% untuk mengetahui gram positif dan negatif. Isolat *Pestalotiopsis* sp. dilakukan pemurnian dan uji patogenisitas dengan melihat pertumbuhan benih timun yang ditumbuhkan *Pestalotiopsis* sp. pada media PDA. Uji antagonis dilakukan secara *in vitro* menggunakan metode *dual culture* yang sejalan dengan penelitian (Eka *et al.*, 2021). Metode ini bertujuan untuk melihat daya hambat dari cendawan *Trichoderma* sp. dan *Bacillus* sp. terhadap patogen *Pestalotiopsis* sp. Sebelum melakukan pengujian, cawan petri yang berukuran 9 cm diberi tanda menggunakan spidol permanen dengan garis horizontal, serta titik pada jarak 3 cm dari cawan petri (Putrizia & Johanis, 2021). Prosedur yang dilakukan yaitu, hasil pemurnian *Pestalotiopsis* sp. dari koleksi Laboratorium Pengendalian Hayati (2024) yang telah memenuhi cawan petri diambil dengan *cork borer* berdiameter 4 mm, kemudian diletakkan pada cawan petri yang berisi media PDA baru (Syarifah *et al.*, 2024). Peletakan patogen dapat dilihat pada gambar 1. Pada sisi lain, isolat cendawan antagonis yang diuji juga diambil menggunakan *cork borer* dengan diameter yang sama dan diletakkan sesuai dengan gambar 1. Pada sisi yang lain juga, isolat bakteri antagonis yang diuji diambil dan digores menggunakan jarum ose dan diletakkan sesuai gambar 2. Pengamatan dilakukan selama 7 hari.

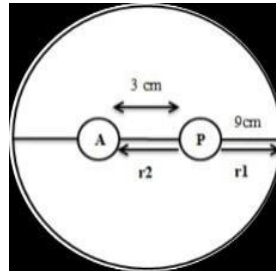
Pengukuran luas koloni cendawan patogen dan cendawan antagonis r1 dan r2

$$\text{Penghambatan} = \frac{r_1 - r_2}{r_1} \times 100\%$$

Keterangan :

r_1 = Jari-jari pertumbuhan koloni *Pestalotiopsis* sp. yang tumbuh berlawanan dengan jamur antagonis

r_2 = Jari-jari pertumbuhan koloni *Pestalotiopsis* sp yang tumbuh kearah jamur antagonis



Gambar 1. Skema Uji antagonis dengan Metode Dual Culture

A= Inokulum Antagonis *Trichoderma* sp. dan P= Inokulum Patogen *Pestalotiopsis* sp. (Putrizia & Johanis, 2021).

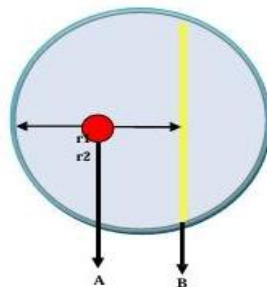
B. Pengukuran luas koloni bakteri antagonis

$$\text{Penghambatan} = \frac{R_1 - R_2}{R_1} 100\%$$

Keterangan :

R_1 = Jari-jari pertumbuhan koloni *Pestalotiopsis* sp. yang tumbuh pada berlawanan

R_2 = Jari-jari pertumbuhan koloni *Pestalotiopsis* sp. yang tumbuh kearah bakteri antagonis



Gambar 2. Skema Uji antagonis dengan Metode Dual Culture

A= Patogen *Pestalotiopsis* sp dan B = Antagonis *Bacillus* sp. (Ramadhaniar *et al.*, 2023).

