

**POTENSI FUNGI ENDOFIT BUAH KABAU (*Archidendron
bubalinum* (Jack) I.C. Nielsen) DALAM MENGHAMBAT
PERTUMBUHAN *Fusarium oxysporum* IPBCC.07.540**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di
Jurusan Biologi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

HANINDITA ALIFIA PUTRI

08041181924004



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2023

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Potensi Fungi Endofit Buah Kabau (*Archidendron
bubalinum* (Jack)I.C.Nielsen) dalam Menghambat
Pertumbuhan *Fusarium oxysporum* IPBCC.07.54

Nama Mahasiswa : Hanindita Alifia Putri

NIM : 08041181924004

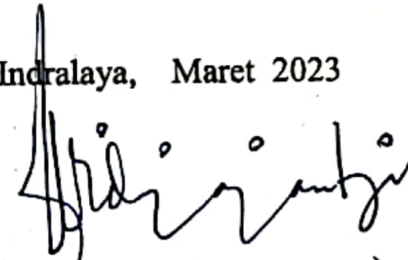
Jurusan : Biologi

Telah disetujui untuk disidangkan pada tanggal 27 Maret 2023

Pembimbing :

Dr. Hary Widiajanti, M.Si.
NIP. 19611212987102001

Indralaya, Maret 2023



(.....)

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Potensi Fungi Endofit Buah Kabau (*Archidendron bubalinum* (Jack)I.C.Nielsen) dalam Menghambat Pertumbuhan *Fusarium oxysporum* IPBCC.07.54

Nama Mahasiswa : Hanindita Alifia Putri

NIM : 08041181924004

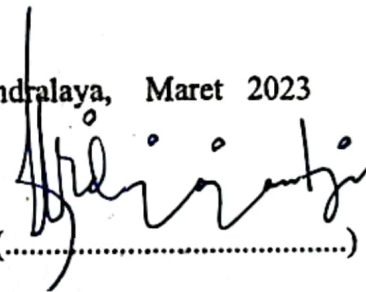
Jurusan : Biologi

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 27 Maret 2023 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan panitia sidang ujian skripsi.

Pembimbing :

Dr. Hary Widjajanti, M.Si.
NIP. 19611212987102001

Indralaya, Maret 2023


(.....)

Pembahas :

Dr. Elisa Nurnawati, M.Si.
NIP. 197504272000122001


(.....)

Dr. Salni, M.Si.
NIP. 198812112019032012


(.....)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya


Dr. Aram Setiawan, M.Si.
NIP. 197211221998031001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Hanindita Alifia Putri
NIM : 08041181924004
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/
Biologi

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan Strata Satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.



Indralaya, Maret 2023
Penulis,



Hanindita Alifia Putri
NIM. 08041181924004

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Hanindita Alifia Putri
NIM : 08041181924004
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/
Biologi
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*)” atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“Potensi Fungi Endofit Buah Kabau (*Archidendron bubalinum*(Jack) I.C. Nielsen) dalam Menghambat Pertumbuhan *Fusarium oxysporum* IPBCC.07.540)

Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/memformatkan, mengelolah dalam bentuk pangkalan data (*data base*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, Maret 2023


Hanindita Alifia Putri
NIM. 08041181924004

HALAMAN PERSEMBAHAN



Kupersembahkan karya ini sebagai bentuk syukur ku kepada Sang Pencipta ilmu pengetahuan Allah SWT, untuk kedua orang tua hebatku dan kudedikasikan untuk almamater sebagai bentuk pengabdian

MOTTO :

Man Jadda wa Jada

Man Shabara Lhafirah

(Barangsiapa yang bersungguh - sungguh, maka ia akan berhasil
Barangsiapa bersabar, maka ia akan beruntung)

Karena sesungguhnya setelah kesulitan ada kemudahan.

Sesungguhnya setelah kesulitan ada kemudahan

(Q.S. Al-Insyirah : 5-6)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “ **Potensi Fungi Endofit Buah Kabau (*Archidendron bubalinum* (Jack) I.C. Nielsen) dalam Menghambat Pertumbuhan *Fusarium oxysporum* IPBCC.07.540**”. Ucapan terima kasih tidak lupa saya berikan kepada kedua orang tua saya Mahendra Kusuma, MH dan Rosnani, SH yang telah memberi doa dan dukungan kepada penulis selama masa perkuliahan di Universitas Sriwijaya serta tidak lupa juga saya mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing saya Ibu Dr. Hary Widjajanti, M.Si yang telah memberikan arahan dan masukan selama melaksanakan pengerjaan tugas akhir ini serta kesediaan waktunya untuk berdiskusi.

Begitu banyak pihak yang mendukung proses penyelesaian tugas akhir ini. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaf, M.S.C.E, selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Prof. Dr. Hermansyah, M.Si., Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Arum Setiawan, M.Si sebagai Ketua Jurusan Biologi yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penulis menjadi mahasiswa.

4. Ibu Dr. Elisa Nurnawati, M.Si sebagai dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan akademik .
5. Bapak Dr. Salni, M.Si dan Ibu Dr. Elisa Nurnawati, M. Si selaku dosen pembahas yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
6. Seluruh dosen dan staf administrasi Jurusan Biologi yang selalu memberikan ilmu, bimbingan dan bantuan kepada penulis.
7. Ibu Rosmania, ST selaku Analis Laboratorium Mikrobiologi yang telah mengarahkan penulis dalam melakukan penelitian.
8. Kak Agus Wahyudi, S.Si selaku kakak tingkat yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama proses penelitian.
9. Anggi Sandra selaku rekan satu topik penelitian yang selalu menemani dan membantu penulis selama jalannya penelitian.
10. Fadhilah, Dewi, Shinta, Nana, Fifi, Sabel, Aldila, Uni Anggi, Meuthea, Michelle, Regina, Rijal, Titus selaku sahabat dekat penulis.

