

**KEMAMPUAN ANTAGONISME FUNGI ENDOFIT
BUAH KABAU (*Archidendron bubalinum* (Jack) I.C. Nielsen)
TERHADAP *Colletotrichum capsici* IPBCC 13.1098**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat mendapatkan Gelar Sarjana Sains di Jurusan
Biologi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya

Oleh :

ANGGI SANDRA

08041381924091



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

2023

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Kemampuan Antagonis Fungi Endofit Buah Kabau
(*Archidendron bubalinum* (Jack) I.C. Nielsen) terhadap
Colletrothicum capisici IPBCC. 13.1098

Nama Mahasiswa : Anggi Sandra

NIM : 08041381924091

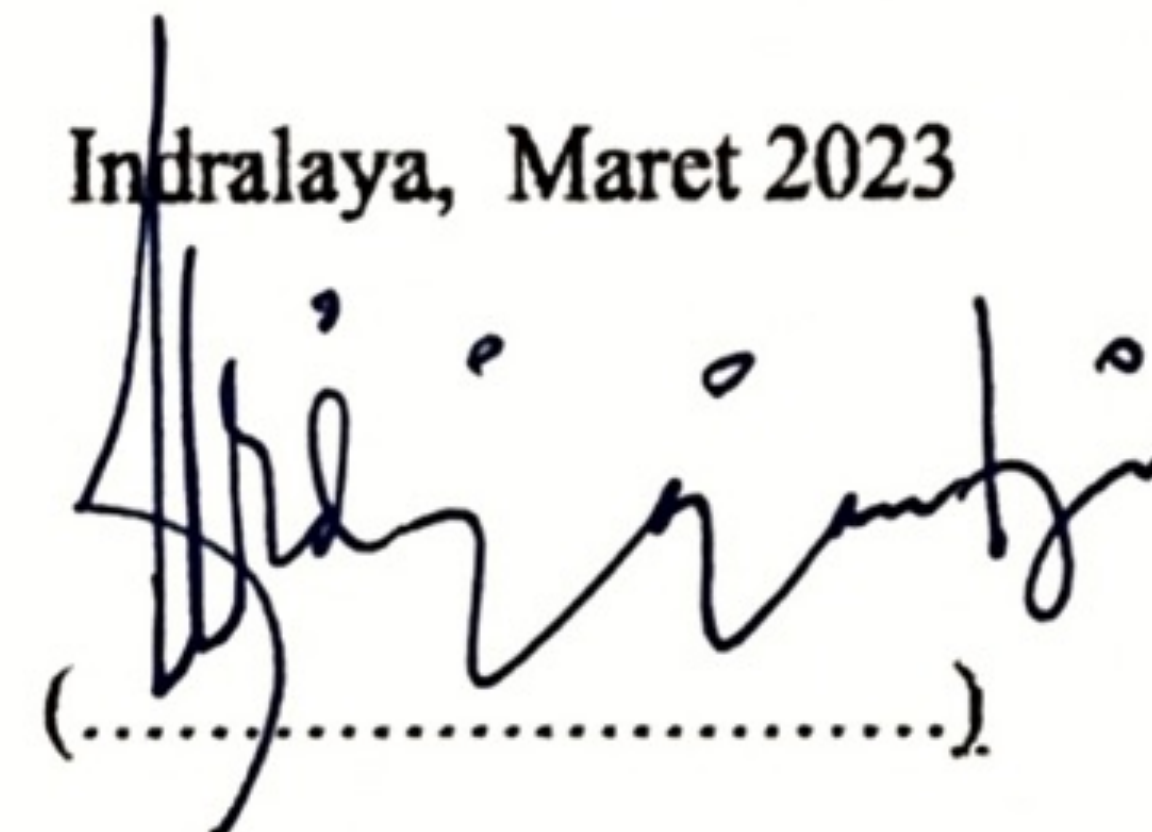
Jurusan : Biologi

Telah disetujui untuk disidangkan pada tanggal 27 Maret 2023

Pembimbing:

1. Dr. Hary Widjajanti, M.Si
NIP. 196112121987102001

Indralaya, Maret 2023



(.....)

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Kemampuan Antagonis Fungi Endofit Buah Kabau
(*Archidendron bubalinum* (Jack) I.C. Nielsen) terhadap
Colletrothicum capisici IPBCC. 13.1098

Nama Mahasiswa : Anggi Sandra

NIM : 08041381924091

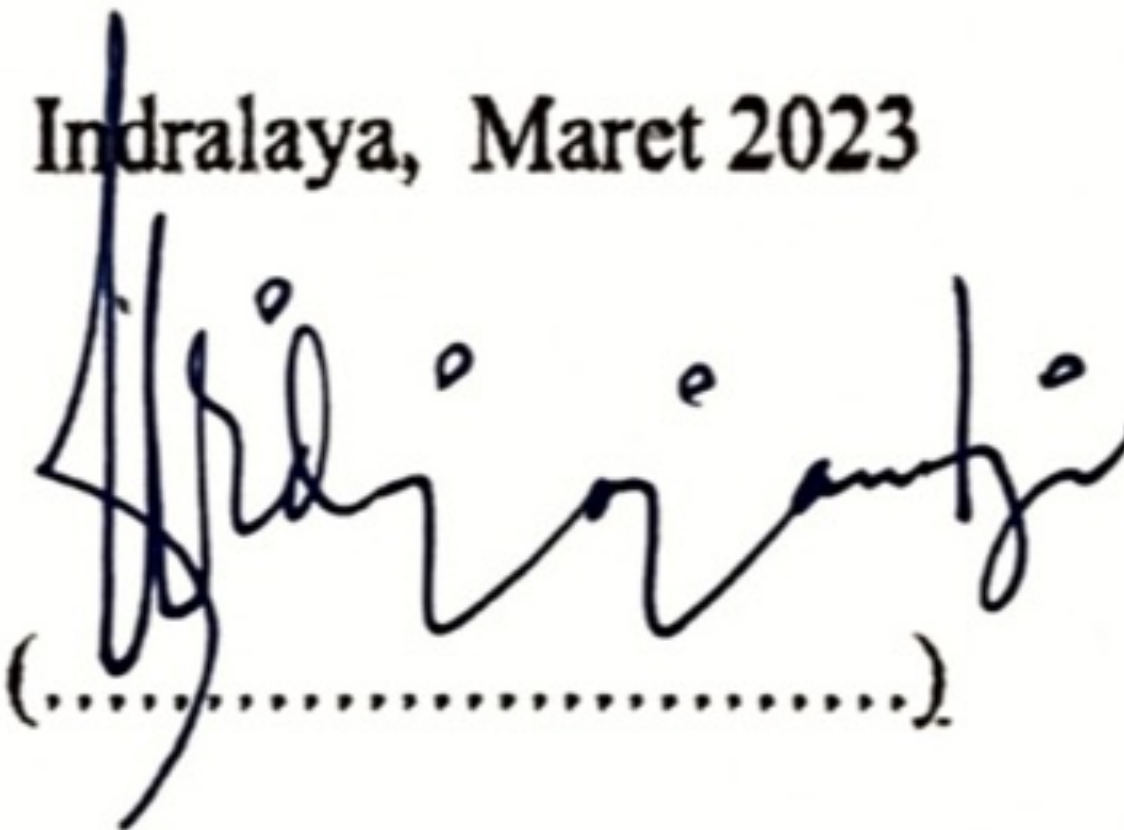
Jurusan : Biologi

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
masukaj panitia sidang ujian skripsi.