Variable Pengamatan

Pengamatan *Trichoderma* sp. secara makroskopis meliputi bentuk, warna, permukaan dan pinggiran cendawan. Sedangkan pengamatan secara mikroskopis dilakukan menggunakan media kubus yang kemudian diamati pada mikroskop meliputi konidiofor, fialid dan konidia. Pengamatan *Bacillus* sp. dengan melihat hasil uji gram dan pengamatan secara makroskopis dengan melihat isolat yang tumbuh pada media NA seperti warna, tekstur, ukuran, elevasi dan tepi bakteri. Pengamatan uji gram dengan KOH 3% pada bakteri dengan melihat bakteri yang diaduk dan diangkat pada jarum ose jika menempel dan ditarik memiliki benang maka gram negatif jika sebaliknya gram positif. Pengamatan uji patogenisitas dengan melihat pertumbuhan benih timun jika mentimun tumbuh normal atau lebih baik dibandingkan kontrol maka isolat tersebut bisa dikategorikan sebagai cendawan non patogen. Sedangkan jika benih mentimun tidak tumbuh, perkecambahan abnormal atau menunjukkan gejala penyakit maka dikategorikan sebagai patogen. Pengamatan uji antagonis dengan melihat daya hambat dan mekanisme antagonis berupa kompetisi, antibiosis, parasitisme dan lisis.

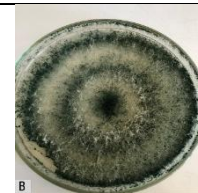
HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi *Trichoderma* sp.

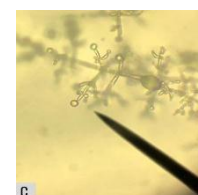
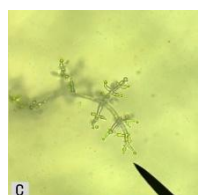
Ciri-ciri morfologis *Trichoderma* sp. koloni berwarna putih hingga hijau tua, permukaan kasar, dan beberapa halus dengan tepi halus dan berwarna putih, dan beberapa memiliki lingkaran konsentris (Syahputra *et al.*, 2017). Menurut Ula (2025), secara makroskopis warna koloni saat muda berwarna putih ketika tua mempunyai ciri permukaannya berwarna hijau tua, berbentuk bulat, bertekstur powdery dan memiliki tepi koloni rata berwarna hijau dengan bagian tengah tetap berwarna putih dan warna dasar hijau. Sesuai pada hasil pengamatan diduga *Trichoderma* sp. dari tanah perakaran bambu, kelapa sawit dan rumput gajah dapat dilihat pada (gambar 3a, 3b dan 3c). Menurut Syarifah *et al.*, (2024) secara mikroskopis *Trichoderma* sp. memiliki fialid seperti botol, hifa bersekat, hialin, dan konidiofor bercabang pendek di dekat bagian ujung dan memiliki konidia bulat berwarna hijau tua dapat dilihat pada (gambar 4a, 4b dan 4c).

Tabel 1. Hasil identifikasi *Trichoderma* sp. dari berbagai tanah perakaran tanaman

Perlakuan	Makroskopis	Mikroskopis		
		Konidiofor	Konidia	Pialid
Bambu	Awalnya miselium berwarna putih, lalu hijau muda ditengah koloni, berbentuk lingkaran konsentris hijau tua dan putih dengan tepi bergelombang dengan tekstur seperti kapas tipis	Tegak dan bercabang	Bulat	Pendek
Kelapa sawit	Awalnya miselium berwarna putih, lalu hijau muda ditengah koloni, berbentuk lingkaran konsentris hijau muda dan putih dengan tepi bergelombang dengan tekstur seperti kapas tipis	Bercabang	Bulat	Pendek
Rumput gajah	Awalnya miselium berwarna putih tipis, lalu hijau muda ditepi tengah putih, berbentuk lingkaran konsentris hijau tua tebal dan putih dengan tepi bergelombang dengan tekstur seperti kapas	Bercabang	Bulat besar	Pendek



Gambar 3. Hasil pengamatan makroskopis *Trichoderma* sp. dari tanah perakaran (A) Bambu (B) Kelapa Sawit (C) Rumput gajah



Gambar 4. Hasil pengamatan mikroskopis perbesaran 40x *Trichoderma* sp. dari tanah (A) Bambu (B) Kelapa Sawit (C) Rumput Gajah

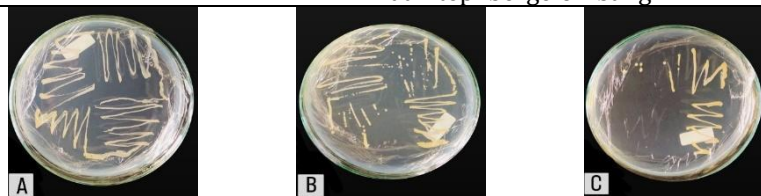
Morfologi *Bacillus* sp.