Akhir kata penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat baik bagi masyarakat maupun civitas akademika lainnya yang ingin melanjutkan penelitian ini sehingga dapat berkembang dengan baik

Indralaya, Maret 2023

Penulis,

Hanindita Alifia Putri

NIM. 08041181924004

**POTENCY OF ENDOPHYTIC FUNGI FROM *Archidendron bubalinum*
(Jack) I.C.Nielsen IN INHIBITING THE GROWTH OF *Fusarium*
oxysporum IPBCC 07.540**

**Hanindita Alifia Putri
08041181924004**

SUMMARY

The incidence of moler disease caused by the pathogenic fungus *Fusarium oxysporum* is known a decrease in the quality and quantity of crop yields. Using synthetic fungicides in the long term has a negative impact on the environment, so an alternative control using endophytic fungi is needed. Endophytic fungi are known to live in plant tissues and perform symbiosis with host plants through the production of mycotoxins and secondary metabolites. Seven isolates of endophytic fungi were obtained as a result of isolation from kabau fruit. Three of them were identified as *Daldinia* sp., *Diaporthe* sp. and *Fusarium* sp. The three related isolates are known to have potential as antibacterial as well as biological control agents.

This study aims to determine the potential of kabau fruit endophytic fungi in inhibiting the growth of *F. oxysporum*, to analyze the mechanism of antagonism between kabau fruit endophytic fungi and *F. oxysporum* supported by interaction or microscopic changes in hyphae and to determine the characteristics and identities of kabau fruit endophytic fungi isolates that have high potential. in inhibiting the growth of *Fusarium oxysporum*. This research was conducted from September 2022 to February 2023 at the Microbiology Laboratory, Genetics and Biotechnology Laboratory, Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University, Indralaya. Visualization with SEM was carried out at the Integrated Research and Testing Laboratory, Gadjah Mada University, Yogyakarta.

The stages of the research consisted of multiplying fungal isolates, testing the antagonism of the dual culture method, calculating the percentage of inhibition, observing the mechanism of antagonism microscopically as well as characterizing and identifying the fungi isolates with the highest percentage of inhibition. 6 isolates of kabau endophytic fungi were obtained which had moderate inhibition potential and 1 isolate had weak inhibition potential against *F. oxysporum* by showing the alleged mechanism of antagonism competition, mycoparasitism and antibiosis supported by the results of microscopic observations of hyphal interactions and hyphal abnormalities. Three isolates with the highest percentage of inhibition included KBM1J1 (59.2%), KBT3J1 (53.8%) and *Diaporthe* sp. (52%). KBM1J1 isolate is thought to belong to the genus *Botrytis*, and KBT3J1 is thought to belong to the genus *Fusarium*.

Keywords: kabau, endophytic fungi, antagonism, *Fusarium oxysporum*

**POTENSI FUNGI ENDOFIT BUAH KABAU (*Archidendron bubalinum*
(Jack) I.C.Nielsen) DALAM MENGHAMBAT PERTUMBUHAN *Fusarium*
oxysporum IPBCC 07.540**

Hanindita Alifia Putri
08041181924004

RINGKASAN

Kejadian penyakit moler yang disebabkan oleh fungi patogen *Fusarium oxysporum* diketahui dapat menimbulkan kerugian berupa penurunan kualitas dan kuantitas hasil panen. Pengendalian patogen menggunakan fungisida sintetik dalam jangka waktu yang lama memberikan dampak buruk bagi lingkungan sehingga diperlukan alternatif pengendalian menggunakan fungi endofit. Fungi endofit diketahui hidup dalam jaringan tanaman dan melakukan simbiosis dengan tanaman inang melalui produksi mikotoksin dan senyawa metabolit sekunder untuk mempertahankan tanaman dari serangan patogen. Diperoleh tujuh isolat fungi endofit yang diperoleh sebagai hasil isolasi dari buah kabau. Tiga diantaranya teridentifikasi sebagai *Daldinia* sp., *Diaporthe* sp. dan *Fusarium* sp. Ketiga isolat terkait diketahui memiliki potensi sebagai antibakteri serta sebagai agen pengendali hayati.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi fungi endofit buah kabau dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum*, menganalisis mekanisme antagonisme antara fungi endofit buah kabau dengan *Fusarium oxysporum* didukung dengan interaksi atau perubahan hifa secara mikroskopis dan mengetahui karakteristik serta identitas isolat fungi endofit buah kabau yang memiliki potensi tinggi dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum*. Penelitian ini dilaksanakan pada September 2022 sampai dengan Februari 2023 di Laboratorium Mikrobiologi, Laboratorium Genetika dan Bioteknologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Indralaya. Visualisasi dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM) dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Tahapan penelitian terdiri dari perbanyakan isolat fungi, uji antagonisme metode *dual culture*, perhitungan persentase hambatan, pengamatan mekanisme antagonisme secara mikroskopis serta karakterisasi dan identifikasi isolat fungi dengan persentase hambatan tertinggi. Diperoleh 6 isolat fungi endofit buah kabau yang memiliki potensi hambatan sedang dan 1 isolat memiliki potensi hambatan lemah terhadap *F. oxysporum* dengan memperlihatkan dugaan mekanisme antagonisme kompetisi, mikoparasitisme dan antibiosis didukung dengan hasil pengamatan mikroskopis interaksi hifa dan abnormalitas hifa. Tiga isolat dengan persentase hambatan tertinggi meliputi KBM₁J₁ (59,2%), KBT₃J₁ (53,8%) dan *Diaporthe* sp.(52%). Isolat KBM₁J₁ diduga termasuk dalam genus *Botrytis*, dan KBT₃J₁ diduga termasuk dalam genus *Fusarium*.

Kata Kunci: buah kabau, fungi endofit, antagonisme, *Fusarium oxysporum*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
SUMMARY.....	ix
RINGKASAN.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian.....	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penyakit Moler.....	6
2.2.1. Gejala Penyakit Moler.....	7
2.2. <i>Fusarium oxysporum</i>	8
2.2.1. Klasifikasi <i>Fusarium oxysporum</i>	8
2.2.2. Morfologi <i>Fusarium oxysporum</i>	8
2.2.3. Patogenesis <i>Fusarium oxysporum</i>	9
2.3. Pengendalian Hayati.....	10
2.4. Fungi Endofit.....	11

2.4.1. Fungi Endofit sebagai Pengendali Hayati <i>F. oxysporum</i>	12
2.4.2. Mekanisme Fungi Endofit sebagai Agen Pengendali Hayati	13
2.5. Tumbuhan Kabau (<i>Archidendron bubalinum</i>)	15
2.6. <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	16

