



Analisa Pendugaan Interaksi dan Dominasi Antara Jamur Saprofit dari Seresah Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.)

Interaction and Dominance Test Between Saprophytic Fungi from Cocoa (*Theobroma cacao* L.) Fruit Peel Litter

Ahmad Ilham Tanzil^{1*}, Agung Sih Kurnianto¹, Nilasari Dewi¹, Soleudin Efendi²

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember

Jalan Kalimantan no. 37, Jember, 68121, Indonesia

²Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

Jalan Veteran, Malang, 65145, Indonesia

Email: aitanzil@unej.ac.id

*Penulis Korespondensi

Abstract

The problem of cocoa is related to cocoa pod rot disease caused by the pathogenic fungus *Phytophthora palmivora*. This is due to the humid conditions of the cocoa plantations causing the pathogen to develop and spread more quickly in a short time. This is coupled with cocoa pod litter which is a source of inoculum for the spread of pathogens. So far, farmers have carried out control with the help of synthetic chemical fungicides which are expensive and not environmentally friendly. An alternative control that is inexpensive and environmentally friendly is by utilizing saprophytic fungi, a local isolate from cocoa pod shells, which can act as a biological agent. The study was conducted to test the interaction and dominance of other saprophytic fungi. The aim is to determine the ability to compete and the relationship between one saprophytic fungus and another. Based on the results of the study, saprophytic fungi are thought to have an interaction relationship between competition, mycoparasites, and antibiosis. While the lowest to highest domination results were *Trichoderma* sp.3, *Aspergillus* sp., *Trichoderma* sp.2, *Trichoderma* sp.1, *Rhizopus* sp., *Fusidium* sp., *Penicillium* sp., and *Candida* sp. Saprophytic fungi from cocoa pod litter have the potential to control *Phytophthora palmivora*.

Keywords: Cacao fruit-rot, *Phytophthora palmivora*, biological control, decomposer

Abstrak

Saat ini kendala utama dalam budidaya kakao yaitu terkait penyakit busuk buah kakao yang disebabkan oleh jamur patogen *Phytophthora palmivora* masih belum terselesaikan. Hal ini disebabkan kondisi perkebunan kakao yang lembab menyebabkan patogen lebih cepat berkembang dan meluas dalam waktu singkat. Hal tersebut ditambah dengan seresah kulit buah kakao yang menjadi sumber inoculum penyebaran patogen. Sejauh ini petani melakukan pengendalian dengan bantuan fungisida kimia sintetik yang mahal dan tidak ramah lingkungan. Alternatif pengendalian yang murah dan ramah lingkungan yaitu dengan memanfaatkan jamur saprofit isolat lokal dari kulit buah kakao yang dapat berperan sebagai agens hayati. Penelitian dilakukan pengujian interaksi dan dominasi sesama jamur saprofit. Tujuannya adalah untuk mengetahui kemampuan berkompetisi dan hubungan antara jamur saprofit satu dengan jamur saprofit lainnya. Berdasarkan hasil penelitian bahwa jamur saprofit diduga memiliki hubungan interaksi kompetisi, mikoparasit dan antibiosis. Sedangkan hasil dominasi terendah hingga tertinggi yaitu *Trichoderma* sp. 3, *Aspergillus* sp., *Trichoderma* sp. 2, *Trichoderma* sp. 1, *Rhizopus* sp., *Fusidium* sp., *Penicillium* sp., dan *Candida* sp. Jamur saprofit dari seresah kulit buah kakao memiliki potensi dalam mengendalikan *Phytophthora palmivora*.

Kata kunci: Busuk buah kakao, *Phytophthora palmivora*, pengendalian hayati, pengurai

Disubmit : 24 Januari 2023 ; Direvisi : 5 Mei 2025 ; Diterima : 23 Juni 2025

Copyright© 2025. Ahmad Ilham Tanzil, Agung Sih Kurnianto, Nilasari Dewi, Soleudin Efendi



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

How to Cite : Tanzil, A. H., Kurnianto, A. S., Dewi, N., & Efendi, S. (2025). Analisa Pendugaan Interaksi dan Dominasi Antara Jamur Saprofit dari Seresah Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.). Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati 10(2):114-126.

Pendahuluan

Tanaman kakao merupakan salah satu komoditas perkebunan yang menjanjikan bagi Indonesia. Saat ini, pengelolaan limbah kulit buah kakao masih menghadapi kendala karena proses dekomposisinya yang lambat, sehingga berpotensi menjadi sumber berkembangnya hama dan penyakit. Adapun penyakit penting yang menjadi masalah serius yaitu busuk buah kakao yang disebabkan jamur patogen *P. palmivora*. Patogen tersebut mampu menurunkan produksi kakao dunia hingga 30%, bahkan dalam skala petani menimbulkan kerugian 30-90% (Adeniyi & Asogwa, 2023) dan mematikan tanaman hingga 10% (Perrine-walker, 2020). Gejala penyakit busuk buah kakao yaitu buah kakao muda maupun dewasa terjadi pembusukan dan bercak berwarna coklat kehitaman yang menyebar dalam waktu singkat (Artha, 2015). Saat ini pengendalian yang efektif oleh petani dengan menggunakan pestisida sintetik walaupun mahal, membahayakan bagi lingkungan (Yunita et al., 2018; Septiana et al., 2020). Alternatif pengendalian lain yang murah dan ramah lingkungan yaitu dengan cara memanfaatkan jamur saprofit yang berperan sebagai antagonis bersifat parasit, antibiosis, kompetisi ruang dan nutrisi. Selain itu juga sebagai induksi ketahanan sistemik tanaman, biofertilizer dan biodekomposer.

Jamur saprofit dapat diisolasi dari kulit buah kakao yang sedang mengalami pengomposan di lahan. Jamur antagonis merupakan salah satu agens hayati yang mampu menekan, mencegah dan mengendalikan patogen penyebab penyakit tumbuhan. Jamur saprofit berperan dalam mengendalikan patogen tular tanah (Hutabalian et al., 2015). Salah satu contoh agens pengendali hayati yang dapat menjadi biofungisida yaitu *Trichoderma* sp. (Nawfetrias et al., 2016). Jamur *Trichoderma* sp. mampu menekan dan mengendalikan

penyakit busuk buah kakao (Hanada et al., 2009; Hakkar et al., 2014). Konsorsium kapang tanah *Trichoderma* spp. dan *Aspergillus* sp. efektif dalam mengendalikan patogen *Phytophthora palmivora* penyebab penyakit busuk buah kakao. Dalam uji antagonisme in vitro, konsorsium *Trichoderma* sp. dan *Aspergillus* sp. mampu menghambat pertumbuhan patogen hingga 73,08%. Menariknya, saat konsorsium diinokulasi terlebih dahulu sebelum patogen, tingkat penghambatan mencapai 100%, menandakan bahwa waktu aplikasi sangat mempengaruhi efektivitas pengendalian. Temuan ini mendukung penggunaan konsorsium jamur antagonis sebagai strategi pengendalian hayati yang efisien dan ramah lingkungan dalam budidaya kakao (Asisdiq et al., 2017). Jamur saprofit yang berperan sebagai agens pengendali hayati memiliki mekanisme kompetisi, mikoparasit dan antibiosis. Berdasarkan uraian diatas perlu dilakukan penelitian terkait interaksi dan dominasi jamur saprofit kulit buah kakao.