Indralaya, Maret 2023

Ketua:

1. Dr. Hary Widjajanti, M.Si
NIP. 196112121987102001



(.....)

Anggota:

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

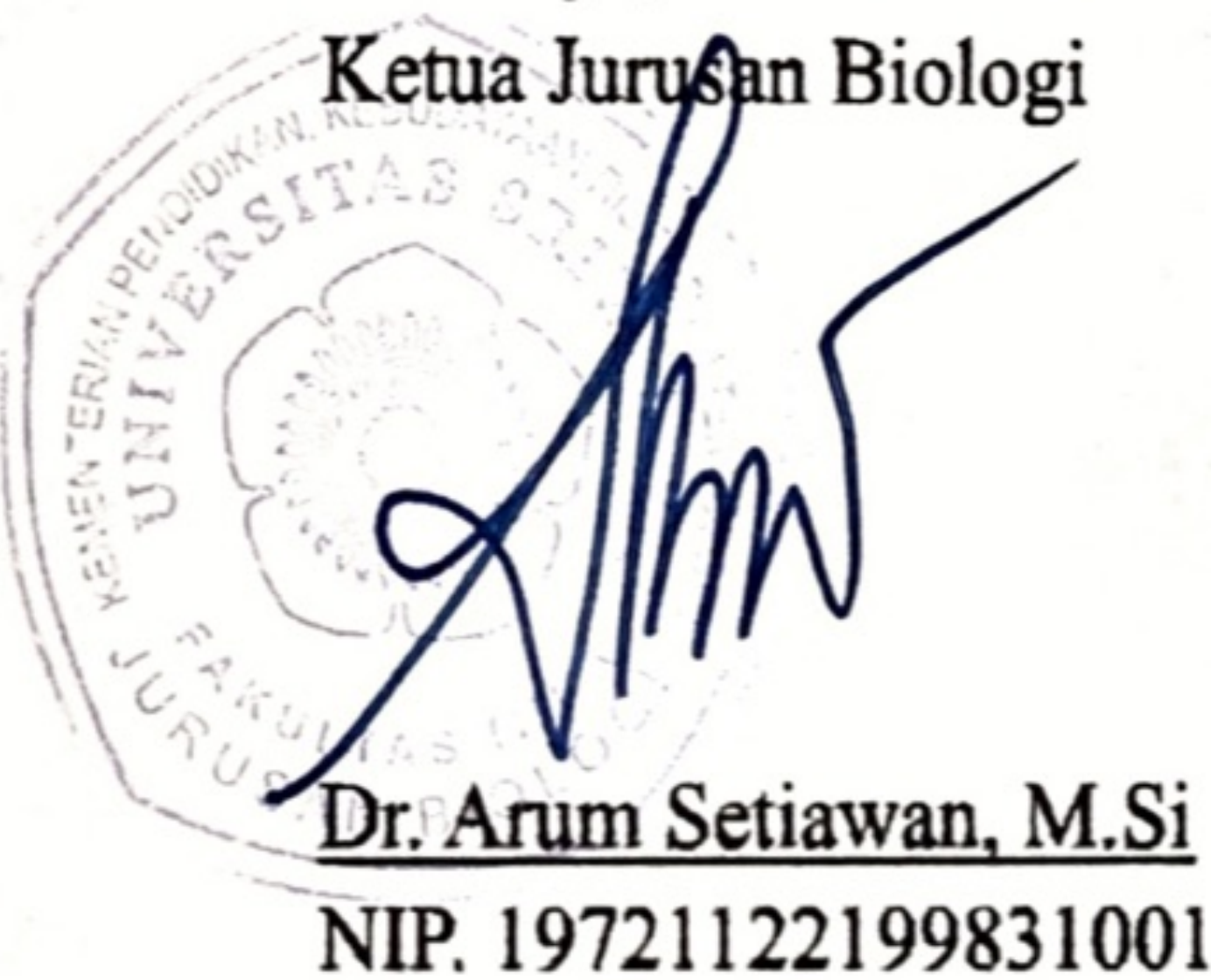

(.....)

3. Dr. Salni, M.Si
NIP. 19730726199702001


(.....)

Indralaya, Maret 2023

Ketua Jurusan Biologi


Dr. Arum Setiawan, M.Si
NIP. 19721122199831001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Anggi Sandra
NIM : 08041381924091
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,



Anggi Sandra
NIM. 08041381924091

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama Mahasiswa : Anggi Sandra
NIM : 08041381924091
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:

“Kemampuan Antagonisme Fungi Endofit Buah Kabau (*Archidendron bubalinum* (Jack) I.C. Nielsen) Terhadap *Colletrotrichum capsici* IPBCC 13.1098”.

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
Penulis,



Anggi Sandra
NIM. 08041381924091

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا ۗ لَهَا مَا كَسَبَتْ
وَعَلَيْهَا مَا اكْتَسَبَتْ

Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya. Dia mendapat (pahala) dari (kebaikan) yang dikerjakannya dan dia mendapat (siksa) dari (kejahatan) yang diperbuatnya.