Bacillus sp. merupakan salah satu bakteri dengan karakter gram positif dan bakteri ini tahan akan panas mampu bertahan pada suhu 80°C sesuai dengan Irfanti *et al.*, (2021) dapat dikatakan bakteri *Bacillus* sp. karena telah melalui pemanasan isolat 80°C dan uji sifat gram positif. Menurut Mukamto (2015), morfologi koloni isolat bakteri bervariasi ada yang memiliki bentuk koloni circular (bulat), irregular (bundar tak beraturan), dan punctiform

(bulat kecil), dan variasi elevasinya rata, menonjol, dan cembung dengan variasi margin dari entire (halus), undulate (berlekuk), dan lobate (berombak). Koloni isolat bakteri yang didapat bervariasi, ada yang berwarna putih, krem, dan kuning. Sesuai hasil pengamatan koloni *Bacillus* sp. bervariasi dapat dilihat pada (gambar 5a, 5b dan 5c).

Tabel 2. Hasil identifikasi makroskopis *Bacillus* sp. dari berbagai tanah perakaran tanaman

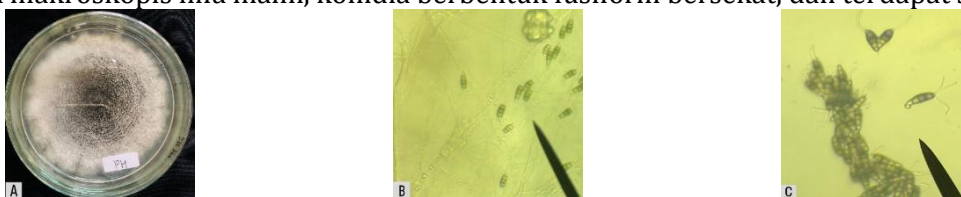
Perlakuan	Makroskopis
Bambu	Koloni berwarna krem, berbentuk bulat kecil, elevasi rata dan tepi rata
Kelapa Sawit	Koloni berwarna kuning, berbentuk bulat, elevasi menonjol dan tepi bergelombang
Rumput Gajah	Koloni berwarna kuning, berbentuk bulat, elevasi menonjol dan tepi bergelombang



Gambar 5. Hasil pengamatan makroskopis *Bacillus* sp. dari tanah perakaran (A) Bambu (B) Kelapa Sawit C. Rumput Gajah

Identifikasi *Pestalotiopsis* sp.

Genus *Pestalotiopsis* memiliki warna bagian atas koloni putih yang lama kelamaan akan muncul bintik-bintik hitam sedangkan warna dasar koloni yaitu kuning kecoklatan. Bentuk tepi koloni bulat. Permukaan koloni yaitu kasar serta pola pertumbuhan menyebar dan lambat (Kurniasari *et al.*, 2019). Secara mikroskopis *Pestalotiopsis* sp. memiliki hifa hialin, bersekat dan konidia berbentuk fusiform bersekat. Konidianya terdiri dari 5 sel dan memiliki 4 septa yang berwarna gelap dan memiliki setula (rambut). Sesuai dengan hasil pengamatan makroskopis koloni tumbuh berwarna putih dengan miselium merata dan tebal. Tepi membentuk lingkaran dan bintik hitam tersebar tidak teratur di tengah koloni. Secara makroskopis hifa hialin, konidia berbentuk fusiform bersekat, dan terdapat setula