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	18
3.2. Alat dan Bahan.....	18
3.3. Cara Kerja.....	19
3.3.1. Pembuatan Medium.....	19
3.3.2. Sterilisasi Alat dan Medium.....	19
3.3.3. Perbanyakkan Fungi Endofit dan Fungi Patogen.....	20
3.3.4 Uji Antagonis Fungi Endofit Buah Kabau terhadap <i>F.oxysporum</i> IPBCC.07.540.....	20
3.3.5 Pengamatan Mikroskopis Mekanisme Antagonisme Fungi Endofit Buah Kabau terhadap <i>F. oxysporum</i> IPBCC.07.540.....	21
3.3.5.1. Pengamatan Mikroskop Cahaya.....	22
3.3.5.2. <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	23
3.3.6 Karakterisasi Fungi Endofit Buah Kabau yang Berpotensi Tinggi dalam Menghambat <i>F. oxysporum</i> IPBCC.07.540.....	24
3.3.6.1. Karakterisasi dan Pengamatan Morfologi secara Makroskopis.....	24
3.3.6.2. Karakterisasi dan Pengamatan Morfologi secara Mikroskopis.....	24
3.3.7 Identifikasi Fungi Endofit Buah Kabau yang Berpotensi Tinggi dalam Menghambat <i>F. oxysporum</i> IPBCC.07.540.....	25
3.3.8 Variabel Pengamatan.....	25

3.3.9 Penyajian Data.....	25
---------------------------	----

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kemampuan Antagonisme Fungi Endofit Buah Kabau (<i>Archidendron Bubalinum</i> (Jack)I.C.Nielsen) dalam Menghambat Pertumbuhan <i>F. oxysporum</i> IPBCC.07.540.....	26
4.2 Mekanisme Antagonisme Fungi Endofit Buah Kabau (<i>Archidendron Bubalinum</i> (Jack)I.C.Nielsen) dalam Menghambat Pertumbuhan <i>F. oxysporum</i> IPBCC.07.540	28
4.3 Karakteristik Fungi Endofit Buah Kabau yang Berpotensi Tinggi dalam Menghambat <i>F. oxysporum</i> IPBCC.07.540.....	37
4.3.1. Isolat KBM ₁ J ₁	38
4.3.2. Isolat KBT ₃ J ₁	41

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	45
5.2. Saran.....	45

DAFTAR PUSTAKA.....	47
----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	57
----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Persentase penghambatan pertumbuhan <i>Fusarium oxysporum</i> IPBCC. 07.540 oleh fungi endofit buah kabau selama 12 hari.....	26
Tabel 4.2. Karakteristik makroskopis fungi endofit buah kabau isolat KBM ₁ J ₁	38
Tabel 4.3. Karakteristik mikroskopis fungi endofit buah kabau isolat KBM ₁ J ₁	39
Tabel 4.4. Karakteristik makroskopis fungi endofit buah kabau isolat KBT ₃ J ₁	41
Tabel 4.5 Karakteristik mikroskopis fungi endofit buah kabau isolat KBT ₃ J ₁	42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Gejala serangan penyakit moler <i>Fusarium oxysporum</i> pada tanaman bawang merah.....	7
Gambar 2.2. Morfologi <i>Fusarium oxysporum</i>	9
Gambar 2.3. Contoh pengamatan <i>dual culture</i> fungi dengan <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	16
Gambar 3.1. Skema penempatan fungi patogen dan fungi antagonis dalam <i>dual culture</i>	20
Gambar 3.2. Skema penempatan fungi patogen dan fungi antagonis sebagai kontrol.....	20
Gambar 4.1. Kontrol <i>Fusarium oxysporum</i>	28
Gambar 4.2. Uji Antagonisme metode <i>dual culture</i> isolat BKT ₁ J ₁ dan KBT ₃ J ₁ terhadap <i>F.oxysporum</i>	29
Gambar 4.3. Pengamatan mekanisme antagonisme secara mikroskopis isolat BKT ₁ J ₁ dan KBT ₃ J ₁ terhadap <i>F.oxysporum</i>	31
Gambar 4.4. Uji Antagonisme metode <i>dual culture</i> isolat KBM ₁ J ₁ terhadap <i>F.oxysporum</i>	32
Gambar 4.5. Pengamatan mekanisme antagonisme secara mikroskopis isolat KBM ₁ J ₁ terhadap <i>F.oxysporum</i>	33
Gambar 4.6. Uji Antagonisme metode <i>dual culture</i> <i>Fusarium</i> sp., <i>Daldinia</i> sp., <i>Diaporthe</i> sp., dan isolat KBM ₁ J ₂ terhadap <i>F.oxysporum</i>	34
Gambar 4.7. Pengamatan mekanisme antagonisme secara mikroskopis <i>Fusarium</i> sp., <i>Daldinia</i> sp., <i>Diaporthe</i> sp., dan isolat KBM ₁ J ₂ terhadap <i>F.oxysporum</i>	36

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Komposisi medium yang digunakan.....	57
Lampiran 2. Kemampuan antagonisme fungi endofit buah kabau terhadap <i>F.oxysporum</i> IPBCC.07.540 selama 12 hari.....	58
Lampiran 3. Data pengukuran jari-jari <i>Fusarium oxysporum</i> IPBCC.07.540 pada <i>dual culture</i>	60

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penyakit moler atau dikenal juga sebagai penyakit layu umumnya ditemukan pada budi daya tanaman secara konvensional dan vertikultur. Penyakit moler diketahui sangat merugikan petani karena dapat menyebabkan turunnya kualitas dan kuantitas hasil panen akibat terganggunya pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Emeliawati *et al*, 2022). Penyakit moler disebabkan oleh fungi patogen *Fusarium oxysporum* dan sering dijumpai salah satunya pada tanaman bawang merah. Kejadian penyakit moler di Indonesia menyebabkan kehilangan hasil panen mencapai 55,97% dengan kejadian penyakit 64,10% pada bawang merah (Hadiwiyono *et al*, 2020). Penelitian terkait penyebab penyakit moler telah banyak dipublikasi. Selain pada bawang merah, penyakit moler juga dapat menyerang bawang bombay (*Allium cepa*) (Haapalainen *et al*, 2016), dan bawang putih (*Allium sativum* L) (Modani *et al*, 2021).