(Q.S. Al-Baqarah : 286)

Kupersembahkan karya ini untuk:

- ❖ ***Allah SWT dan Agamaku***
- ❖ ***Ayah, Ibu, Nenek dan Wak Ibu yang selalu memberikan do'a, semangat dan dukungan sampai saat ini dan nanti***
- ❖ ***Ayuk dan Adik-adik-ku (Shintiya Frisilia,S.Ak., Luka Karnova Kadalora, Adelia Sabila, Fernando, dan Gibran) yang selalu memberikan semangat***
- ❖ ***Pembimbing tugas akhir, ibu Dr. Hary Widjajanti, M.Si yang selalu memberikan dukungan, bimbingan dan semangat***
- ❖ ***Seluruh rekan-ku Biologi 2019 dan seluruh keluarga besar biologi***
- ❖ ***Almamater-ku***

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Kemampuan Antagonisme Fungi Endofit Buah Kabau (*Archidendron bubalinum* (Jack) I.C. Nielsen) Terhadap *Colletrotrichum capsici* IPBCC 13.1098”. Ucapan terima kasih tidak lupa saya berikan kepada kedua orang tua saya Irwin dan Endang Ernawati 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 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 selama penulis menjadi mahasiswa di jurusan biologi.
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 turut membimbing serta mengarahkan penulis dalam melakukan penelitian.
8. Kak Agus Wahyudi, S.Si selaku Analis Laboratorium Genetika & Bioteknologi sekaligus kakak yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama proses penelitian.
9. Hanindita AP selaku rekan satu topik penelitian yang selalu menemani dan membantu penulis selama jalannya penelitian.
10. Defania, Handini, Risma, Dina, Jenuin, Rininta, Tasya, Niluh, dan Jihan selaku sahabat dekat sekaligus anggota TMTB yang selalu memberi semangat, motivasi, bantuan kepada penulis serta senantiasa menemani dan menghibur sejak awal perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir.
11. Rischa, Rijal, Titus, Putri, Shaumi, Lulu, Hilya, Yunis, Dhila, Aldila, Fifi, Sabel, Ria, Vera, Veni, Ica, Ayu, Radhel, Dhika, Uut, dan Kakdev selaku teman dekat banyak memberikan dukungan dan bantuan selama perkuliahan.
12. Tim Penelitian Mikrobiologi dan Molekuler serta Seluruh rekan seperjuangan Biologi angkatan 2019 yang selalu memberikan dukungan dan bantuan selama perkuliahan.
13. M. Alana selaku sahabat dekat yang selalu memberi semangat, motivasi, bantuan kepada penulis serta senantiasa menemani dan menghibur sejak SMA hingga penyelesaian studi saya di jurusan Biologi.
14. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah berjasa kepada 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

**KEMAMPUAN ANTAGONISME FUNGI ENDOFIT BUAH KABAU
(*Archidendron bubalinum* (Jack) I.C. Nielsen) TERHADAP
Colletotrichum capsici IPBCC 13.1098**

**Anggi Sandra
08041381924091**

RINGKASAN

Salah satu kendala dalam budi daya cabai merah ialah penyakit Antraknosa atau busuk buah telah banyak dilaporkan sebagai salah satu penyakit yang sering menyerang pertanaman cabai merah. Upaya pengendalian dan pencegahan *Colletotrichum capsici* penyebab penyakit antraknosa biasanya menggunakan pestisida sintetik, karena beberapa efek buruk yang timbul karena penggunaan bahan kimia penegdali hama dan penyakit, maka alternatif yang dapat digunakan selain mengurangi efek samping dan hemat biaya dengan menggunakan agen pengendali hayati menggunakan beberapa mikroorganisme. Penelitian ini penting untuk dilakukan pengamatan secara mikroskopis dengan menggunakan *Scanning Electron Microscop* (SEM) untuk mengetahui potensi fungi endofit buah kabau (*Archidendron bubalinum* (Jack) I.C. Nielsen) sebagai agen biokontrol (*Colletotrichum capsici*) penyebab penyakit antraknosa. Dibutuhkan alternatif dengan menggunakan fungi endofit buah kabau (*Archidendron bubalinum* (Jack) L.C. Nielsen) untuk mengetahui kemampuan antagonisme fungi endofit buah kabau. Penelitian ini dilaksanakan 1 September 2022 sampai dengan 1 Februari 2023 di Laboratorium Mikrobiologi, Laboratorium Genetika dan Bioteknologi, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Indralaya. Tahapan penelitian terdiri dari pembuatan medium, sterilisasi alat bahan, perbanyakan fungi endofit, uji antagonis fungi endofit buah kabau, persentase daya hambat, pengamatan mekanisme mikroskopis menggunakan mikroskop cahaya dan *Scanning Electrone Microscope* (SEM), karakterisasi isolat fungi endofit buah kabau dan identifikasi. Didapatkan 7 isolat fungi endofit buah kabau yang mempunyai kemampuan menghambat pertumbuhan fungi *Colletotrichum capsici* IPBCC 13. 1098 yang memiliki persentase hambatan berbeda kisaran 8,33% - 70,58%, 1 isolat persentase hambatan lemah, 5 isolat persentase hambatan sedang dan 1 isolat persentase hambatan kuat. Akibat aktivitas antagonis fungi endofit buah kabau menyebabkan terjadinya mekanisme pertahanan seperti kompetisi, antibiosis dan mikoparasitisme juga mengakibatkan abnormalitas bentuk hifa, seperti terjadinya lisis, pembengkakan hifa dan hifa saling melilit. Isolat KBM₁J₁ diidentifikasi sebagai *Botrytis*, isolat BKT₁J₁ diidentifikasi sebagai *Culvularia* dan isolat KBT₁J₁ diidentifikasi sebagai *Fusarium*.

Kata Kunci: Fungi endofit, Buah kabau, *Colletotrichum capsici*, Antagonis.

**ANTAGONISM ABILITY ENDHOPYTIC FUNGI OF KABAU
(*Archidendron bubalinum* (Jack) I.C. Nielsen) FRUIT AGAINTS
Colletrichum capsici IPBCC 13.1098**