Melihat potensi besar jamur saprofit dalam pengendalian hayati, perlu dilakukan penelitian mengenai isolasi, interaksi, dan dominasi jamur saprofit yang terdapat pada kulit buah kakao. Tujuannya adalah untuk mengetahui kemampuan berkompetisi dan hubungan antara jamur saprofit satu dengan jamur saprofit lainnya. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi alternatif dalam pengelolaan penyakit busuk buah kakao serta memanfaatkan limbah perkebunan secara optimal.

Metode Penelitian

Tempat dan Waktu Penelitian

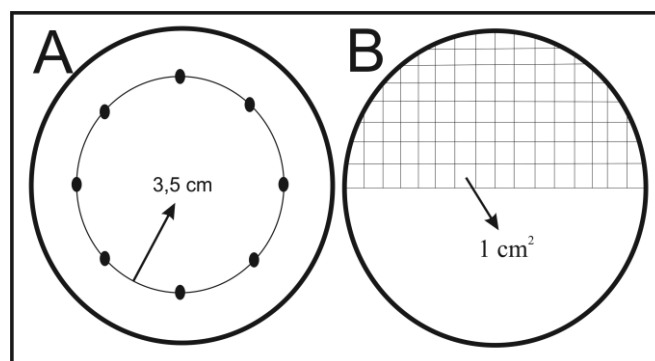
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari hingga April 2014 di Laboratorium Mikologi, Departemen Hama Penyakit Tumbuhan, Universitas Brawijaya.

Uji interaksi dan dominasi antara sesama jamur saprofit.

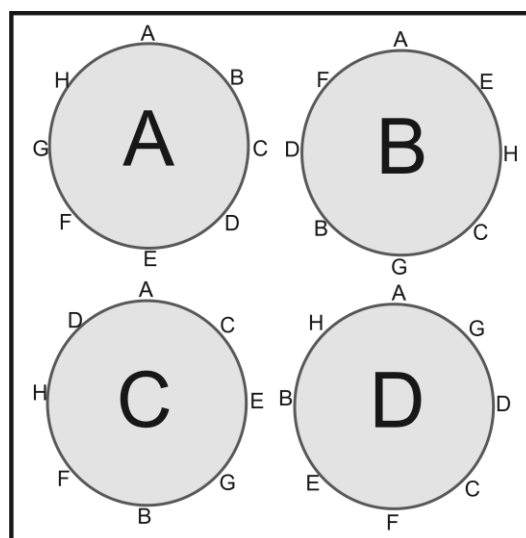
Pengujian ini dilakukan dengan menanam semua jamur saprofit yang diperoleh, kedalam satu cawan petri yang berdiameter 15 cm. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui hubungan antar sesama jamur saprofit dan untuk mengetahui jamur saprofit yang mampu tumbuh lebih cepat dan memiliki kemampuan berkompetisi yang lebih tinggi dibandingkan dengan saprofit lain. Sehingga, nantinya diperoleh jamur antagonis yang memiliki kemampuan penghambatan paling tinggi terhadap *P. palmivora*. Adapun skema penanaman jamur dalam cawan petri seperti pada Gambar 2.

Dalam pengujian ini, penanaman jamur saprofit dilakukan secara sistematis pada titik yang telah dibuat seperti Gambar 1. (A). Tujuannya adalah agar jamur memiliki luas

ruang yang sama untuk dapat tumbuh. Sehingga, nantinya yang mempengaruhi terhadap besarnya penguasaan media didalam cawan petri adalah kemampuan tumbuh dan kompetisi dari jamur saprofit itu sendiri. Dalam pengujian ini, jumlah jamur saprofit kulit buah kakao yang digunakan 8 isolat milik Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Adapun hasil identifikasi jamur saprofit dari seresah kulit buah kakao tersebut antara lain: *Candida* sp. (A)., *Penicillium* sp. (B)., *Fusidium* sp. (C)., *Rhizopus* sp. (D), *Trichoderma* sp.1 (E), *Trichoderma* sp.2 (F), *Aspergillus* sp. (G) dan *Trichoderma* sp.3 (H). Dengan delapan jamur yang digunakan maka perlu dilakukan pengacakan agar semua jamur dapat berhadapan satu sama lain. Adapun skema pengacakan yang akan dilakukan seperti pada Gambar 2.



Gambar 1. Skema penanaman jamur saprofit dalam cawan petri 15 cm (A) dan perhitungan dominasi penguasaan media oleh jamur saprofit didalam cawan petri (B)



Gambar 2. Skema pengacakan pengujian interaksi antara sesama jamur saprofit, pengacakan 1 (A), pengacakan 2 (B), pengacakan 3 (C), dan pengacakan 4 (D)

Dari skema pengacakan yang telah dilakukan, semua jamur saprofit telah saling berhadapan. Dari jamur *Candida* sp. (A) berhadapan dengan jamur *Penicillium* sp. (B), hingga jamur *Aspergillus* sp. (G) berhadapan dengan jamur *Trichoderma* sp.3 (H). Dengan begitu semua hubungan antara sesama jamur saprofit dapat diketahui. Selain untuk mengetahui hubungan antara sesama jamur saprofit, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui dominasi dari salah satu jamur saprofit terhadap jamur saprofit lainnya yaitu dengan melihat seberapa luas penguasaan media yang dikuasai oleh salah satu jamur saprofit dalam satu cawan petri. Adapun cara untuk menghitung luas dominasi dari jamur terhadap ruang atau media yang ada dalam cawan petri dapat dihitung dengan skema

perhitungan pada gambar 1. (B) jika luas penguasaan media telah diketahui maka dominasi jamur dihitung dengan menggunakan rumus :

$$D = \frac{\text{luas koloni jamur}}{\text{luas keseluruhan media}} \times 100\%$$

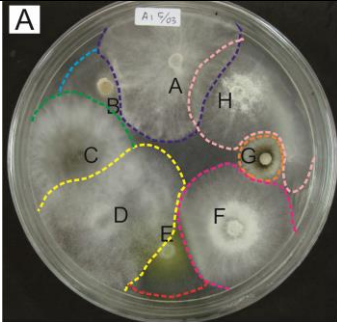
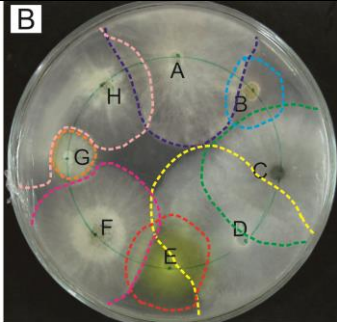
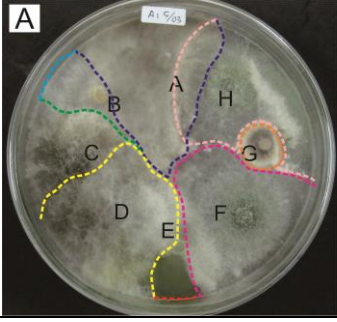
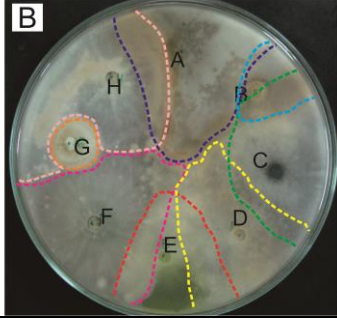
Keterangan :

D: persentase penguasaan media dalam cawan petri dan luas keseluruhan media : 156 kotak.