Gejala visual penyakit yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* yaitu daun yang menguning mulai dari ujung sampai pangkal daun, layu, mengering dan mati. Akar tanaman yang terinfeksi juga akan terlihat berwarna cokelat, pucat dan lunak. Pada serangan berat penyakit moler dapat menyebabkan kematian tanaman (Ngatimin *et al*, 2019). *Fusarium oxysporum* dikenal sebagai salah satu fungi patogen yang dapat melalui tahapan patogenesis dan saprofit. Selama tahap patogenesis, fungi menjadi parasit pada tanaman inang. Dengan tidak adanya tanaman inang, patogen berada didalam tanah sebagai saprofit pada sisa-

sisia tanaman. Tahap ini dikenal sebagai tahap saprofit dan dapat menjadi sumber inokulum penyebab penyakit pada tanaman lain (Alfizar et al., 2011).

Saat ini pengendalian *Fusarium oxysporum* masih mengandalkan penggunaan fungisida. Penggunaan fungisida secara terus menerus dalam waktu lama dapat berdampak negatif terhadap lingkungan, seperti menghasilkan residu dan menyebabkan gejala resistensi patogen. Oleh karena itu, diperlukan pengendalian organisme yang ramah lingkungan dan aman, yaitu dengan memanfaatkan agen hayati (Emeliawati et al., 2022). Pengendalian hayati menggunakan mikroorganisme seperti fungi atau bakteri merupakan alternatif pengganti fungisida sintetik dan lebih ramah lingkungan karena mikroba endofit memiliki kemampuan untuk mengurangi keparahan penyakit dengan cara yang lebih baik melalui mekanisme yang berbeda dan terjadi secara langsung didalam jaringan tanaman (Abro et al, 2019).

Fungi endofit, dikenal sebagai fungi yang tidak menimbulkan gejala infeksi pada tanaman sehat, hidup di dalam jaringan tanaman melalui simbiosis mutualisme dengan produksi mikotoksin, enzim dan antibiotik (Fontana et al., 2021). Wahyuni (2017), menyatakan bahwa fungi endofit terdapat pada sistem jaringan tanaman seperti akar, ranting, daun, dan bunga serta dapat digunakan untuk melindungi tanaman dari patogen penyebab penyakit. Uji potensi fungi endofit dalam menghambat pertumbuhan fungi patogen dilakukan melalui uji antagonis (*dual culture assay*) dengan menumbuhkan masing - masing isolat fungi endofit dengan fungi patogen secara bersamaan dalam satu media (Sanjaya et al, 2019). Adeleke et al (2022), mengemukakan bahwa mekanisme hambatan fungi

endofit sebagai agensia hayati diantaranya penghambatan melalui mikoparasitisme, antibiosis, dan kompetisi. Melalui pengamatan mikroskopis, dapat terlihat adanya abnormalitas hifa seperti hifa lisis, hifa bengkok, hifa melilit dan hifa menggulung yang terjadi karena reaksi antagonistik fungi antagonis dengan fungi patogen (Karim *et al*, 2020).

Pada penelitian ini fungi endofit diperoleh dari hasil isolasi buah kabau. Keberadaan fungi endofit pada buah kabau berpotensi untuk memperkenalkan manfaat lain dari buah kabau kepada masyarakat di dalam maupun luar daerah Sumatera Selatan. Dilaporkan oleh Ningrum *et al*, 2021 bahwa pada ekstrak tumbuhan kabau terkandung flavonoid, alkaloid, terpenoid, tanin dan saponin. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Dwindriani (2022), didapatkan tujuh isolat fungi endofit yang diisolasi dari buah kabau yaitu isolat BKT_{1J1} yang ditemukan pada biji kabau tua, isolat KBM_{1J1}, KBM_{1J2}, KBM_{4J1} pada kulit buah muda dan isolat KBT_{1J1}, KBT_{1J2}, KBT_{3J1} pada kulit ari biji tua. Dari ketujuh isolat, tiga diantaranya yaitu KBT_{1J1} teridentifikasi sebagai *Fusarium* sp, KBT_{1J2} sebagai *Daldinia* sp dan KBM_{4J1} sebagai *Diaporthe* sp. dilaporkan memiliki potensi antibakteri yang tinggi terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Stapylococcus aureus*.

Diketahui dari ketiga isolat fungi endofit buah kabau yang teridentifikasi, bahwa isolat terkait juga memiliki potensi sebagai agen pengendali hayati dengan kemampuan menghambat pertumbuhan patogen. Camargo *et al* (2016), melaporkan isolat *Diaporthe* sp. mampu melawan fitopatogen *Phyllosticta citricarpa* dengan persentase hambatan lebih dari 70% dan fungi endofit *Daldinia*

sp. yang diisolasi dari ranting pohon zaitun dimanfaatkan sebagai agen biokontrol karena kemampuan menekan pertumbuhan *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea* dan *Penicillium digitatum* (Liarzi *et al*, 2016).b