**Anggi Sandra
08041381924091**

SUMMARY

One of the obstacles in the cultivation of red chili is anthracnose disease or fruit rot which has been widely reported as one of the diseases that often attacks red chili cultivation. Efforts to control and prevent *Colletotrichum capsici* the cause of anthracnose disease usually use synthetic pesticides, due to some of the adverse effects that arise due to the use of pest and disease control chemicals, alternatives that can be used besides reducing side effects and saving costs by using biological control agents using several microorganisms. This research is important for microscopic observation using a *Scanning Electron Microscope* (SEM) to determine the potential of the endophytic fungus of kabau fruit (*Archidendron bubalinum* (Jack) I.C. Nielsen) as a biocontrol agent *Colletotrichum capsici* that causes anthracnose. An alternative is needed by using kabau fruit endophytic fungi (*Archidendron bubalinum* (Jack) L.C. Nielsen) to determine the antagonistic ability of kabau fruit endophytic fungi. This research was conducted from 1 September 2022 to 1 February 2023 at the Microbiology Laboratory, Genetics and Biotechnology Laboratory, Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University, Indralaya. The stages of the research consisted of making media, sterilizing material tools, propagating endophytic fungi, antagonistic test of kabau fruit endophytic fungi, inhibition proportions, observing microscopic mechanisms using a light microscope and *Scanning Electrone Microscope* (SEM), characterization of kabau fruit endophytic fungi isolates and assistance. Seven isolates of kabau fruit endophytic fungus were found which had the ability to inhibit the growth of *Colletotrichum capsici* IPBCC 13.1098 which had different proportions of inhibition ranging from 8.33% - 70.58%, 1 isolate of weak inhibition, 5 isolates of moderate inhibition and 1 isolate of moderate inhibition. strong. As a result of the antagonistic activity of the endophytic fungi of the kabau fruit, the occurrence of defense mechanisms such as competition, antibiosis and mycoparasitism also results in abnormalities in the shape of the hyphae, such as lysis, swelling of the hyphae and hyphae twisting. KBM₁J₁ isolates were identified as *Botrytis*, BKT₁J₁ isolates were identified as *Culvularia* and KBT₁J₁ isolates were identified as *Fusarium*.

Keywords: Endophytic Fungi, Kabau Fruit, *Colletrotichum capsici*, Antagonists.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
SUMMARY.....	ix
RINGKASAN.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Penyakit Antraknosa.....	6
2.2. Fungi Endofit.....	10
2.3. Pengendalian Hayati (<i>Biological Control</i>).....	11
2.4. Fungi Sebagai Agen Biokontrol.....	13
2.5. Mekanisme Fungi Endofit Sebagai Agen Biokontrol.....	14
2.6. Kabau (<i>Archidendron bubalinum</i> (Jack) I.C. Nielsen).....	15
2.7. <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	17
BAB III METODE PENELITIAN.....	21
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	21
3.2. Alat dan Bahan.....	21
3.3. Cara Kerja.....	22
3.3.1. Pembuatan Medium.....	22

3.3.2. Sterilisasi Alat.....	22
3.3.3. Perbanyak Fungi <i>Colletotrichum capsici</i> dan Fungi Endofit <i>Archidendron bubalinum</i> (Jack) I.C. Nielsen	23
3.3.4. Uji Antagonis Fungi Endofit Buah Kabau (<i>Archidendron bubalinum</i> (Jack) I. C. Nielsen) terhadap <i>Colletotrichum capsici</i> ...	23
3.3.4.1.Persentase Daya Hambat.....	25
3.3.5. Pengamatan Mekanisme Antagonis Menggunakan Mikroskop Cahaya.....	25
3.3.6. Pengamatan Mekanisme Antagonis Menggunakan <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM) di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu (LPPT) Universitas Gajah Mada.....	26
3.3.7. Karakterisasi isolat Fungi Endofit Buah Kabau (<i>Archidendron bubalinum</i> (Jack) I. C. Nielsen) yang berpotensi kuat menghambat <i>Colletotrichum capsici</i>	27
3.3.7.1.Karakterisasi Morfologi Isolat Fungi Endofit Secara Makroskopis.....	27
3.3.7.2.Karakterisasi Morfologi Isolat Fungi Endofit Secara Mikroskopis.....	28
3.3.8. Identifikasi isolat Fungi Endofit Buah Kabau (<i>Archidendron bubalinum</i> (Jack) I. C. Nielsen) yang berpotensi kuat menghambat <i>Colletotrichum capsici</i>	29
3.3.9. Variabel Pengamatan.....	29
3.3.10. Penyajian Data.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1. Uji Antagonisme Antara Isolat Fungi Endofit Buah Kabau Dengan <i>Colletotrichum capsici</i>	30
4.2. Pengamatan Makroskopis dan Mikroskopis Mekanisme Antagonis Isolat Fungi Endofit Buah Kabau Dengan <i>Colletotrichum capsici</i>	33
4.3. Karakterisasi dan Identifikasi Fungi Endofit Buah Kabau yang Berpotensi Menghambat Pertumbuhan <i>Colletotrichum capsici</i>	42
4.3.1. Isolat KBM ₁ J ₁	42
4.3.2. Isolat BKT ₁ J ₁	45

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1. Kesimpulan.....	49
5.2. Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	61
BIODATA PENULIS	67

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1.	Persentase penghambatan pertumbuhan fungi endofit buah kabau terhadap <i>Colletotrichum capsici</i> IPBCC 13.1098 dengan metode <i>dual culture</i>	30
Tabel 4.2.	Karakteristik Makroskopis Fungi Endofit Buah Kabau (<i>Archidendron bubalinum</i> (Jack) L.C. Nielsen) Isolat KBM ₁ J ₁ inkubasi 7 hari.....	42
Tabel 4.3.	Karakteristik Mikroskopis Fungi Endofit Buah Kabau (<i>Archidendron bubalinum</i> (Jack) L.C. Nielsen) Isolat KBM ₁ J ₁ inkubasi 7 hari.....	43
Tabel 4.4.	Karakteristik Makroskopis Fungi Endofit Buah Kabau (<i>Archidendron bubalinum</i> (Jack) L.C. Nielsen) Isolat BKT ₁ J ₁ inkubasi 7 hari.....	46
Tabel 4.5.	Karakteristik Mikroskopis Fungi Endofit Buah Kabau (<i>Archidendron bubalinum</i> (Jack) L.C. Nielsen) Isolat KBM ₁ J ₁ inkubasi 7 hari.....	47

- Gambar 4.4 Hasil uji antagonisme isolat fungi endofit buah kabau yang berpotensi menghambat pertumbuhan *Colletotrichum capsici* hari ke-2, 4, 8, dan 12 di medium PDA secara *dual culture*38
- Gambar 4.5 Pengamatan mekanisme mikroskopis antagonisme isolat fungi endofit buah kabau terhadap *Colletotrichum capsici* IPBCC 13.1098 menggunakan mikroskop cahaya perbesaran 100x. **(K4)** KBM₁J₂ dan *C.capsici*, **(K5)** KBM₄J₁ dan *C.capsici*, **(K6)** *Fusarium* sp dan *C.capsici* dan **(K7)** BKT₁J₁ dan *C.capsici*.....39
- Gambar 4.6 Pengamatan mekanisme mikroskopis antagonisme isolat fungi endofit buah kabau terhadap *Colletotrichum capsici* IPBCC 13.1098 menggunakan *Scanning Electrone Microscope* perbesaran 1000x. **(K4)** KBM₁J₂ dan *C.capsici*, **(K5)** *Diaporthe* sp dan *C.capsici*, **(K6)** *Daldinia* sp dan *C.capsici* dan **(K7)** BKT₁J₁ dan *C.capsici*40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Komposisi Medium.....	61
Lampiran 2.	Kemampuan Antagonisme Isolat Fungi Endofit Buah Kabau Terhadap <i>Colletotrichum capsici</i> IPBCC 13. 1098.....	62
Lampiran 3.	Data Pengukuran Jari-jari Koloni <i>Colletotrichum capsica</i> IPBCC 13. 1098 pada <i>Dual Culture</i>	63