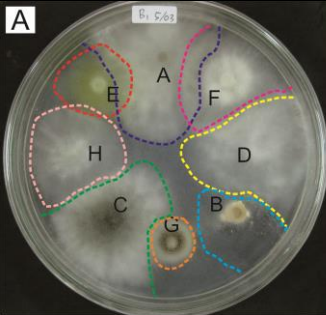
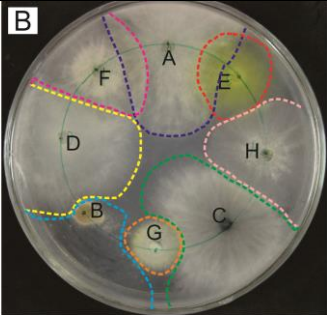
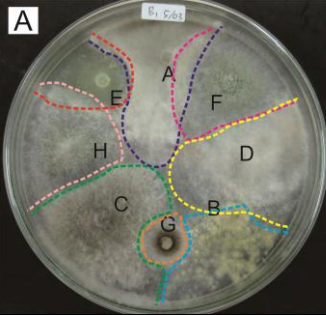
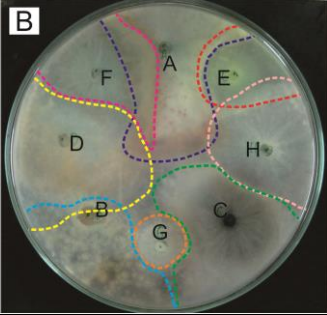
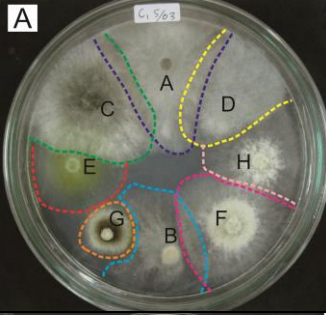
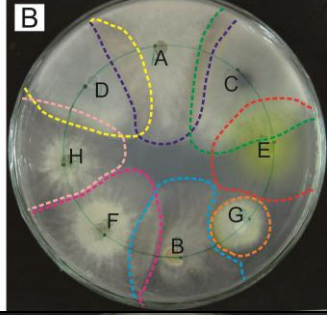
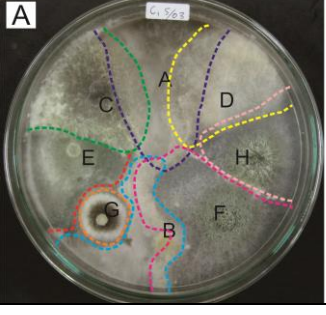
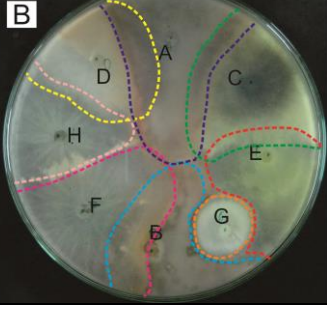
Hasil dan Pembahasan

Pengujian interaksi antara jamur saprofit dilakukan untuk mengetahui hubungan antara sesama saprofit dan untuk mengetahui jamur saprofit yang mampu tumbuh lebih cepat dibandingkan dengan saprofit lain.

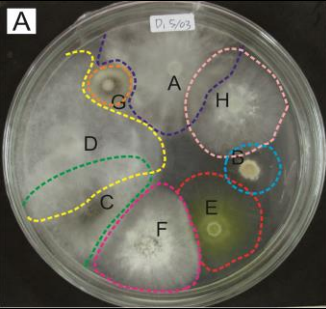
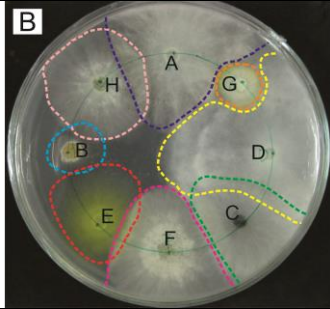
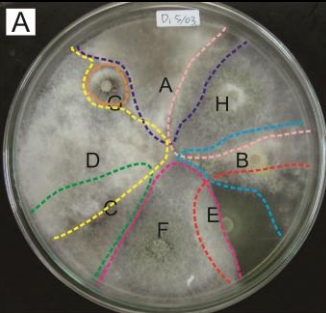
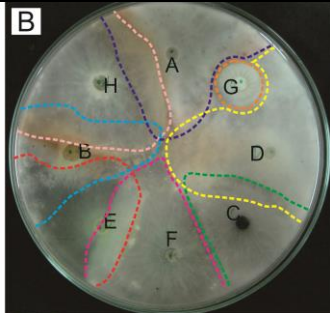
Tabel 1. Uji interaksi sesama saprofit secara in-vitro pada media PDA

Keterangan		Gambar	
Pengacakan	Umur	Tampak Atas	Tampak Bawah
A	2 hsi		
	7 hsi		

Lanjutan Tabel 1.

Keterangan		Gambar	
Pengacakan	Umur	Tampak Atas	Tampak Bawah
B	2 hsi		
	7 hsi		
C	2 hsi		
	7 hsi		

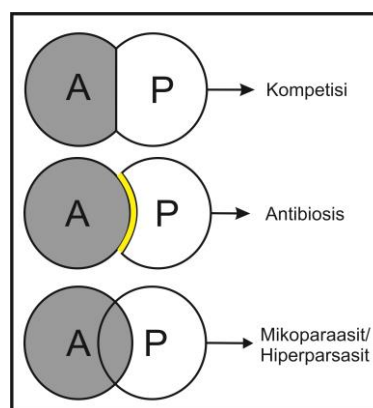
Lanjutan Tabel 1.

Keterangan		Gambar	
Pengacakan	Umur	Tampak Atas	Tampak Bawah
D	2 hsi		
	7 hsi		

Keterangan : A jamur *Candida* sp., B jamur *Penicillium* sp., C jamur *Fusidium* sp., D jamur *Rhizopus* sp., E jamur *Trichoderma* sp.1, F jamur *Trichoderma* sp.2, G jamur *Aspergillus* sp., H jamur *Trichoderma* sp.3. kata yang berwarna biru menunjukkan perubahan mekanisme antagonis setelah 7 hsi, Huruf berwarna biru merupakan jamur yang mampu melakukan mekanisme mikoparasi atau antibiosis

Jamur merupakan mikroorganisme heterotrof yang dapat bersifat saprofit maupun parasit. Berdasarkan kedua sifat tersebut maka dapat diketahui bahwa jamur merupakan mikroorganisme yang tidak mampu menghasilkan makanan atau bahan organik sendiri, sehingga membutuhkan inang yang mati (saprofit) dan inang yang hidup (parasit) untuk tetap dapat hidup dan berkembang biak (Abdelghany, 2018). Dengan adanya

ketergantungan terhadap inang tersebut menyebabkan antara jamur satu dengan jamur yang lain saling bersaing atau berkompetisi untuk mendapatkan makanan, nutrisi, dan ruang sehingga terkadang ada dominasi dari salah satu jamur. Terjadinya persaingan dapat terjadi dalam maupun dilaboratorium dalam skala penelitian, yaitu biasanya terjadi dalam pengujian jamur saprofit terhadap jamur patogen.