Gambar 6. Hasil pengamatan *Pestalotiopsis* sp. (A) Makroskopis (B) Mikroskopis kifa perbesaran 40x (C) Mikroskopis konidia perbesaran 40x

Uji Patogenisitas

Uji patogenisitas isolat *Pestalotiopsis* sp. bertujuan untuk mengetahui kemampuan *Pestalotiopsis* sp. berperan sebagai penyebab penyakit bercak daun pada pembibitan kelapa sawit. Pada hasil pengamatan uji patogenisitas terlihat pada gambar 7A, benih timun diberi perlakuan *Pestalotiopsis* sp. tumbuh abnormal, daun tidak membuka dan akar tidak merambat. Perbedaan sangat berbeda dibandingkan kontrol yaitu akar merambat, daun membuka dan terlihat tumbuh normal terlihat pada gambar 7B.



Gambar 7. Hasil pengamatan uji patogenisitas *Pestalotiopsis* sp.
(A) *Pestalotiopsis* sp. (B) Kontrol

Uji Antagonis *Trichoderma* sp. terhadap *Pestalotiopsis* sp.

Antagonis jamur *Trichoderma* sp. berbeda terhadap jamur patogen tertentu disebabkan oleh kecepatan tumbuh, kadar, senyawa kimia, enzim yang dihasilkan masing-masing spesies. pertumbuhan jamur antagonis terhadap jamur patogen, sehingga dapat menguasai ruang dan nutrisi (Amaria *et al.*, 2013). Variasi nilai zona hambat tersebut mencerminkan perbedaan potensi antar isolat dalam menekan pertumbuhan mikroorganisme patogen (Suanda & Ratnadi, 2015 dalam karim *et al.*, 2020). Pada hasil pengamatan *Trichoderma* sp. bersaing agresif untuk nutrisi dan ruang tumbuh, tumbuh lebih cepat sehingga membatasi akses *Pestalotiopsis* sp. tumbuh di media PDA sesuai dengan penelitian Purwanti & Hastuti (2009) dalam Ali & Samosir (2021), menyatakan bahwa kompetisi ruang dan nutrisi yang terjadi antara jamur antagonis dengan jamur patogen akan menyebabkan terdesaknya pertumbuhan miselium jamur patogen terlihat pada gambar 8A. *Trichoderma* sp. menunjukkan bahwa hifa parasit akan tumbuh sejajar dengan hifa patogen dan membentuk cabang-cabang samping seperti pengait di sekeliling hifa dan mampu menembus hifa patogen terlihat pada gambar 9A, hal ini akan menyebabkan hifa patogen membesar dan lisis terlihat pada gambar 9B. Mekanisme lisis ditandai dengan berubahnya warna hifa jamur patogen menjadi bening dan kosong, kemudian ada yang putus, dan akhirnya hancur (Amaria *et al.*, 2013 dalam Mulyani *et al.*, 2023). Menurut Harman *et al.*, (2008) dalam Putra *et al.*, (2024), *Trichoderma* sp. mempunyai mekanisme sebagai mikoparasit atau memarasit miselium cendawan lain dengan menembus dinding sel dan masuk ke dalam sel untuk mengambil zat makanan dari dalam sel sehingga cendawan akan mati. Zona bening yang terbentuk antara dua koloni cendawan disebabkan adanya senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan cendawan antagonis sehingga cendawan patogen tidak dapat tumbuh mendekati cendawan antagonis terlihat pada gambar 8B. Mekanisme antibiosis terjadi karena adanya metabolit sekunder yang diproduksi oleh mikroba berupa antibiotik dan mikotoksin (Meiniwati *et al.*, 2014). Menurut Lone *et al.*, dalam Putra *et al.*, (2024), bahwa *Trichoderma* dapat menghasilkan antibiosis yakni enzim hidrolitik β -1,3 glukonase, kitinase dan selulase yang dapat mendegradasi sel-sel cendawan patogen yang sebagian besar tersusun dari β -1,3 glukon dan kitin.