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu kendala dalam budi daya cabai merah ialah penyakit Antraknosa atau busuk buah telah banyak dilaporkan sebagai salah satu penyakit yang sering menyerang pertanaman cabai merah (Sari dan Kasiamdari, 2021). Membudidayakan cabai sering kali mengalami kendala penyakit antraknosa yang disebabkan oleh jamur patogen *Colletotrichum capsici*, dari serangan penyakit tersebut dapat menurunkan produktivitas tanaman cabai baik dari segi kualitas maupun kuantitas (Marsuni, 2020).

Penyakit antraknosa dicirikan dengan adanya bercak coklat kehitaman pada permukaan buah yang selanjutnya meluas menjadi busuk lunak, pada bagian tengah bercak terdapat kumpulan titik -titik hitam yang terdiri dari sekelompok seta dan konidia jamur (Widya *et al.*, 2019). Gejala penyakit diawali timbulnya bercak-bercak coklat kehitaman yang kemudian meluas menjadi busuk lunak, di bagian tengah terdapat kumpulan titik-titik hitam, menyebabkan seluruh buah mengering dan mengeriput (Marsuni, 2020).

Upaya pengendalian dan pencegahan *Colletotrichum capsici* penyebab penyakit antraknosa biasanya menggunakan pestisida sintetik, karena beberapa efek buruk yang timbul karena penggunaan bahan kimia penegdali hama dan penyakit, maka alternatif yang dapat digunakan selain mengurangi efek samping dan hemat biaya dengan mengguankan agen pengendali hayati mengguankan beberapa mikroorganisme (Ekefan *et al.*, 2009).

Alternatif penggunaan bahan kimia pertanian adalah penggunaan agen pengendalian hayati, yang digambarkan sebagai efektif dan biopestisida dan pupuk hayati yang ramah lingkungan. Efek biokontrol terkait dengan sifat antagonis terhadap patogen dengan mengaktifkan satu atau lebih mekanisme seperti kompetisi ruang, dan nutrisi, mikoparasitisme (kontak fisik dan sintesis enzim hidrolitik), antibiosis (produksi toksik metabolit), pemacu pertumbuhan, dan stimulasi pertahanan tanaman (Díaz-Gutiérrez *et al.*, 2021).

Mikroorganisme sebagai agen biokontrol melindungi inang dari kerusakan oleh patogen melalui tindakan yang berbeda dengan menyebabkan resistensi atau peningkatan resistensi utama terhadap infeksi yang disebabkan patogen dalam jaringan inang tanpa langsung berinteraksi antagonis dengan patogen yang menyerang (Pieterse *et al.*, 2014).

Fungi endofit merupakan sekelompok komunitas jamur terkait inang yang menarik yang mengkolonisasi ruang antar sel atau intraseluler jaringan inang, memberikan efek menguntungkan bagi inangnya sambil mendapatkan keuntungan. Dalam beberapa dekade terakhir, akumulasi penelitian tentang jamur endofit telah mengungkapkan keanekaragaman hayati mereka, distribusi ekologis yang luas, dan interaksi multidimensi dengan tanaman inang dan mikrobioma lainnya dalam rangkaian simbiosis (Kohl, 2019).

Beberapa penelitian menunjukkan keberhasilan penggunaan fungi endofit sebagai agen biokontrol terhadap fungi patogen tumbuhan secara *in-vitro*. Berdasarkan penelitian Kusumawardani *et al.* (2015) berhasil mengisolasi 25 isolat fungi endofit dari tumbuhan lada dan mampu menghambat pertumbuhan

Phytophthora capsici melalui 3 mekanisme antagonis, yaitu kompetisi, parasitisme dan antibiosis sebesar 27,57% sampai dengan 61,83%.

Hasil penelitian Dwiindriani (2021), yang mengisolasi fungsi endofit dari buah kabau (*Archidendron bubalinum* (Jack) L.C. Nielsen) didapatkan 7 isolat meliputi BKT_{1J1}, KBT_{1J1}, KBT_{1J2}, KBT_{3J1}, KBM_{1J1}, KBM_{1J2} dan KBM_{4J1} dengan 3 isolat yang memiliki senyawa antibakteri potensi tinggi terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Stapylococcus aureus*.

Tiga isolat berpotensi yaitu fungi endofit KBT_{1J1}, teridentifikasi sebagai *Fusarium* sp, Hasil penelitian Bao *et al.* (2004) dimana lebih dari 200 strain *Fusarium* non-patogen berbeda yang diisolasi dari lahan tomat mampu memberikan biokontrol pada tomat, meskipun pada berbagai tingkatan. Sejumlah penyakit yang disebabkan oomycetes juga dapat ditekan oleh *Fusarium*. Misalnya, Fo47 dilaporkan mengurangi kejadian penyakit yang disebabkan oleh *Pythium oligandrum* pada tomat (Le Floch *et al.*, 2009), *Pythium ultimum* pada mentimun (Benhamou *et al.*, 2002) dan *Phytophthora capsici* pada lada (Veloso dan Díaz, 2012).

Isolat KBT_{1J2} teridentifikasi sebagai *Daldinia* sp. Hasil penelitian Liarzi *et al.* (2016), *Daldinia cf. concentrica* ditemukan menunjukkan aktivitas antimikroba melawan *Aspergillus niger* yang dapat menghambat serangan dari *A.niger* pada kacang tanah. dan isolat KBM_{4J1} teridentifikasi sebagai *Diaporthe* sp. Menurut Hilário *et al.*(2022), Genus *Diaporthe* terdiri dari patogen tanaman dan endofit yang dapat menghasilkan sumber metabolit sekunder. Selain itu, spesies *Diaporthe* endofit juga dilaporkan sebagai penghasil senyawa antimikroba untuk mengendalikan patogen tanaman, dan sebagai agen yang menjanjikan dalam

pengembangan pupuk hayati untuk mendorong pertumbuhan tanaman. Spesies *Diaporthe* sebagai agen biokontrol, dan sebagai sumber untuk pengembangan antimikroba.