Gambar 3. Pendugaan mekanisme antagonis dengan melihat pengamatan secara makroskopis terhadap koloni jamur

Hasil pengujian hubungan antara sesama saprofit dapat dilihat pada Tabel 2. dan Tabel 3. Dari 28 hubungan antara sesama jamur saprofit pada hari kedua, 15 hubungan atau interaksi diduga mikoparasit, 7 kompetisi, dan 6 diduga antibiosis. Pendugaan hubungan mikoparasit dan antibiosis dilakukan karena tidak dilakukan pengamatan secara mikroskopis, adanya parasitasi jamur satu terhadap jamur yang lain dan analisis senyawa antibiotik yang dikeluarkan. Pengamatan interaksi antara sesama saprofit hanya dilakukan secara makroskopis.

Penentuan hubungan yang terjadi antara sesama saprofit dilakukan berdasarkan mekanisme antagonis yang disampaikan oleh (Semangun, 2000), yang menyatakan bahwa hubungan atau mekanisme antagonis dapat berupa hiperparasit, antibiosis, dan kompetisi dalam memperebutkan ruang, makanan, dan nutrisi. Adapun gambaran makroskopis dari interaksi tersebut sebagai berikut, hiperparasit atau mikoparasit adalah interaksi dimana miselium jamur antagonis memarasit miselium jamur lain dengan menembus dinding sel dan

masuk kedalam sel untuk mengambil zat makanan dari dalam sel sehingga jamur akan mati. Antibiosis adalah kemampuan dari jamur antagonis untuk menghasilkan antibiotik seperti alametichin, paracelsin, trichotoxin yang dapat menghancurkan sel jamur melalui pengerusakan terhadap permeabilitas membran sel, dan enzim chitinase, laminarinase yang dapat menyebabkan lisis dinding sel. Terakhir adalah kompetisi adalah kemampuan dari jamur antagonis untuk memperebutkan tempat hidup dan sumber makanan. Adapun skema interaksi antara jamur antagonis secara makroskopis seperti pada Tabel 1.

Pengamatan mekanisme interaksi antara sesama jamur saprofit dimulai sejak terjadi kontak antara koloni sesama jamur saprofit hingga hari ketujuh setelah inkubasi. Tujuannya adalah untuk mengetahui ada tidaknya perubahan dari hari kedua hingga hari ketujuh setelah inkubasi. Adapun mekanisme interaksi antara jamur saprofit setelah 2 dan 7 hari disajikan pada Tabel 2. dan Tabel 3.

Tabel 2. Pendugaan mekanisme interaksi antara sesama jamur saprofit pada umur 2 hari setelah inkubasi

Kode jamur	Interaksi	Kode jamur	Interaksi
A-B	Kompetisi	C-E	Diduga mikoparasit
A-C	Diduga mikoparasit	C-F	Kompetisi
A-D	Diduga mikoparasit	C-G	Kompetisi
A-E	Diduga mikoparasit	C-H	Kompetisi
A-F	Kompetisi	D-E	Diduga mikoparasit
A-G	Diduga antibiosis	D-F	Kompetisi
A-H	Diduga mikoparasit	D-G	Diduga antibiosis
B-C	Diduga mikoparasit	D-H	Diduga mikoparasit
B-D	Diduga mikoparasit	E-F	Diduga mikoparasit
B-E	Diduga mikoparasit	E-G	Diduga antibiosis
B-F	Diduga mikoparasit	E-H	Diduga mikoparasit
B-G	Diduga antibiosis	F-G	Diduga antibiosis
B-H	Diduga mikoparasit	F-H	Kompetisi
C-D	Diduga mikoparasit	G-H	Diduga antibiosis

Keterangan : A jamur *Candida* sp., B jamur *Penicillium* sp., C jamur *Fusidium* sp., D jamur *Rhizopus* sp., E jamur *Trichoderma* sp.1, F jamur *Trichoderma* sp.2, G jamur *Aspergillus* sp., H jamur *Trichoderma* sp.3, Huruf berwarna biru merupakan jamur yang mampu melakukan mekanisme mikoparasi atau antibiosis

Tabel 3. Pendugaan mekanisme interaksi antara sesama jamur saprofit pada umur 7 hari setelah inkubasi

Kode jamur	Interaksi	Kode jamur	Interaksi
A-B	Kompetisi	C-E	Diduga mikoparasit
A-C	Diduga mikoparasit	C-F	Kompetisi
A-D	Diduga mikoparasit	C-G	Diduga mikoparasit
A-E	Diduga mikoparasit	C-H	Kompetisi
A-F	Diduga mikoparasit	D-E	Diduga mikoparasit
A-G	Diduga antibiosis	D-F	Kompetisi
A-H	Diduga mikoparasit	D-G	Kompetisi
B-C	Diduga mikoparasit	D-H	Diduga mikoparasit
B-D	Diduga mikoparasit	E-F	Diduga mikoparasit
B-E	Diduga mikoparasit	E-G	Kompetisi
B-F	Diduga mikoparasit	E-H	Diduga mikoparasit
B-G	Diduga antibiosis	F-G	Kompetisi
B-H	Diduga mikoparasit	F-H	Kompetisi
C-D	Diduga mikoparasit	G-H	Kompetisi

Keterangan : A jamur *Candida* sp., B jamur *Penicillium* sp., C jamur *Fusidium* sp., D jamur *Rhizopus* sp., E jamur *Trichoderma* sp.1, F jamur *Trichoderma* sp.2, G jamur *Aspergillus* sp., H jamur *Trichoderma* sp.3. kata yang berwarna biru menunjukkan perubahan mekanisme antagonis setelah 7 hsi, Huruf berwarna biru merupakan jamur yang mampu melakukan mekanisme mikoparasi atau antibiosis