Tabel 3. Hasil uji antagonis *Trichoderma* sp. terhadap *Pestalotiopsis* sp.

No	Perlakuan <i>Trichoderma</i> sp.	Persentase Daya Hambat %						
		H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6	H-7
1.	Bambu	7,57 ^a	21,24 ^a	52,17 ^a	61,87 ^a	63,60 ^a	63,67 ^a	63,89 ^a
2.	Kelapa sawit	20,22 ^b	45,14 ^c	60,31 ^b	69,51 ^b	72,31 ^b	73,22 ^b	73,11 ^b
2.	Rumput gajah	12,21 ^a	29,72 ^b	60,41 ^b	69,38 ^b	70,19 ^{ab}	71,22 ^b	71 ^b

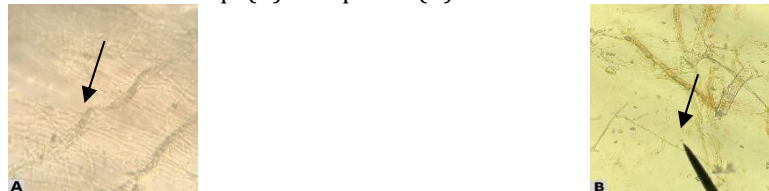
Tabel 4. Hasil mekanisme antagonis *Trichoderma* sp. terhadap *Pestalotiopsis* sp.

No	Perlakuan	Mekanisme Antagonis <i>Trichoderma</i> sp.			
		Kompetisi	Antibiosis	Parasitisme	Lisis
1.	<i>Trichoderma</i> sp. Bambu	+	+	+	-
2.	<i>Trichoderma</i> sp. Kelapa sawit	+	+	+	+
3.	<i>Trichoderma</i> sp. Rumput gajah	+	+	+	-

(-) Tidak ada interaksi (+) ada interaksi



Gambar 8. Hasil pengamatan makroskopis uji antagonis *Trichoderma* sp. terhadap *Pestalotiopsis* sp. (A) Kompetisi (B) Antibiosis



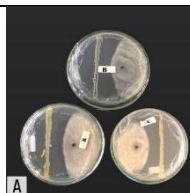
Gambar 9. Hasil pengamatan mikroskopis uji antagonis *Trichoderma* sp. terhadap *Pestalotiopsis* sp. perbesaran 40x (A) Parasitisme (B) Lisis.

Uji Antagonis *Bacillus* sp. terhadap *Pestalotiopsis* sp.

Menurut Saputra *et al.*, (2015) menjelaskan adanya perbedaan fisiologis bakteri dalam memanfaatkan nutrisi dapat menyebabkan perbedaan diameter daya hambat tiap perlakuan. Menurut Hallman *et al.*, (2001) dalam Butar *et al.*, (2018), mekanisme antibiosis bakteri *Bacillus* sp. dalam menghambat pertumbuhan cendawan berkaitan erat dengan kemampuannya menghasilkan enzim seperti kitinase, protease, dan selulase. Enzim kitinase mampu mendegradasi kitin yang merupakan komponen penyusun dinding sel pada cendawan patogen (Raaijmakers *et al.*, 2008 dalam Butar *et al.*, 2018). Adanya senyawa antibiosis berupa kitin pada media menyebabkan produksi kitinase isolat tersebut terpacu untuk mendegradasi dinding sel jamur. Saat kitin yang ada di media sudah terurai, bakteri kitinolitik mengkolonisasi hifa jamur untuk menguraikan kitin yang ada pada dinding sel jamur. Zona bening yang terbentuk disekitar koloni disebabkan karena isolat bakteri tersebut menghasilkan enzim kitinase.

Tabel 5. Hasil uji antagonis *Bacillus* sp. terhadap *Pestalotiopsis* sp.