Penelitian mengenai potensi fungi endofit buah kabau sebagai agen pengendali hayati belum banyak dilakukan sehingga berdasarkan uraian tersebut, perlu dilakukan penelitian mengenai potensi fungi endofit buah kabau dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* disertai dengan pengamatan mikroskopis untuk memperjelas mekanisme antagonisme yang terjadi antara fungi endofit dengan patogen *Fusarium oxysporum*.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Apakah isolat fungi endofit buah kabau memiliki potensi dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* ?
2. Bagaimana mekanisme antagonisme antara fungi endofit buah kabau dengan *Fusarium oxysporum* yang didukung oleh interaksi atau perubahan hifa secara mikroskopis ?
3. Bagaimana karakteristik dan identitas isolat fungi endofit buah kabau yang memiliki potensi tinggi dalam menghambat pertumbuhan fungi *Fusarium oxysporum* ?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka penelitian ini bertujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui potensi fungi endofit buah kabau dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum*.
2. Menganalisis mekanisme antagonisme antara fungi endofit buah kabau dengan *Fusarium oxysporum* didukung dengan interaksi atau perubahan hifa secara mikroskopis.
3. Mengetahui karakteristik dan identitas isolat fungi endofit buah kabau yang memiliki potensi tinggi dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum*.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat untuk memberikan informasi ilmiah mengenai potensi, karakteristik dan identitas isolat fungi endofit buah kabau dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* dan memberikan informasi mengenai mekanisme antagonisme antara fungi endofit buah kabau dengan *Fusarium oxysporum* agar dapat dijadikan sebagai sumber informasi bagi peneliti berikutnya serta menjadi bahan pertimbangan pengganti fungisida kimia yang lebih ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abro, M., Sun, X., Hussain, G., Dong, L. 2019. Biocontrol Potential of Fungal Endophytes Against *Fusarium oxysporum* f.sp. *Cucumerinum* Causing Wilt in Cucumber. *The Plant Patology Journal*. 35(6): 598-608.
- Adeleke, B. S., Ayilara, M. S., Akinola, S. A., & Babalola, O. O. 2022. Biocontrol mechanisms of endophytic fungi. In *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 32: 46. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH.
- Agrios, G, N. 2005. *Plant Pathology Fifth Edition*. USA: Elsevier Academic Press. xxvi+903 hlm.
- Agustina D., Triasih D., Dwiastuti., Wicaksono R. 2019. Potensi Jamur Antagonis Dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur *Botryodiplodia theobromae* Penyebab Penyakit Busuk Batang Pada Tanaman Jeruk. *Jurnal Agronida*. 5(1): 1-6.
- Alfizar., Marlina, dan Hasanah, N. 2011. Efforts to Control Wilt Disease *Fusarium oxysporum* Using Biological Agents Fungi FMA and *Trichoderma Harzianum*. In *J. Floratek*. 6: 8-17.
- Amaria, W., Harni R., Samsudin. 2015. Evaluasi Jamur Antagonis Dalam Menghambat Pertumbuhan *Rigidoporus microporus* Penyebab Penyakit Jamur Akar Putih Pada Tanaman Karet. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*. 2(1): 51-60.
- Andriastini, D. A., Y. Ramona dan M. W. Proborini. 2018. Hambatan *in vitro* Cendawan Antagonis pada *Fusarium* sp., Penyebab Penyakit pada Tanaman Buah Naga (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose). *Jurnal Metamorfosa*. 5(2): 224-223.
- Armaleni, N.Nasir, dan A.Agustien. 2019. Antagonis *Pseudomonas fluorescens* indogenous terhadap *Ralstonia solanacearum* pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum*). *Jurnal Metamorfosa*. 6(1):119-122.
- Barbara, A., Marzec, A., Grzadziel, J., Galazka, A., Oleszek, W. 2022. Biocontrol Potential and Catabolic Profile of Endophytic *Diaporthe eres* Strain 1420S From *Prunus domestica* L. in Poland. *Journal Agronomy*. 12(1).
- Berlian I., Setyawan B., Hadi H. 2013. Mekanisme Antagonisme *Trichoderma* spp. Terhadap Beberapa Patogen Tular Tanah. *Warta Perkaretan*.32(2): 74-82.

- Bharathidasan, R & Panneerselvam, A, 2011. Isolation and Identification of Endophytic Fungi from *Avicennia marina* in Ramanathapuram District, Karankadu, Tamilnadu, India, European. *Journal of Experimental Biology*. 1(3): 31- 36.
- Boldin, P. 2010. *Electric Field Measurement Using Scanning Electron Microscope*. Finlandia : Lappeenranta University of Technology.vii+28hlm.
- Booth, C. 1977. *Fusarium: Laboratory Guide to the Identification of the Major Species*. Commonwealth Mycological Institute, Kew Surrey. England.
- Camargo, P., Cristina, D., Rodrigues, R., Henrique, E., Costa, C., Andre, F., Manuel, A., Terrasawa, L., Glienke, C. 2016. *Diaporthe Endophytica* and *D. terebinthifolii* from Medicinal Plants for Biological Control of *Phyllosticta citricarpa*. *Microbiological Research*. 186-187: 153-160.
- Chang Xu, T., Yi Han., Fei Wang, J., Song, Z. 2021. Bioactive Secondary Metabolites of the Genus *Diaporthe* and Anamorph *Phomopsis* from Terrestrial and Marine Habitats and Endophytes. *Microorganisms*. 9(271): 1-50.
- Dwiindriani, P. 2022. Eksplorasi Fungi Endofit Buah Kabau (*Archidendron bubalinum* (Jack) I.C. Nielsen) sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri. *Skripsi*. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sriwijaya.
- Emeliawati, Salamiah, Fitriyanti, D. 2022. Pengendalian Penyakit Moler (*Fusarium oxysporum*) pada Bawang Merah dengan Serbuk Kulit Jengkol (*Pithecellobium jiringa*) di Lahan Gambut. *Proteksi Tanaman Tropika*. 5(2): 499-505.
- Fadhilah, S., Wiyono dan Surahman. 2014. Pengembangan Teknik Deteksi Fusarium Patogen Pada Benih Umbi Bawang Merah (*Allium ascalonicum*) di Laboratorium. *Jurnal Hortikultura*. 24(2): 171-178.
- Farikhin, F. 2016. Analisa *Scanning Electron Microscope* Komposit Polyester dengan Filler Karbon Aktif dan Karbon non aktif. *Skripsi*. Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Fitriani, M. L., S. Wiyono, dan M.S. Sinaga. 2019. Potensi kolonisasi mikoriza arbuskular dan cendawan endofit untuk pengendalian layu fusarium pada bawang merah. *J Fitopatologi Indonesia*. 15(6): 228–238.
- Fontana, D. C., de Paula, S., Torres, A. G., de Souza, V. H. M., Pascholati, S. F., Schmidt, D., & Neto, D. D. (2021). Endophytic fungi: Biological control