Dari hasil pengamatan pada hari kedua, interaksi antara sesama saprofit sebagai berikut, *Candida* sp. merupakan jamur yang memiliki daya tumbuh yang sangat cepat, dalam waktu 3 hari koloni jamur telah mampu memenuhi cawan petri. Selain memiliki pertumbuhan yang cepat koloni jamur ini memiliki tekstur koloni yang kasar dan tebal hingga menyentuh tutup cawan petri. Dengan kemampuan daya tumbuh yang demikian, jamur ini diduga memiliki kemampuan mikoparasit terhadap jamur *Trichoderma* sp.1 dan *Trichoderma* sp.3, dimana koloni jamur *Candida* sp. mampu tumbuh diatas dua koloni jamur tersebut (Tabel 1). Namun hal itu berbanding terbalik pada saat jamur *Candida* sp. berhadapan dengan jamur *Fusidium* sp. dan *Rhizopus* sp. Kedua koloni jamur ini mampu tumbuh diatas koloni jamur *Candida* sp. sehingga kedua jamur tersebut diduga mikoparasit terhadap *Candida* sp. Kompetisi terjadi pada saat jamur *Candida* sp. berhadapan dengan jamur *Penicillium* sp. dan *Trichoderma* sp.2, kedua jamur hanya saling bersinggungan dengan adanya batas yang tegas dan kompetisi untuk memperebutkan ruang

dan nutrisi. Pada saat koloni jamur *Candida* sp. berhadapan dengan koloni jamur *Aspergillus* sp. mekanisme interaksi yang terjadi adalah diduga antibiosis karena adanya zona bening yang berwarna kuning memisahkan kedua jamur tersebut. Diduga senyawa antibiotik tersebut dihasilkan oleh jamur *Aspergillus* sp. karena pada saat jamur *Aspergillus* sp. berhadapan dengan *P. palmivora* juga terdapat zona bening yang berwarna kuning. Hal tersebut selaras dengan yang dikemukakan oleh (Gandjar et al., 2006), *Aspergillus* sp. merupakan fungi tanah yang sudah banyak dimanfaatkan dalam pengendalian patogen penyebab penyakit tanaman. *Aspergillus* sp. menghasilkan senyawa antimikroba mevionin dan aspersilin.

Penicillium sp. juga merupakan jamur yang ditemukan juga dalam serasah kulit kakao. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan dalam identifikasi, jamur ini memiliki tekstur dari koloni jamur agak kasar dan memiliki daya tumbuh sedang karena membutuhkan waktu 7 hari untuk dapat memenuhi cawan petri berdiameter 9 cm. Jamur ini diduga hanya mampu memikoparasit

satu jamur kompetitornya yaitu *Trichoderma* sp.1, dimana koloni jamur *Penicillium* sp. mampu tumbuh diatas jamur koloni jamur *Trichoderma* sp.1 (Tabel 1) Dalam pengujian, pertumbuhan jamur cenderung lambat sehingga kalah terhadap jamur lain. Hal itu terbukti dengan diparasitnya jamur ini oleh jamur lain yaitu, *Fusidium* sp., *Rizhopus* sp., *Trichoderma* sp.2, dan *Trichoderma* sp.3. Tidak jauh berbeda dengan jamur *Candida* sp., pada saat jamur *Penicillium* sp. berhadapan dengan jamur *Aspergillus* sp. mekanisme antagonis yang terjadi adalah antibiosis yang diduga dikeluarkan oleh *Aspergillus* sp.

Berikutnya adalah kemampuan *Fusidium* sp., jamur ini merupakan jamur yang memiliki kecepatan tumbuh yang cukup tinggi (Efendi *et al.*, 2014). Hanya dalam waktu tiga hari saja jamur sudah mampu memenuhi cawan petri yang berdiameter 9 cm. Dengan kemampuannya tersebut jamur diduga mampu memparasit jamur-jamur kompetitornya karena koloni jamur *Fusidium* sp. mampu tumbuh diatas koloni jamur *Candida* sp., *Penicillium* sp., dan *Trichoderma* sp.1. Yang menarik dari kemampuan *Fusidium* sp. adalah pada saat jamur ini berhadapan dengan jamur *Aspergillus* sp. setelah 2 hsi, karena tidak terdapat zona bening yang biasanya menjadi ciri khas jamur *Aspergillus* sp. Zona bening tersebut diduga senyawa antibiotik yang dihasilkan jamur *Aspergillus* sp. sebagai pertahanan akibat penekan jamur lain. Zona bening ada pada saat *Aspergillus* sp. berhadapan dengan 6 jamur lain. Hal ini selaras dengan yang disampaikan oleh (Nugroho *et al.*, 2003), bahwa pertahanan utama jamur *Aspergillus* sp. adalah dengan menghasilkan senyawa antibiotik yang dapat melindungi koloninya. Selain mikoparasit dan antibiosis, juga terdapat mekanisme kompetisi antara koloni jamur *Fusidium* sp. bersinggungan dan terbatas tegas dengan koloni jamur *Trichoderma* sp.2, *Aspergillus* sp., dan *Trichoderma* sp.3.

Rhizopus sp. merupakan jamur yang memiliki bentuk koloni tebal, dengan kecepatan tumbuh yang tidak terlalu cepat karena jamur mampu memenuhi cawan petri yang berdiameter 9 cm dalam waktu enam hari. Karena koloni jamur yang tebal, interaksi yang terjadi rata-rata diduga mikoparasit, karena koloni jamur *Rhizopus* sp. yang mampu tumbuh diatas koloni jamur *Candida* sp.,

Penicillium sp., *Fusidium* sp. dan *Trichoderma* sp.1. Selain mikoparasit, juga terjadi interaksi kompetisi antara jamur *Rhizopus* sp. dan jamur *Trichoderma* sp.2 dan *Trichoderma* sp.3. Tidak jauh berbeda dengan jamur-jamur lain, pada saat berhadapan dengan *Aspergillus* sp. terjadi interaksi antibiosis. Berdasarkan (Virgianti, 2015) bahwa *Rhizopus* sp. dapat menghambat mikroorganisme lain untuk mempertahankan hidupnya. Namun yang menarik dari interaksi *Aspergillus* sp. dengan jamur lain adalah hubungannya dengan genus *Trichoderma* spp. pada saat jamur *Rhizopus* sp. mampu tumbuh diatas koloni jamur *Trichoderma* sp.1 namun tidak mampu tumbuh diatas koloni jamur *Trichoderma* sp.2 dan *Trichoderma* sp.3. hal itu menunjukkan bahwa jamur *Trichoderma* sp.1 memiliki daya kompesisi yang lemah dan jamur *Trichoderma* sp.2 dan *Trichoderma* sp.3 memiliki daya kompetisi yang cukup tinggi meskipun tekstur koloni *Rhizopus* sp. memiliki koloni yang lebih tebal.

Trichoderma sp.1 merupakan jamur yang memiliki bentuk koloni yang tipis dan kemampuan tumbuh yang cukup tinggi yaitu mampu memenuhi cawan petri dalam waktu 3 hari. Kecepatan tumbuh yang dimiliki *Trichoderma* sp.1 tidak menjadi jaminan jamur ini memiliki kemampuan berkompetisi yang tinggi. Hal itu terbukti dengan diparasitnya jamur *Trichoderma* sp.1 setelah 2 hari hsi oleh hampir semua jamur kecuali *Aspergillus* sp. interaksi yang terjadi diduga antibiosis. Dengan begitu dapat disimpulkan bahwa jamur *Trichoderma* sp.1 memiliki kemampuan kompetisi yang lemah. Berbeda dengan *Trichoderma* sp.2, jamur ini memiliki daya kompetisi yang cukup tinggi. Hal itu dapat dilihat dari kemampuannya dalam memparasit *Penicillium* sp. dan *Trichoderma* sp.1. selain mikoparasit jamur *Trichoderma* sp.2 juga bersaing memperebutkan ruang dan nutrisi dengan batas koloni yang jelas.