No	Perlakuan <i>Bacillus</i> sp.	Persentase Daya Hambat %						
		H-1	H-2	H-3	H-4	H-5	H-6	H-7
1.	Bambu	23,78 ^b	38,65 ^b	50,47 ^b	57,51 ^b	58,78 ^a	62,00 ^a	65,56 ^b
2.	Kelapa sawit	19,90 ^b	26,07 ^a	42,30 ^a	54,87 ^b	57,33 ^a	58,33 ^a	59,22 ^a
3.	Rumput gajah	14,22 ^a	26,31 ^a	46,19 ^{ab}	49,41 ^a	57,67 ^a	58,78 ^a	59,44 ^a



Gambar 11. Hasil pengamatan uji antagonis *Bacillus* sp. terhadap *Pestalotiopsis* sp. (A) Antibiosis

KESIMPULAN

Hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa isolat *Trichoderma* sp. dan *Bacillus* sp. mampu menghambat patogen *Pestalotiopsis* sp. Pada perlakuan *Trichoderma* sp. tanah perakaran kelapa sawit dengan persentase daya hambat 73,11%, perlakuan *Trichoderma* sp. rumput gajah dengan persentase 71% dan perlakuan *Trichoderma* sp. tanah perakaran bambu dengan persentase 63,89%. Pada perlakuan *Bacillus* sp. tanah perakaran bambu

dengan persentase daya hambat 65,56%, perlakuan *Bacillus* sp. rumput gajah dengan persentase 59,44% dan perlakuan *Bacillus* sp. tanah perakaran kelapa sawit dengan persentase 59%. Hasil pengamatan mekanisme antagonis *Trichoderma* sp. berupa kompetisi, antibiosis, parasitisme dan lisis. Hasil pengamatan mekanisme antagonis *Bacillus* sp. berupa antibiosis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan pada semua pihak atas lancarnya tulisan tersebut.

REFERENSI

- Afandi, M. M., S. F. Sitepu & Lisnawita. (2017). Potensi *Trichoderma* spp. Asal Rizosfer Tanaman Kelapa Sawit sebagai Agens Antagonis Terhadap *Ganoderma* sp. Secara in vitro. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*. 5(2): 469- 473
- Ali, M. & I. Y. Samosir. (2021). Uji Antagonisme Jamur Endofit Tanaman Aren (*Arenga pinnata* Merr.) terhadap *Ganoderma boninense* Pat. Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit. *Jurnal Agrikultura*. 32(3): 304-301.
- Amaria, W., E. Taufik, & R. Harni. (2013). Seleksi dan identifikasi jamur antagonis sebagai agens hayati jamur akar putih (*Rigidoporus microporus*) pada tanaman karet. *Jurnal Ristri*. 4(1): 55-64.
- Amaria, A., Nuryono, & S. Suyanta. (2017). Preparation of L-Aeginine-Modified Silica-Coated Magnetite Nanoparticles. *Journal of Chemistry*, 3(3): 384–395.
- Bagas, H, M. D. (2023). Isolasi Cendawan *Pestalotiopsis* sp. Penyebab Gugur Daun Circular Pada Tanaman Karet (*Hevea Brasiliensis*). multidisipliner kapalamada
- Butar, R. B., H. Marwan., & S. Mulyati. (2018). Eksplorasi *Bacillus* spp. Dari Rizosfer Tanaman Karet (*Hevea Brasilliensis*) dan Potensinya Sebagai Agens Hayati Jamur Akar Putih (*Rigidoporus* sp.) *J. Agroecotania*. 1(2): 31-39.
- BPS. (2024). Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2024. Bps Indonesia. Jakarta.
- Eka S. A., Suniti., & Singarsa. (2021). Uji Daya Hambat Jamur Antagonis Terhadap Jamur Penyebab Penyakit Utama Pada Tanaman Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* (L.)) Secara In Vitro. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 10(3): 2301-6515.
- Himawan, A., & H. G. Mawandha. (2018). Deteksi Bakteri Rhizosfer Kelapa Sawit Di Tanah Mineral Menggunakan Metode Pcr. *AGROISTA Jurnal Agroteknologi*. 2(1) : 73 - 82
- Hanafiah, K.A. (2010). Dasar Dasar Ilmu Tanah. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Hallmann J. (2001). Plant Interaction with Endophytic Bacteria. Biotic Interaction in Plant-Pathogen Associations. CAB International.
- Harman GE, T. Björkman., K. Ondik., & M. Shores. (2008). *Trichoderma* spp. for Biocontrol. Changing paradigms on the mode of action and uses of *Trichoderma* spp. for biocontrol. Research Information. Cornell University. USA
- Irfanti, D. F., Y. Marsuni., & E. Liestiany. (2021). Uji Antagonis *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* berfluorescens dari Rhizosfer Bambu, Rumput Gajah dan Putri Malu dalam Menekan Bakteri *Ralstonia solanacearum*. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*. 4(1): 2685-8193.
- Karim., A. Rahmiati., & I. Fauziah. (2020). Isolasi dan Uji Antagonis *Trichoderma* Terhadap *Fusarium Oxysporum* Secara In Vitro. *Jurnal Biosains*. 6(1): 18-22.
- Kalay, M., A. Siregar. A. Sesa . & A Talahaturuson. (2019). Efek Aplikasi Ekstrak Akar Bambu Dan Akar Rumput Gajah Terhadap Penyakit Hawar Daun Dan Pertumbuhan Tanaman Pada Sawi (*Brassica Rapa*). Universitas Pattimura.
- Kurniasari, N., N. A. Hidayati & T. Wahyuni. (2019). Identifikasi Cendawan Yang Berpotensi Menyebabkan Penyakit Busuk Kuning Pada Batang Tanaman Buah Naga. *Jurnal Penelitian Biologi Zoologi dan Mikrobiologi*. 4(1): 2443-2393.