Biji tumbuhan kabau dilaporkan mengandung golongan senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai antibakteri dan antioksidan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Rahmawati *et al.*, (2020), ekstrak biji kabau mengandung senyawa flavonoid, saponin dan tanin. Uji fitokimia kulit ari biji kabau dilakukan oleh Irawan *et al.*, (2018), menunjukkan hasil bahwa ekstrak kulit ari biji kabau positif mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, tanin, tenol, saponin dan terpenoid. Penelitian ini penting untuk dilakukan pengamatan secara mikroskopis dengan menggunakan *Scanning Electron Microscop* (SEM) untuk mengetahui potensi fungsi endofit buah kabau (*Archidendron bubalinum* (Jack) I.C. Nielsen) sebagai agen biokontrol (*Colletotrichum capsici*) penyebab penyakit antraknosa.

1.2. Rumusan Masalah

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

1. Apakah fungsi endofit buah kabau berpotensi menghambat pertumbuhan *Colletotrichum capsici* ?
2. Bagaimana mekanisme penghambatan fungsi endofit buah kabau terhadap *Colletotrichum capsici* penyebab penyakit antraknosa ?
3. Bagaimana identitas fungsi endofit buah kabau yang berpotensi kuat dalam menghambat pertumbuhan *Colletotrichum capsici* ?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka penelitian ini bertujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui fungi endofit buah kabau (*Archidendron bubalinum* (Jack) I.C. Nielsen) yang berpotensi menghambat pertumbuhan fungi *Colletotrichum capsici*.
2. Mengetahui mekanisme penghambatan fungi endofit buah kabau (*Archidendron bubalinum* (Jack) I.C. Nielsen) terhadap *Colletotrichum capsici*.
3. Mengetahui karakteristik dan identitas isolat fungi endofit buah kabau (*Archidendron bubalinum* (Jack) I.C. Nielsen) yang berpotensi kuat dalam menghambat pertumbuhan *Colletotrichum capsici*.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat untuk memberikan informasi ilmiah mengenai potensi isolat fungi endofit buah kabau (*Archidendron bubalinum*(Jack) I.C. Nielsen) dalam menghambat pertumbuhan fungi patogen *Colletotrichum capsici* penyebab penyakit antraknosa dan memberikan informasi mengenai mekanisme penghambatan fungi endofit buah kabau (*Archidendron bubalinum* (Jack) I.C. Nielsen) terhadap *Colletotrichum capsici*.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhtar, J., Singh, B., Kandan, A., Kumar, P., dan Dubey, S. C. 2017. Status of Colletotrichum species infecting chilli germplasm processed for patogen-free conservation in national gene bank, India. *Bangladesh Journal of Botany*, 46(2), 631-637.
- Alamsyah, A. Z., dan Ali, M. 2019. Antagonicity of some endophytic fungus isolates of red chili plant against Colletotrichum capsici and their ability to control anthracnose disease on red chili fruit. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 8(1), 1-9.
- Ariyono, R.Q., Djauhari, S., dan Sulistyowati, L. 2014. Keanekaragaman Jamur Endofit Daun Kangkung Darat (*Ipomoea reptans* Poir) pada Lahan Pertanian Organik dan Konvensional. *Jurnal HPT*. 2(1): 19-28.
- Arunachalam, C., dan Gayathri, P. 2010. Studies on bioprospecting of endophytic bacteria from the medicinal plant of *Andrographis paniculata* for their antimicrobial activity and antibiotic susceptibility pattern. *Int J Curr Pharm Res*, 2(4), 63-68.
- Aziziy, M. H., Tobing, O. L., dan Mulyaningsih, Y. 2020. Studi serangan antraknosa pada pertumbuhan cabai merah (*Capsicum annuum* L.) setelah aplikasi larutan daun mimba dan mol bonggol pisang. *Jurnal Agronida* : 22-24.
- Bao, J., Fravel, D., Lazarovits, G., Chellemi, D., Van Berkum, P., dan O Neill, N. 2004. Biocontrol genotypes of *Fusarium oxysporum* from tomato fields in Florida. *Phytoparasitica*, 32(1), 9-20.
- Bazin, D., Boudierlique, E., Daudon, M., Frochot, V., Haymann, J. P., Letavernier, E., dan Weil, R. 2022. Scanning electron microscopy—a powerful imaging technique for the clinician. *Comptes Rendus. Chimie*, 25(S1), 37-60.
- Benhamou, N., Garand, C., dan Goulet, A. 2002. Ability of nonpathogenic *Fusarium oxysporum* strain Fo47 to induce resistance against *Pythium ultimum* infection in cucumber. *Applied and Environmental Microbiology*, 68(8), 4044-4060.

- Berlian, I., B. Setyawan dan H. Hadi. 2013. Mekanisme antagonisme *Trichoderma* sp. terhadap beberapa patogen tular tanah. *Jurnal Warta Perkaretan*. 32(2):74-82.
- Chairunnisa AS, Aceng R, Zamzaili. 2015. Isolasi lektin biji kabau (*Archidendron microcarpum*) sebagai antifungi serta implementasinya pada pembelajaran Koba menggunakan modul. *Jurnal Pendidikan IPA Universitas Bengkulu* 2(3): 1-9.
- Chen, P. H., Chen, R. Y., dan Chou, J. Y. 2018. Screening and evaluation of yeast antagonists for biological control of *Botrytis cinerea* on strawberry fruits. *Mycobiology*, 46(1), 33-46.
- Cunha KC da, Sutton DA, Fothergill AW, Gené J, Cano J, et al. 2013. In vitro antifungal susceptibility and molecular identity of 99 clinical isolates of the opportunistic fungal genus *Curvularia*. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease* 76(1): 168–174.
- de Haan, K., Ballard, Z. S., Rivenson, Y., Wu, Y., dan Ozcan, A. 2019. Resolution enhancement in scanning electron microscopy using deep learning. *Scientific reports*, 9(1), 1-7.
- De Lamo, F. J., dan Takken, F. L. 2020. Biocontrol by *Fusarium oxysporum* using endophyte-mediated resistance. *Frontiers in Plant Science*, 11, 37.
- Díaz-Gutiérrez, C., Arroyave, C., Llugany, M., Poschenrieder, C., Martos, S., dan Peláez, C. 2021. *Trichoderma asperellum* as a preventive and curative agent to control *Fusarium* wilt in *Stevia rebaudiana*. *Biological Control*, 155 (104-537), 1-11.
- Djafaruddin. 2008. *Dasar-dasar Pengendalian Penyakit Tanaman*. Jakarta : Bumi Aksara. Ix+271hlm.
- Ekefan, E. J., Jama, A., dan Gowen, S. R. 2009. Potential of *Trichoderma harzianum* isolates in biocontrol of *Colletotrichum capsici* causing anthracnose of pepper (*Capsicum* spp.) in Nigeria. *Journal of applied biosciences*, 20, 1138-1145.