Berikutnya adalah jamur *Aspergillus* sp. yang merupakan jamur dengan kemampuan tumbuh lambat, hal itu terlihat dari diameter koloni dari jamur ini yang hanya sebesar 4,7 cm setelah 7 hsi. Lambatnya pertumbuhan jamur menyebabkan diameter koloni jamur ini menjadi yang paling kecil dibandingkan dengan jamur lain yaitu sebesar 2,1-3 cm. Lambatnya pertumbuhan jamur *Aspergillus* sp. menyebabkan jamur ini mendapat tekanan dari jamur lain sehingga merangsang jamur untuk

membentuk pertahanan dengan menghasilkan senyawa-senyawa antibiotik untuk mempertahankan bentuk dan dominasi koloninya. Hal itu terbukti dengan hampir semua interaksi yang terjadi antara jamur *Aspergillus* sp. dengan jamur lain diduga antibiosis dengan adanya zona bening yang membatasi koloni jamur *Aspergillus* sp. dengan kompetitornya. Hal tersebut selaras dengan pernyataan (Day et al., 2009) yang mana *Aspergillus* dapat memiliki senyawa antibiotik untuk menghambat jamur lain. Namun pada saat jamur *Aspergillus* sp. berhadapan dengan jamur *Fusidium* sp. tidak terdapat zona bening yang membatasi setelah 2 hsi. Setelah 2 hsi, *Trichoderma* sp.3 mampu memparasit jamur lain yaitu *Penicillium* sp. dan *Trichoderma* sp.1.

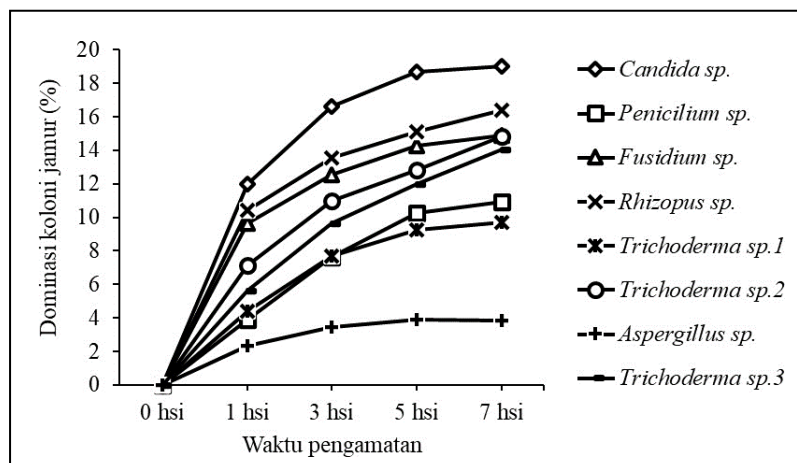
Pada hari ke 7 hsi, hubungan mekanisme antara beberapa antagonis mengalami sedikit perubahan dari 2 hsi. perubahan interaksi antagonis terjadi antara jamur *Candida* sp. dan *Trichoderma* sp.2, pada 2 hsi interaksinya berupa kompetisi namun pada 7 hsi diduga mikoparasit. Perubahan itu terjadi karena koloni jamur yang hanya bersinggungan dan membentuk batas yang tegas pada 2 hsi, terjadi invasi dari jamur *Trichoderma* sp.2 yaitu dengan tumbuh diatas koloni jamur *Candida* sp. Koloni *Trichoderma* sp.2 tidak hanya tumbuh diatas koloni jamur *Candida* sp. namun juga melisis meselia jamur yang ditunjukkan dengan transparannya meselia jamur *Candida* sp. yang berada dibawah meselia jamur *Trichoderma* sp.2. Dengan hal ini dapat diketahui bahwa kemampuan antagonis dari *Trichoderma* sp.2 lebih lengkap dan lebih besar dibandingkan dengan kemampuan jamur lain, terutama jamur *Candida* sp. yang mampu diparasitnya.

Hubungan tersebut juga ditunjukkan oleh jamur *Candida* sp. dan *Rhizopus* sp. dengan *Trichoderma* sp.3. Meski pada 2 hsi koloni jamur kedua koloni jamur yaitu *Candida* sp. dan *Rhizopus* sp. menutupi atau tumbuh diatas koloni jamur *Trichoderma* sp.3. Namun koloni jamur *Candida* sp. yang tumbuh diatas koloni jamur *Trichoderma* sp.3 tidak tumbuh dan setelah 7 hsi meselia jamur *Candida* sp. dan *Rhizopus* sp. menjadi transparan seperti pada Tabel 1. Sekali lagi hal ini membuktikan bahwa kemampuan jamur *Trichoderma* spp. lebih tinggi dibandingkan jamur *Candida* sp. Selain perubahan dari

kedua koloni jamur diatas juga terjadi perubahan mekanisme interaksi antara koloni jamur *Fusidium* sp. dan *Aspergillus* sp. yang pada 2 hsi, interaksi yang terjadi kompetisi setelah 7 hsi mekanisme interaksi diduga mikoparasit. Hal itu terjadi karena koloni antara kedua jamur yang awalnya hanya bersinggungan dan berbetas tegas pada hari ketujuh ada invasi koloni jamur *Fusidium* sp. terhadap koloni jamur *Aspergillus* sp. yaitu dengan tumbuh diatasnya. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan bersaing dan kompetisi jamur *Fusidium* sp. cukup tinggi dibandingkan dengan jamur lain yang cenderung konstan mekanisme interaksinya, terutama jamur memiliki interaksi kompetisi.

Selain perubahan mekanisme interaksi kompetisi menjadi mikoparasit, juga terjadi perubahan mekanisme interaksi, yang awalnya antibiosis kemudian setelah 7 hsi mejadi kompetisi. Hal itu terjadi pada jamur *Aspergillus* sp. dengan *Trichoderma* sp.1 dan *Trichoderma* sp.2, *Trichoderma* sp.3, dan *Rhizopus* sp. hubungan *Aspergillus* sp. dengan keempat jamur tersebut pada 2 hsi diduga antibiosis karena terdapat zona bening yang memisahkan koloni jamur *Aspergillus* sp. dengan keempat jamur tersebut. Namun setelah 7 hsi, zona bening tersebut hilang sehingga koloni jamur *Aspergillus* sp. dengan keempat koloni jamur saling bersinggungan dengan batas yang tegas seperti Gambar 1. Hal ini menandakan bahwa adanya degradasi senyawa antibiotik yang dihasilkan oleh jamur *Aspergillus* sp. oleh keempat jamur tersebut. Hal itu selaras dengan yang dikemukakan oleh (Gandjar et al., 2006), bahwa jamur *Rhizopus* sp. dan *Trichoderma* spp. mampu menghasilkan enzim selulase yang dapat mendegradasi senyawa seperti monosakarida dan selulosa menjadi senyawa yang lebih sederhana.

Daya tumbuh dan kemampuan untuk berkompetisi, baik berupa mikoparasit, antibiosis dan kompetisi itu sendiri sangat berpengaruh terhadap penguasaan ruang dan nutrisi setiap jamur. Terjadinya kompetisi dan penghambatan antara jamur, menyebabkan jamur yang memiliki daya tumbuh dan kompetisi yang tinggi akan mendominasi penguasaan ruang dan media tumbuh sedangkan yang lemah akan tertekan dan memiliki penguasaan ruang ataupun media tumbuh yang rendah.