- and induced resistance to phytopathogens and abiotic stresses. *Phatogens*. 10(5): 1-28.
- Gandjar, I., Sjamsuridzal, W., dan Oetari, A. 2006. *Mikologi Dasar dan Terapan*. Jakarta : Yayasan Obor Indonesia.xii+242 hlm.
- Gandjar, I., Samson, R., Vermeulen, K., Oetari, A., Santoso, I. 2001. *Pengenalan Kapang Tropik Umum*. Yayasan Obor Indonesia: Jakarta. 135hlm.
- Gao, FK, Dai, CC & Liu, XZ 2010, Mechanisms of fungal endophytes in plant protection against pathogens. *African Journal of Microbiology Research* 4:1346–1351.
- Hadiwiyono H, Sari K, Poromarto SH. 2020. Yields losses caused by basal plate rot (*Fusarium oxysporum* f. sp. cepae) in some shallot varieties. *Journal of Sustainable Agriculture*. 35(2):8.
- Halwiyah N, Ferniah RS, Raharjo B dan Purwantisan S. 2019. Uji Antagonisme Jamur Patogen *Fusarium solani* Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Cabai dengan Menggunakan *Beauveria bassiana* Secara In Vitro. *Jurnal Akademika Biologi*. 8(2): 8-17.
- Hapalainen M, Latvala S, Kuivainen E, Qiu Y, Segerstedt M, Hannukkala AO. 2016. *Fusarium oxysporum*, *F. proliferatum* and *F. redolens* associated with basal rot of onion in Finland. *Plant Pathology*. 65(8):1310-1320. doi:10.1111/ppa.12521.
- Harni, R., Amaria, W., & Efi Taufiq. 2015. Isolasi dan Seleksi Jamur Endofit Asal Tanaman Kakao sebagai Agens Hayati *Phytophthora palmivora*. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*. 3(1): 141-150.
- Hasari, S., Temaja, I., Sudiarta, I., Wirya, G. 2018. Efektivitas *Trichoderma* sp yang Ditambahkan Pada Kompos Daun Untuk Pengendalian Penyakit Layu Fusarium pada Tanaman Stroberi (*Fragaria* sp.) di Desa Pancasari Kabupaten Buleleng. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 7(3): 437-446.
- Hikmawati., Auliah, M., Ramlah., Fitrianti. 2020. Identifikasi Cendawan Penyebab Penyakit Moler Pada Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) di Kabupaten Enrekang. *Jurnal Ilmu Pertanian*. 5(2): 83-85.
- Izzatinnisa, U. Utami, dan A. Mujahidin. 2020. Uji Antagonisme Beberapa Fungi Endofit pada Tanaman Kentang Terhadap *Fusarium oxysporum* secara In Vitro. *Jurnal Riset Biologi dan Aplikasinya*. 2(1): 18-25.

- Kang, S., Demers, J., Rep, M., Jimenez, M. 2014. *Fusarium oxysporum*. *Genomics of Plant Associated Fungi and Oomycetes*.
- Karim A, Rahmiati dan Fauziah I. Isolasi dan Uji Antagonis *Trichoderma* Terhadap *Fusarium oxysporum* Secara In Vitro. *Jurnal Biosains*. 6(1): 18-22.
- Khaterine, R.S. dan Kasiamdari. 2015. Identifikasi dan Uji Patogenisitas *Fusarium* sp. penyebab penyakit busuk pucuk pada angrek bulan (*Phalaenopsis* sp.) *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan an Biologi*. 510–517.
- Kurnia, A. Pinem, M.I., dan Oemry, S. 2014. Penggunaan Jamur Endofit untuk Mengendalikan *Fusarium oxysporum* f.sp. *capsici* dan *Alternaria solani* secara *in Vitro*. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 2(4): 1596-1606.
- Komariah, D. dan Alex, H. 2016. Variasi Morfologi Kabau (*Archidendron bubalinum*) dan Pemanfaatannya di Sumatera. *Floribunda*. 5(5): 157-164.
- Komalaningrat, D., Tondok, E., Widodo. 2018. Identitas Spesies *Botrytis* pada Tanaman Holtikultura di Jawa Barat Indonesia. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 14(6): 205-214.
- Larkin, P dan Fravel, D. 2007. Effect of Varying Environmental Conditions on Biological Control *Fusarium* Wilt of Tomato by Nonpatogenic *Fusarium* spp. *American Phytopathological Society Publications*.
- Liarzi, O., Bar, E., Lewinsohn, E., & Ezra, D. 2016. Use of the endophytic fungus *daldinia* cf. *concentrica* and its volatiles as bio-control agents. *PLoS ONE*. 11(12).
- Li Hua., Yong, C., Zhanquan, Z., Boqiang, L., Guozheng, Q. 2018. Pathogenic Mechanisms and Control Strategies of *Botrytis cinerea* Causing Post-Harvest decay in Fruits and Vegetables. *Food Quality and Safety*. 2(3): 111 -119.
- Lim, T.K. 2012. *Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants*. London New York: Springer Science and Business Media. xii+1100 hlm.
- Masta, N. 2020. *Scanning Electron Microscopy*. Jakarta : Buku Materi Pembelajaran SEM Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Kristen Indonesia. xii+256hlm.
- Mokhtari, W., Chtania, N., Halmschalager, E. 2017. Potential Antagonism of Some *Trichoderma* strain Isolated From Marocan Soil Against Three

Phytopatogenic Fungi of Great Economic Importance. *Rev.Maar.Sci.Agro.* 5(3): 248-254.

- Mondani L, Chiusa G, Battilani P. 2021. Fungi associated with garlic during the cropping season, with focus on *Fusarium proliferatum* and *F. oxysporum*. *Plant Health Progress.* 22(1):37-46. doi:10.1094/php-06-20-0054-rs.
- Moreira, C., Lourdes, G., Soriano, B., Cavicchioli, R. 2020. Leishmanicidal, cytotoxic, antimicrobial and enzymatic activities of *Diaporthe* species, a magrove-isolated endophytic fungus. *African Journal of Microbiology Research.* 14(9): 516-524.
- Muslim, A. 2019. *Pengendalian Hayati Patogen Tanaman dengan Mikroorganisme Antagonis.* Palembang: Unsri Press. xi+230 hlm.
- Nesic, K., Ivanovic, S., Nesic, V. 2014. Fusarial Toxins Secondary Metabolites of Fusarium Fungi. *Rev Environ Contam Toxicol.* 228: 101-20.
- Ngazizah, F., Ekowati, N., Septiana, T. 2016. Potensi Daun Trembilungan sebagai Antibakteri dan Antifungi. *Biosfera.* 33(3): 126-133.
- Ningrum, R., Sipriyadi., Nursa'adah, E. 2021. Potensi Pemanfaatan Kulit Buah Kabau (*Archidendron bubalinum*) sebagai Antifungi *Candida albicans* ATCC 10231. *Journal of Tropical Biology.* 9(2): 115-120.
- Ningsih, H., Hastuti, U., Listyorini, D. 2016. Kajian Antagonis *Trichoderma* spp. Terhadap *Fusarium solani* Penyebab Penyakit Layu pada Daun Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) secara In Vitro. *Proceeding Biology Education Conference.* 13(1): 814-817.
- Nurulita, Y., Yuharmen., Nenci, N., Mellani, A., Nugroho, T. 2020. Metabolit Sekunder Sekresi Jamur *Penicillium* spp. Isolat Tanah Gambut Riau sebagai Antijamur *Candida albicans*. *Chimica et Natuna.* 8(3): 133-143.
- Nurbaya., Kuswinanti, T., Baharuddin., Rosmana, A., Millang, S. 2014. Uji Kecepatan Pertumbuhan *Fusarium spp.* Pada Media Organik dan Media Sintesis. *Jurnal Bionature.* 15(1): 45-53.
- Nurainas, N., Amolia R.R, Taufiq,A., Handika, H., Syamsuardi, S. 2020. Flora of Sumatra : Vascular Plant Collection from Batang Toru Forest Deposited in ANDA Herbarium. Version 1.26. Herbarium of Andalas University. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/ue7xyn> accessed via GBIF.org on 2022-08-05. <https://www.gbif.org/occurrence/2433349798>.