- Lone, M. A., M. R. Wani., S. A. Sheikh., S. Sahay., & M. S. Dar (2012). Antagonistic Potentiality of *Trichoderma harzianum* Against *Cladosporium sphaerospermum*, *Aspergillus niger* and *Fusarium oxysporum*. *Journal of Biology, Agriculture, and Healthcare* 2(8): 72-76
- Meiniwati., S. Khotimah & Mukarlina. (2014). Uji Antagonis *Pyricularia grisea* Sacc Penyebab Blas pada Tanaman Padi Menggunakan Jamur Rizosfer Isolat Lokal. *Jurnal Protobiont*. 3(1): 17-24.
- Mulyani, R., P. Adi., G. Manufacturing., & P. Gmp. (2023). Kajian Keamanan Pangan Pada Industri Pengolahan Susu Di Jawa Tengah Dengan Menggunakan Metode Good Manufacturing Practices. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 33(3): 301-316.
- Mukamto., S. Ulfah., W. Mahalina., A. Syauqi., L. Istiqfaroh., & G. Trimulyono. (2015). Isolasi dan Karakterisasi *Bacillus* sp. Pelarut Fosfat dari Rhizosfer Tanaman Leguminosae. *Jurnal Sains & Matematika*. 3(2): 2303-7290.
- Pulungan, V. H. (2018). Eksplorasi Jamur *Trichoderma* Spp. Pada Beberapa Lahan Perkebunan Dan Potensinya Dalam Mengendalikan Penyakit *Fusicoccum* Sp. Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.
- Putra, S. S., Y. Susanti., & L. N. Alfiah. (2024). Uji Antagonisme Cendawan *Trichoderma* sp. Terhadap *Ganoderma Boninense* (Patogen Pada Tanaman Kelapa Sawit) Secara In Vitro. *Jurnal PDM Bengkulu*. 5(1): 125-134.
- Putrizia., & P. Johanis. (2021). Uji Antagonis Jamur *Trichoderma* Terhadap Pertumbuhan Patogen *Sclerotium Rolfsii* Sac Penyebab Busuk Batang Nilam (*Pogostemon Cablin Benth*). *J.Agrotekbis*, 9(2): 447-452.
- Purwanti, S., & R. B. Hastuti. (2009). Uji antagonisme jamur patogen *Phytophthora infestans* penyebab penyakit busuk daun dan umbi tanaman kentang dengan menggunakan *Trichoderma* spp. isolat lokal. *Jurnal Bioma*. 11(1): 24-32.
- Ramadhaniar, S. D., N. Aidawati., & Mariana. (2023). Uji Antagonis *Bacillus* spp. dan *Pseudomonas* Kelompok *Fluorescens* dalam Menghambat Perkembangan Cendawan *Sclerotium Rolfsii* Penyebab Busuk Batang Pada Tanaman Kacang Tanah. *Seminar Nasional Pertanian Pesisir*. 2(1): 460-474.
- Raaijmaker, J. M., T. C. Paulitz., C. A. Z. Steinberg., & L.Y Moenne. (2008). The Rhizosphere: A Playground And Battlefield For Soilborne Pathogens And BeneficiaMicroorganism. *Plant Soil*. 32(1):341-361.
- Saputra, R., T. Arwiyanto., & A. Wibowo. (2015). Antagonistic activity and identification of some isolates of *Bacillus* spp. against bacterial wilt disease (*Ralstonia solanacearum*) in some varieties of tomato. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. 1116-1122.
- Susanti, W. I, Widyastuti R, & Wiyono S. (2015). Peranan Tanah Rizosfer Bambu Sebagai Bahan Untuk Menekan Perkembangan Patogen *Phytophthora palmivora* dan Meningkatkan Pertumbuhan Bibit Pepaya. *J Tanah Iklim*. 39(2 : 63-72
- Sharma, R., R.C. Rajak., & A.C. Pandey. (2010). Evidence of antagonistic interaction between rhizosphere end mycorrhizae fungi associated with *Dendrocalamus strictus* (Bamboo). *Journal of yeast and fungal research*. 1(7):112- 117.
- Sugara, B. (2015). Kajian Jumlah Tandan Buah Segar dan Grading di PT. Sawit
- Seung, C.C.F., A.W. Chyng., & Hoe, N.W. (2015). Isolation Of Rhizospheric And Endophytic Soil Bacteria SPLUMS-1 And SPLUMS-2 Of Oil Palm Against *Ganoderma* sp. *Malaysian Journal of Microbiology*. 11(2): 116-120.
- Suanda, I W., & N. W. Ratnadi. (2015). Daya Antagonism *Trichoderma* sp. Isolat Lokal terhadap Jamur Patogen penyebab Penyakit Rebah Kecambah (*Sclerotium rolfsii* Tanaman Tomat Sacc.) pada (*Lycopersicum esculentum* Mill. *Jurnal EmaSains* 4(2):155-162.