Gambar 4. Rerata peningkatan persentase dominasi jamur saprofit dari 1-7 hari setelah inkubasi

Dari grafik dapat dilihat bahwa semua jamur saprofit dari hari kehari terus mengalami peningkatan luas dominasi dari hari kehari, jika diurutkan jamur yang memiliki daya tumbuh tercepat hingga teralambat yaitu, pertama *Candida sp.* dimana ditunjukkan dengan kenaikan grafik yang paling tinggi dari hari 0 hsi ke 1 hsi. *Candida sp.* merupakan jamur yang memiliki daya tumbuh cepat (Hameed *et al.*, 2018). Hal itulah yang menyebabkan jamur ini memiliki dominasi yang paling tinggi dalam 1 hsi. berbeda dengan *Aspergillus sp.* yang memiliki peringkat dominasi ke 8, jamur ini menunjukkan dominasi dan pertumbuhan yang lambat yang ditunjukkan dengan grafik yang paling rendah dan bahkan pada hari kelima, grafik *Aspergillus sp.* tidak mengalami peningkatan dan bahkan cenderung turun. *Candida sp.* merupakan jamur yang memiliki kecepatan tumbuh tinggi dan bentuk koloni yang tebal. Menurut (Nugroho *et al.*, 2003), jamur yang memiliki kecepatan tumbuh tinggi, dapat menekan pertumbuhan jamur patogen dengan mekanisme kompetisi, karena jamur dapat dengan cepat menguasai ruang, udara, nutrisi, dan makanan.

Jamur yang hampir mendekati kenaikan grafik jamur *Candida sp.* adalah jamur *Rhizopus sp.*, namun dominasi dari jamur tersebut dari hari ke 1 hsi hingga ke 7 hsi tidak mampu melebihi dominasi dari jamur *Candida sp.* Hal itu dapat dilihat dari grafik perkembangan dominasi *Rhizopus sp.* yang selalu dibawah *Candida sp.* tanpa pernah bersinggungan atau melebihinya. Peringkat ketiga dominasi dimiliki oleh jamur *Fusidium sp.* yang berada dibawah dominasi atau grafik jamur *Rhizopus sp.* Peningkatan rata-rata

dominasi jamur *Fusidium sp.* dari hari ke 1 hingga hari ke 7 hsi terus mengalami penurunan hal itu ditunjukkan dengan peningkatan grafik yang terus mengalami penurunan dan bahkan cenderung mengarah ke datar pada hari ke 5 ke 7 hsi. Menurut (Postlethwait, 2006), Ciri koloni dari *Rhizopus sp.* pada media PDA berbentuk bulat dengan pinggiran merata. Pada awal pertumbuhan, hifa tampak putih dengan jumlah yang sangat banyak seperti serabut dan semakin lama menjadi berwarna coklat kehitaman dan pertumbuhan jamur cenderung agak lambat.

Peringkat ke 4 dan ke 5 dimiliki oleh *Trichoderma sp.2* dan *Trichoderma sp.3*. pada grafik peningkatan dominasi kedua jamur ini terus mengalami peningkatan. Bahkan dominasi *Trichoderma sp.2* menyamai dominasi *Fusidium sp.* pada hari ke 7 hsi. hal itu dapat dilihat dengan bertemunya grafik kedua jamur tersebut dalam satu titik pada 7 hsi. Dominasi *Trichoderma sp.3* terus mengalami peningkatan namun tidak pernah melebihi dominasi jamur *Trichoderma sp.2*. untuk peringkat 6 dan 7, dimiliki oleh jamur *Penicilium sp.* dan *Trichoderma sp.1*. Jika dilihat pada grafik, dominasi *Trichoderma sp.1* lebih tinggi pada 1 hsi dan hampir sama pada 3 hsi dengan dominasi jamur *Penicilium sp.* Namun pada 5 hingga 7 hsi grafik dominasi jamur *Penicilium sp.* menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan *Trichoderma sp.1*. Hal itu menunjukkan bahwa kemampuan kompetisi yang dimiliki oleh jamur *Penicilium sp.* lebih besar dibandingkan dan *Trichoderma sp.1*.

Kemampuan kompetisi yang tinggi oleh suatu jamur ditunjukkan dengan daya tumbuh, daya saing dan kemampuan untuk melakukan mekanisme antagonis yang berupa

mikoparasit, antibiosis, dan kompetisi. Jamur yang memiliki semua kemampuan tersebut merupakan jamur yang memiliki kemampuan sebagai jamur antagonis yang tinggi. Jika dilihat pada grafik kemampuan tersebut nampaknya dimiliki oleh jamur *Trichoderma* sp.2 dan *Trichoderma* sp.3. Hal itu dapat dilihat dari rata-rata kenaikan dominasi yang terus meningkat hingga hari ketujuh. Sementara rata-rata kenaikan dominasi pada hari ke 1 hingga 7 hsi jamur lain seperti *Rhizopus* sp., *Fusidium* sp., *Trichoderma* sp.1, *Penicillium* sp., dan *Aspergillus* sp. terus mengalami penurunan sehingga grafik yang ditunjukkan cenderung mengarah kedatar dengan kata lain tidak mengalami peningkatan dominasi yang berarti pada hari ke 5 hingga 7 hsi. Hal itu membuktikan bahwa yang mempengaruhi besarnya dominasi, terutama *Candida* sp. dan *Rhizopus* sp. adalah daya tumbuh yang cepat dan bentuk koloni yang tebal sehingga memiliki kemampuan kompetisi yang tinggi. Pada saat jamur-jamur tersebut mulai bersinggungan maka kenaikan dominasi akan mulai menurun karena adanya hambatan dari jamur lain, namun hal itu tidak berlaku bagi *Trichoderma* sp.2 dan *Trichoderma* sp.3 yang mampu tetap tumbuh dengan cara memparasit dan melisis meselia jamur lain yang terlihat pada pengacakan A, dimana meselia jamur *Candida* sp. menjadi lebih transparan sehingga dominasi kedua jamur tersebut terus mengalami peningkatan dengan ditunjukkan pada grafik yang terus naik hingga hari ketujuh setelah inkubasi.

Hal tersebut sesuai dengan yang dikemukakan oleh (Cook, R J, 1983), pada umumnya mekanisme antagonisme jamur *Trichoderma* spp. dalam menekan patogen sebagai mikoparasit dan kompetitor yang agresif. Mula-mula pertumbuhan miselia jamur *Trichoderma* spp. memanjang, kemudian membelit dan mempenetrasi hifa jamur inang, sehingga hifa inang mengalami vakoulasi, lisis dan akhirnya hancur. Selanjutnya antagonis tumbuh di dalam hifa patogen. Selain itu dilaporkan bahwa jamur *T. harzianum* dan *T. hamatum* bertindak sebagai mikoparasit terhadap jamur *Rhizoctonia solani* dan *Sclerotium rolfii*, menghasilkan enzim β -(1,3) glucanase dan chitinase yang menyebabkan eksolisis pada hifa inang. Lebih lanjut Cook dan Baker, mengungkapkan bahwa Jamur *T. hamatum* juga menghasilkan enzim

selulase, sehingga menambah kemampuannya sebagai mikoparasit pada jamur *Phytium* spp. Dengan kemampuan sedemikian rupa tersebut *Trichoderma* spp. akan tetap mampu tumbuh meski telah terjadi kontak dengan jamur lain.