- Ngatimin, S., Ratnawati., Syamsia. 2019. *Penyakit Benih dan Teknik Pengendaliannya*. Yogyakarta: LeutikaPrio. viii+90 hlm.
- Nurnawati, E., Hary, W., Vivi, H.S., Maulida, H., Eka, A., Siti, A., dan Nina, T. Potency of Endophytic Fungi from *Nauclea orientalis* L. as antioxidant producer. *Berkala Penelitian Hayati*. 27(1):34-40.
- Pit, J.I and Ailsa, D.H. 2009. *Third Edition : Fungi and Food Spoilage*. New York : Springer Dordrecht Heidelberg. xv +519 hlm.
- Pinaria,A. 2020. *Jamur Fusarium yang Berasosiasi dengan Penyakit Busuk Batang Vanili di Indonesia*. Manado : Unsrat Press. v+139 hlm.
- Penelitian, B., Pemanis, T., Serat, D., Raya, J., & Pos, K. K. 2013. Pemanfaatan Endofit Sebagai Agensia Pengendali Hayati Hama dan Penyakit Tanaman The use of Endophytes as Biocontrol Agents for Pests of Crops Titiek Yulianti. In Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri (Vol. 5, Issue 1).
- Petrasch, S., Silva, C., Mesquida, S., Gallegos, K. 2019. Infection Strategies Deployed by *Botrytis cinerea*, *Fusarium acuminatum*, *Rhizopus stolonifer* as a Function of Tomato Fruit Ripening Stange. *Frontiers in Plant Science*. 10(223): 1-17.
- Porras-Alfaro A & Bayman P.2011. Hidden Fungi, Emergent Properties: Endophytes and Microbiomes. *Annual Review of Phytopathology*. 49(1): 291-315
- Rahmawati, F., Kurniaty, L., Bintang, M. 2019. Skrinning Golongan Senyawa Aktif dan Analisis Toksisitas Ekstrak Biji Kabau. *Jurnal Ilmiah WIDYA Kesehatan dan Lingkungan*. 1(2): 153 - 158.s
- Ratnasari, J.D., Isnawati, dan Ratnasari, E. 2014. Uji Antagonis Cendawan Agens Hayati terhadap Cendawan *Cercospora musae* Penyebab Penyakit Sigatoka Secara In Vitro. *LenteraBio*. 3(2), 129-135.
- Rajulu, M., Lai, L., Murali, T., 2014. Several Fungi from fire-prone forest of southern India can utilize furaldehyds. *Mycol Progress*.13 : 992.
- Rusae, A., Metboki, B., & Atini, B. 2018. The Antagonist Power of Endofit Mushroom *Rhizoctonia* sp the Cause of Spoiled Root Disease of Zorgum (*Sorgum bicolor* L.) in Vitro Manner. 2, 198–204.
- Roka Aji, O., Kumala Sari, A. 2022. Isolasi dan Uji Aktivitas Antagonisme Jamur Endofit Tanaman Pisang *Musa paradisiaca* L.) terhadap *Fusarium oxysporum*. *Bioscientist Jurnal Ilmiah Biologi*. 10(1), 10–17.

- Rollando. 2019. *Senyawa Antibakteri dari Fungi Endofit*. Malang : CV. Seribu Bintang. iii+94 hlm.
- Safitri, N., Martina, A., Roza, R. 2019. Uji Antagonis Cendawan Isolat Lokal Riau Terhadap Beberapa Cendawan Patogen Pada Tanaman Budidaya. *Al-kaunyah Jurnal Biologi*. 12(2):124-132.
- Samantha, C., Hyde, K., Suwannarach, N., Elgorban, A. 2022. Endophytic Fungi Associated with Coffee Leaves in China Exhibited in Vitro Antagonism against Fungal and Bacterial Pathogens. *Journal of Fungi*. 8(698): 1 -21.
- Samson, R. A., Ellen S. H., and Jens C.F. 2004. *Introduction to Food and Airborne Fungi*. The Netherlands : Centraalbureau voor schimmelcultures. vi+389.
- Sanjaya, P N., Wirya, S A., Phabiola, T., Winantara. 2019. Isolasi dan Seleksi Bakteri Antagonis sebagai Alternatif Pengendalian Penyakit Layu Stroberi, *Jurnal Agroteknologi Tropika*. 8(2): 252-261.
- Santos, P. J. C. dos, Savi, D. C., Gomes, R. R., Goulin, E. H., da Costa Senkiv, C., Tanaka, F. A. O., Almeida, Á. M. R., Galli-Terasawa, L., Kava, V., & Glienke, C. 2016. *Diaporthe endophytica* and *D. terebinthifolii* from medicinal plants for biological control of *Phyllosticta citricarpa*. *Microbiological Research*. 186–187, 153–160.
- Saravanakumar, K., Yu, C., Dou, K., Wang, M., Li, Y., and Chen, J. 2015. Synergistic effect of Trichoderma-derived antifungal metabolites and cell wall degrading enzymes on enhanced biocontrol of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum*. *Biological Control*. 94: 37-46.
- Sari, N. 2020. Review of Endophytic Fungi as Biocontrol Agents Against Plant Pathogen. *Gontor AGROTECH Science Journal*. 6(1), 55.
- Schoffen, R dan Orlandelli, R. 2020. Evaluation of *Trichoderma atroviride* Endophytes with Growth-promoting Activities on Tomato Plants and Antagonistic Action on *Fusarium oxysporum*. *CIENCIA NATURA*. 1-20.
- Selim, K. 2012. Biology of Endophytic Fungi. *Current Research in Environmental & Applied Mycology*, 2(1), 31–82.
- Semangun. 2013. *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press. x+754hlm.
- Siddiqui, IA & Shaukat, SS 2003, Endophytic bacteria: Prospects and opportunities for the biological control of plant-parasitic nematodes, *Nematol. Medit*. 31:111–120.