- Syahputra, N., Mawardati., & Suryadi. (2017). Analisis faktor yang mempengaruhi petani memilih pola tanam pada tanaman perkebunan di Desa Paya Palas Kecamatan Ranto Peureulak Kabupaten Aceh Timur. *Jurnal AGRIFO*, 2(1): 41-50.
- Syarifah, S. M., O. P. Sari., & A. Bimantara. (2024). Pengendalian Hayati Patogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *capsici* dengan Isolat *Trichoderma* sp. Asal Rizosfer Bambu dari Kecamatan Kedu, Kabupaten Temanggung. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 29(3): 454-460.
- Turner, P. D. (1981). *Oil Palm Diseases and Disorders*. Oxford University Press. London.
- Ula, S. F. (2025). Eksplorasi dan Identifikasi Jamur *Trichoderma* sp. Dengan Metode Pengenceran Sebagai Agen Hayati Di Laboratorium Agens Hayati Upt Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura. *Jurnal Pendidikan Biologi*. 10(2): 1- 5.
- Widiastuti, R., F. Nurhaeni., L. D. Marfuah., & S. G. Wibowo (2016). Potensi Antibakteri dan Anticandida Ekstrak Etanol Daun Pegagan (*Centella asiatica* (L). Urb.). *Jurnal. Yogyakarta. Farmasi Poltekkes Bhakti Setya Indonesia*.