Kemampuan jamur *Trichoderma* sp.2 dan *Trichoderma* sp.3 berbeda dengan kemampuan mikoparsit yang dilakukan oleh jamur *Candida* sp., *Fusidium* sp., *Rhizopus* sp., dan *Penicillium* sp. Hal itu ditunjukkan dengan meselia jamur yang diparasit *Trichoderma* sp.2 dan *Trichoderma* sp.3 menjadi transparan hal itu mengindikasikan terjadinya lisis pada meselia jamur kompetitor. Sedangkan meselia jamur yang diparasit jamur *Fusidium* sp., *Rhizopus* sp., dan *Penicillium* sp. tidak mengalami perubahan yang berarti. Hal ini sejalan dengan yang kemukakan oleh (Nugroho et al., 2003), *Trichoderma* spp. sebagai antagonis diketahui mempunyai kemampuan menghasilkan kitinase. Enzim kitinase yang dihasilkan oleh *Trichoderma* sp. lebih efektif dibandingkan kitinase yang dihasilkan oleh organisme lain untuk menghambat berbagai fungi patogen tanaman. Kitinase berperan penting dalam pengendalian fungi patogen tanaman secara mikoparasitisme. Kemampuan *Trichoderma* sp. menghasilkan kitinase sangat bervariasi antar strain, mungkin disebabkan perbedaan pada gen yang mengkodonya. Variasi ini tidak saja terlihat pada jumlah kitinase, tetapi juga jenis yang dihasilkan.

Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian jamur saprofit dari seresah kulit buah kakao memiliki dugaan interaksi kompetisi, mikoparasit dan antibiosis dengan antar jamur saprofit lainnya. Hasil dominasi terendah hingga tertinggi yaitu *Trichoderma* sp. 3, *Aspergillus* sp., *Trichoderma* sp. 2, *Trichoderma* sp. 1, *Rhizopus* sp., *Fusidium* sp., *Penicillium* sp., dan *Candida* sp. Jamur saprofit dari seresah kulit buah kakao memiliki potensi dalam mengendalikan *Phytophthora palmivora*.

Penelitian ini perlu dilanjutkan dengan melihat secara mikroskopis untuk memastikan terjadinya mikoparasit. Selain itu perlu pengujian lebih lanjut terkait senyawa metabolit sekunder saat terjadi mekanisme antibiosis.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada pihak PT. Perkebunan Nusantara XII khususnya Afdeling Penataran, Kebun Bantaran Kabupaten Blitar yang memberikan material untuk penelitian. Terima kasih kepada Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D, Ir. Abdul Cholil, Dr. Ir. Sri Karindah, MS., dan Dr. Anton Muhibuddin, SP., MP. Yang telah memberikan banyak masukan terkait penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Abdelghany, T. M. (2018). *Mycology*. OMICS Group eBooks: Foster City. USA.
- Adeniyi, D. O., & Asogwa, E. U. (2023). Forest Microbiology, *Chapter 14 - Complexes and diversity of pathogens and insect pests of cocoa tree*. Elsevier. United Kingdom.
- Artha, I. N. (2015). *Pedoman Teknis Budidaya Tanaman Kakao*. Universitas Udayana. Denpasar.
- Asisdiq, I., Sudding, & Side, S. (2017). Pengendalian Kapang Patogen Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) Menggunakan Konsorsium Kapang Tanah (*Trichoderma* spp. dan *Aspergillus* sp.) Control. *Pendidikan Kimia PPs UNM*, 1(1): 91–99.
- Cook, R J, B. K. F. (1983). *The Nature and Practice of Biological Kontrol of Plant Pathogens*. The American Phytopathological Society. Universitas Michigan.
- Day, S., Lalitha, P., Haug, S., Fothergill, A. W., Cevallos, V., Vijayakumar, R., ... Lietman, T. M. (2009). Activity of antibiotics against *Fusarium* and *Aspergillus*. *The British Journal of Ophthalmology* 93(1): 116–119.
- Efendi, S., Sulistyowati, L., & Cholil, A. (2014). Potensi jamur antagonis dari serasah kulit buah kakao untuk menekan perkembangan *Phytophthora palmivora* (*Pythiales: Phythiaceae*) pada buah dan kompos kulit kakao. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan* 2(3): 121-130
- Gandjar I, Sjamsuridzal W, O. A. (2006). *Mikologi Dasar dan Terapan*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Hakkar, A., Rosmana, A., & Rahim, M. (2014). Pengendalian Penyakit Busuk Buah *Phytophthora* pada Kakao dengan Cendawan Endofit *Trichoderma asperellum*. *Jurnal Fitopatologi Indonesia* 10(1): 139–144.
- Hameed, A. R., Ali, S. M., & Ahmed, L. (2018). Biological Study of *Candida* Species and Virulence Factor Endocrinology View project Prevalance Dyslipidemia in DM Patient View project. *Ijarier* 1(4): 8–16.
- Hanada, R. E., Pomella, A. W. V., Soberanis, W., Loguercio, L. L., & Pereira, J. O. (2009). Biocontrol potential of *Trichoderma martiale* against the black-pod disease (*Phytophthora palmivora*) of cacao. *Biological Contro* 50(2): 143–149.
- Hutabalian, M., Pinem, M., & Oemry, S. (2015). Uji Antagonisme Beberapa Jamur Saprofit Dan Endofit Dari Tanaman Pisang Terhadap *Fusarium Oxysporum* F.Sp. *Cubens* Di Laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi* 3(2): 687–695.
- Nawfetrias, W., Nurhangga, E., & Sutardjo. (2016). The Utilization of Biofungicide Containing Active Ingredient of *Trichoderma* spp. Controlling Cocoa Black Pod Rot. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia* 3(1): 28–35.
- Nugroho, T T, Ali, M., Ginting, C, Wahyuningsih, Dahliaty, A, Devi, S, Sukmarisa, Y. (2003). Isolasi dan Karakterisasi sebagian Kitinase *Trichoderma viride* TNJ63. *Natur Indonesia* 5(2): 101–106.
- Perrine-walker, F. (2020). *Phytophthora palmivora* – cocoa interaction. *Journal of Fungi* 6(3): 1–20.
- Postlethwait, H. (2006). *Modern Biology*. Holt, Rinehart and Winston. Texas
- Semangun, H. (2000). *Penyakit-penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia*. UGM Press. Yogyakarta.
- Septiana, S., Dirmawati, S. R., & Evizal, R. (2020). Aplikasi Kitosan Untuk Pengendalian Penyakit Busuk Buah Kakao (*Phytophthora megakarya* L.). *Jurnal Agrotropika* 19(1): 22–26.
- Virgianti, D. P. (2015). Uji Antagonis Jamur Tempe (*Rhizopus* Sp) terhadap Bakteri Patogen Enterik. *Biosfera* 32(3): 162–168.
- Yunita, Y., Suswanto, I., & Sarbino, S. (2018). Pengaruh Asap Cair Tempurung Kelapa Terhadap P. *Palmivora* Penyebab Penyakit Busuk Buah Pada Kakao. *Perkebunan Dan Lahan Tropika* 8(2): 91.