- Faizah, A. R. 2017. *Potensi Antagonis Jamur Dari Endofit Daun Jagung Terhadap Helminthosporium turcicum* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Faraknimella, T. L., Bara, R., Wowor, P. M., dan Posangi, J. 2015. Uji Efek Antibakteri Jamur Endofit Akar Tumbuhan Bakau (*Sonneratia alba*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichiae coli. e-Biomedik*, 3(3) : 785-788.
- Fatmawati, U. 2015. Actinomycet: Mikroorganisme Potensial untuk Pengembangan PGPR dan Biokontrol Hayati di Indonesia. *Seminar Nasional Pendidikan Biologi FKIP UNS 2015*. 885 – 891.
- Ferreira A. P. S, D. B. Pinho, A.R. Machado, dan O.L. Pereira. 2014. First Report of *Curvularia eragrostidis* Causing Postharvests Rot on Pineapple in Brazil. Phitopatologia Department in Federal de Vicosa University. Vicosa. Minas Gerais. Brazil.
- Fety, Khotimah, S, dan Mukarlina, 2015, Uji Antagonis Jamur Rizosfer Isolat Lokal terhadap *Phytophthora* sp. yang Diisolasi dari Batang Langsung (*Lansium domesticum* Corr.), *Protobiont*,4(1): 218-225.
- Fety, Siti, K. dan Mukarlina. 2015. Uji Antagonis Jamur Rizosfer Isolat Lokal terhadap *Phytophthora* sp. Yang Diisolasi dari Batang Langsung (*lansium domesticum* Corr.). *Protobiont*, 4(1) : 218-225.
- Gao, F. K., Chuan, C. D., dan Xiao, Z. L. 2010. Mechanisms of Fungal Endophytes in Plant Protection Against Patogen s. *African Journal of Microbiology Research* 4(13): 1346 – 1351.
- Griffin, B. J. 2011. A comparison of conventional Everhart-Thornley style and in-lens secondary electron detectorsa further variable in scanning electron microscopy. *Scanning*, 33(3), 162-173.
- Hamidson H, Suwandi, dan Effendy T.A. 2018. Penyakit antraknosa (*Colletotrichum* spp.) pada tanaman cabai di Kabupaten Ogan Ilir. Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2018. Palembang: Unsri Press.

- Hanudin dan Budi, M. 2012. Prospek Penggunaan Mikroba Antagonis Sebagai Agens Pengendali Hayati Penyakit Utama Pada Tanaman Hias dan Sayuran. *Jurnal Litbang Pertanian*. 3(1) : 8-13.
- Harni, R., Amaria, W., Khaerati, K., dan Taufiq, E. 2016. Isolasi dan Seleksi Jamur Endofit Asal Tanaman Kakao Sebagai Agens Hayati *Phytophthora palmivora* Butl. *J. TIDP*, 3(3), 141-150.
- Harni, R., W. Amaria, Kaerati, dan E. Taufiq. 2015. Isolasi dan Seleksi Jamur Endofit Asal Tumbuhan Kakao Sebagai Agns Hayati *Phytophthora palmivora* Butl. *J. TIDP*, 3(3) : 141-150.
- Hasiani, V. V., Ahmad, I., dan Rijai, L. 2015. Isolasi jamur endofit dan produksi metabolit sekunder antioksidan dari daun pacar (*Lawsonia inermis* L.). *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 1(4) :146-153.
- Hastuti, U.S., Siti, A dan Ahmad, N. 2013. Daya Antagonisme *Trichoderma* spp. Terhadap Beberapa Spesies Kapang Patogen Rhizosfer Tanah Pertanian Kedelai. *Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS*, 10(2) : 1-6.
- Hilário, S., dan Gonçalves, M. F. 2022. Endophytic Diaporthe as Promising Leads for the Development of Biopesticides and Biofertilizers for a Sustainable Agriculture. *Microorganisms*, 10(12), 2453.
- Hutabalian, M., Mukhtar, I.P., dan Syharial, O. 2015 Uji Antagonisme Jamur Saprofit dan Endofit dari Tanaman Pisang terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubens* di Laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 3(2): 687-695.
- Hutabalian, M., Pinem, M. I., dan Oemry, S. 2015. Uji Antagonisme Beberapa Jamur Saprofit Dan Endofit Dari Tanaman Pisang Terhadap *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubens* di laboratorium. *AGROEKOTEKNOLOGI*, 3(2), 687-695.
- Ibadillah, A., Alfita, R., dan Laksono, D. T. 2021. Hotplace Magnetic Stirrer Automatic Heat Control and Water Velocity Based on PID (*Proportional Integral Derivative*). *Procedia of Engineering and Life Science*, 1(1) 1-6.

- Indratmi, D. 2008. Mekanisme Penghambat *Colletotrichum gloeosporioides* Patogen Penyakit Antraknosa pada Cabai dengan Khamir *Debaryocyetes* sp. Jurusan Budidaya Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Muhammadiyah. Malang (1-20).
- Irawan, C., Sulistiawaty, L., dan Sukiman, M. 2018. Volatile compound analysis using GC-MS, phytochemical screening and antioxidant activities of the Husk of “Julang-Jaling”(Archidendron bubalinum (Jack) IC Nielsen) from Lampung, Indonesia. *Pharmacognosy Journal*, 10(1).
- 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.
- Kaaniche, F., Hamed, A., Abdel-Razek, A., Wibberg, D., Abdissa, N., Zendah el Euch, I., Allouche, N., Mellouli, L., Shaaban, M., Sewald, N. 2019. *Bioactive secondary metabolites from new endophytic fungus Curvularia. sp isolated from Rauwolfia macrophylla*.
- Kalman, B., Dekel, A., Shaul, G., Rafael, P-T., Yael, M.H., dan Ofir, D. 2020. Isolation and Identification of *Fusarium* spp., the Causal Agents of Onion (*Allium cepa*) Basal Rot in Northeastern Israel. *MDPI Journal*. 9(4):1-19.
- Karim, A., Rahmiati dan Fauziah, I. 2020. Isolasi dan Uji Antagonis *Trichoderma* Terhadap *Fusarium oxysporum* Secara In Vitro. *Jurnal Biosains*, 6(1) : 18-22.
- Köhl, J., Kolnaar, R., dan Ravensberg, W. J. 2019. Mode of action of microbial biological control agents against plant diseases: relevance beyond efficacy. *Frontiers in plant science*, 845.
- Komalaningrat, D. A., Tondok, E. T. dan Widodo. 2018. Identifikasi Spesies *Botrytis* pada Tanaman Hortikultura Di Jawa Barat, Indonesia. *Jurnal Fitopatologi*. 14(6): 205-214.
- Kumala, S. 2014. *Mikroba Endofit: Pemanfaatan Mikroba Endofit dalam Bidang Farmasi*. Jakarta : ISFI. vi+145hlm.