- Simamora, A. v., Hahuly, M. v., & Henuk, J. B. 2021. Endophytic fungi as potential biocontrol agents of *Phytophthora palmivora* in the cocoa plant. *Biodiversitas*, 22(5), 2601–2609.
- Sintayehu A, Sakhuja P, Fininsa C, Ahmed S. 2011. Management of fusarium basal rot (*Fusarium oxysporum* f. sp. cepae) on shallot through fungicidal bulb treatment. *Crop Protection*. 30(5):560-565.
- Sharma, G., Pandey, R. 2010. Influence of Culture Media on Growth Colony Character and Sporulation of Fungi Isolated From Decaying Vegetabel Wates. *Journal of yeast and fungal research*. 1(8): 157-164.
- Smith S. 2007. An overview of ecological and habitat aspects in the genus fusarium with special emphasis on the soil-borne pathogenic forms. hlm. 97-120 in Plant Pathol Bull. USA.
- Sopialena. 2018. *Pengendalian Hayati dengan Memberdayakan Potensi Mikroba*. Samarinda : Mulawarman University Press. xvii+98 hlm.
- Suciatmih., Antonius,S., Hidayat, I., Sulistyarini. 2014. Isolasi, Identifikasi dan Evaluasi Antagonisme Terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (Foc) Secara In Vitro dari Jamur Endofit Tanaman Pisang. *Berita Biologi Puslit Biologi LIPI*. 13(1): 71-82.
- Sudantha, M dan Abadi, A. L. 2007. Identifikasi Jamur Endofit dan Mekanisme Antagonismenya terhadap Jamur *Fusarium oxysporum*. f. sp. *Vanillae* pada Tanaman Vanili. *Agroteksoks*. 17(1): 23 - 28.
- Suhartina., Febby, E.F., Kandou., Marina, F.O., dan Singkoh. 2018. Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit pada Tumbuhan Paku *Asplenium nidus*. *Jurnal MIPA Unsrat*.7(2) : 24-28.
- Sunarmi. 2010. Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit dari Akar Tanaman Kentang sebagai Anti Jamur (*Fusarium* sp, *Pythophthora infectans*) dan Antibakteri (*Ralstonia solanacearum*). *Skripsi*. UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Sunarwati D & Yoza. 2010. Kemampuan *Trichoderma* dan *Penicillium* dalam Menghambat Pertumbuhan Cendawan Penyebab Penyakit Busuk Akar Durian (*Phytophthora palmivora*) secara In Vitro. Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika. *Seminar Nasional Program dan Strategi Pengembangan Buah Nusantara*. Solok. 10 November 2-10. Hal. 176-89.

- Sundari, A., Khotimah, S., Linda, R. 2014. Daya Antagonis Jamur *Trichoderma* sp. Terhadap *Diplodia* sp. Penyebab Busuk Batang Jeruk Siam (*Citrus nobilis*). *Protobiont*. 3(2): 106-110.
- Supriyadi, A., I. Rochdjatun dan S. Djauhari, 2013. Kejadian penyakit pada tanaman bawang merah yang dibudidayakan secara vertikultur di Sidoarjo. *Jurnal HPT*. 1(3) September 2013: 27 – 40.
- Supyani, Poromarto, S. H., Supriyadi, & Hadiwiyono. 2021. Moler Disease of Shallot in the Last Three Years at Brebes Central Java: The Intensity and Resulting Yields Losses is Increasing. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 810(1).
- Suryadi, Y dan Kadir, T. 2005. Pengamatan Infeksi Jamur Patogen Serangga *Metarhizium anisopliae* (Metsch.Sorokin) Pada Wereng Coklat. *Berita Biologi*. 8(6): 501-506.
- Sutejo, A.M., Priyatmojo, A., dan Wibowo, A. 2008. Identifikasi Morfologi . Beberapa Spesies Jamur Fusarium. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 14(1): 7-13.
- Taurisia, P., Proborini, M., Nuhantoro, I. 2015. Pengaruh Media Terhadap Pertumbuhan dan Biomassa Cendawan *Alternaria alternata*. *Jurnal Biologi FMIPA Universitas Udayana*. 19(1): 30-33.
- Tondare, V. N., Villarrubia, J. S., & Vladár, A. E. 2017. Three-Dimensional (3D) Nanometrology Based on Scanning Electron Microscope (SEM) Stereophotogrammetry. *Microscopy and Microanalysis*, 23(5), 967–977. 12521.
- Trigiano, R. N., Windham, M. T., & Windham, A. S. (2008). *Plant pathology: Concepts and laboratory exercises* (p. 558). Second Edition. New York: CRC Press.
- Wahyuni, S. 2017. Identifikasi Jamur Endofit Asal Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) dalam Menghambat *Xanthomonas albilineans* L. Penyebab Penyakit Vaskular Bakteri. *Jurnal Agrotek Lestari*. 4(2): 1-9.
- Waluyo. 2004. Pengembangan *Trichoderma harzianum* sebagai Bahan Pengendalian Penyakit Tanaman. *Makalah Pelatihan Dinas Perkebunan Yogyakarta*.
- Wardoyo, E.R.P., Widya, A., Rahmawati., dan Hasan, A.O. 2020. Aktivitas Antifungi Asap Cair dari Tandan Kosong *Elaeis guineensis* jacq terhadap *Colletotrichum* sp. (Wa2). *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia*. 7(2): 271-279.

- Webster, J dan Roland, W.S.W. 2007. *Introtuction To Fungi*. Cambridge : Cambridge University Press. xiii +817 hlm.
- Widyawati, A. (2008). *Bacillus* sp. Asal Rhiosfer Kedelai yang Berpotensi sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman dan Biokontrol Fungi Patogen Akar. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor.
- Willia, W., Islah, H., Dwi,R. 2012. Eksplorasi Cendawan Endofit dari Tanaman Padi sebagai Agens Pemacu Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Bioplantae*. 1(4): 299-304.
- Yan Wang, B., Bin Yang, Y., Qiong Yang. 2020. Inducing Secondary Metabolite Production from *Daldainia eschscholzii* JC-15 by Red Ginseng Medium. *Natural Product Research*. 34(21).
- Yulianti, T. 2013. Pemanfaatan Endofit Sebagai Agensia Pengendali Hayati Hama dan Penyakit Tanaman. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat Minyak Industri*. 5(1) : 40-49.