- Kuncoro, H., dan Sugijanto, N. E. 2011. Jamur Endofit, Biodiversitas, Potensi Dan Prospek Penggunaannya Sebagai Sumber Bahan Obat Baru. *Journal of Tropical Pharmacy and Chemistry*, 1(3) : 247-262.
- Kusumawardani, Y., Sulistyowati, L., dan Cholil, A. 2015. Potensi antagonis jamur endofit pada tanaman lada (*Piper nigrum* L.) terhadap jamur *Phytophthora capsici* Leionian penyebab penyakit busuk pangkal batang. *Jurnal Hama Penyakit Tumbuhan*, 3(1), 21-29.
- Le Floch, G., Vallance, J., Benhamou, N., dan Rey, P. 2009. Combining the oomycete *Pythium oligandrum* with two other antagonistic fungi: Root relationships and tomato grey mold biocontrol. *Biological Control*, 50(3), 288-298.
- Liarzi, O., Bar, E., Lewinsohn, E., dan Ezra, D. 2016. Use of the endophytic fungus *Daldinia* cf. *concentrica* and its volatiles as bio-control agents. *PLoS One*, 11(12).
- Limtong, S., Into, P., dan Attarat, P. 2020. Biocontrol of rice seedling rot disease caused by *Curvularia lunata* and *Helminthosporium oryzae* by epiphytic yeasts from plant leaves. *Microorganisms*, 8(5), 647.
- Lubis, J.I., Yusriadi., dan Akhmad, R. 2018. Uji Daya Hambat *Trichoderma* spp. Isolat Kabupaten Kapuas Kalimantan Tengah Terhadap *Colletotrichum* spp. pada Cabai. *Jtam Agrotek* 1(2) : 71-75.
- Maharani, M. M., Ratnaningtyas, N. I., dan Priyanto, S. 2014. Penggunaan beberapa medium semisintetik untuk produksi miselium jamur maitake (*Grifola frondosa* (Dickson: Fr.) SF Gray) isolat Cianjur dan ekstrak kasarnya. *Scripta Biologica*, 1(1), 22-27.
- Marsuni, Y. 2020. Pencegahan Penyakit Antraknosa pada Cabai Besar (Lokal: Lombok Ganal) dengan Perlakuan Bibit Kombinasi Fungisida Nabati. In *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah* 5 (2) : 113-116.
- Melysa, Fajrin N, Suharjo, Astuti MED. 2013. Potensi *Trichoderma* sp. Sebagai Agen Pengendali *Fusarium* sp. Patogen Tanaman Strawberry (*Fragaria* sp.) Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika, Tlekung, Kota Batu.

- Mirzaei, S., Mohammadi Goltapeh, E., Shams-Bakhsh, M., Safaie, N., dan Chaichi, M. 2009. Genetic and phenotypic diversity among *Botrytis cinerea* isolates in Iran. *Journal of Phytopathology*, 157(7-8), 474-482.
- Mohammed, A., dan Abdullah, A. 2018. Scanning electron microscopy (SEM): A review. In *Proceedings of the 2018 International Conference on Hydraulics and Pneumatics—HERVEX, Băile Govora, Romania*, 7-9.
- Muharni dan Widjajanti, Hary. 2011. Skrining Bakteri Kitinolitik Antagonis Terhadap Pertumbuhan Jamur Akar Putih (*Rigidoporus lignosus*) dari Rizosfer Tanaman Karet. *Jurnal Penelitian Sains*, 14(1): 51-56.
- Muliani, Y., Krestini, E. H., dan Anwar, A. 2019. Uji Antagonis Agensia Hayati *Trichoderma* spp. Terhadap *Colletotricum capsici* Penyebab Penyakit Antraknosa Pada Tanaman Cabai Rawit *Capsicum frutescens* L. *AGROSCRIPT: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 1(1) : 41-50.
- Murdiyah, S. 2017. Fungi endofit pada berbagai tanaman berkhasiat obat di Kawasan Hutan Evergreen Taman Nasional Baluran dan potensi pengembangan sebagai petunjuk praktikum mata kuliah mikologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia* 3(1) : 64-71.
- Nazamudin. 2016. Uji fitokimia ekstrak tumbuhan kabau (*Archidendron bubalinum* (Jack.) I. C. Nielsen) dari Kecamatan Pondok Kelapa Kabupaten Bengkulu Tengah. Skripsi. Universitas Bengkulu. Fakultas MIPA.
- Ningrum, R. F., Sipriyadi, S., dan Nursa'adah, E. 2021. Potensi Pemanfaatan Kulit Buah Kabau (*Archidendron bubalinum*) sebagai Antifungi *Candida albicans* ATCC 10231. *Biotropika: Journal of Tropical Biology*, 9(2) : 115-116.
- Nurbaya., Tutik, K., Baharuddin., Ade, R., dan Syamsudin, M. 2014. Uji Kecepatan Pertumbuhan *Fusarium* Spp. Pada Media Organik dan Media Sintesis. *Jurnal Bionature*, 15(1): 45-53.
- Okta, F. N., Sukrasno, S., dan Anggadiredja, K. 2021. Immunostimulatory activity test of extract and isolation of the secondary metabolites of

cabai (*Archidendron Bubalinum*) fruit peel. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 12(2), 2691-2700.

- Pažoutová, S., Follert, S., dan Bitzer, J. 2013. A new endophytic insect-associated *Daldinia* species, recognised from a comparison of secondary metabolite profiles and molecular phylogeny. *Fungal Diversity*. **60**, 107–123.
- Pieterse, C. M. J., Zamioudis, C., Berendsen, R. L., Weller, D. M., Van Wees, S. C. M., dan Bakker, P. A. H. M. 2014. Induced systemic resistance by beneficial microbes. *Annu. Rev. Phytopathol.* **52**, 347–375.
- Pitt, J. I and Ailsa, D.H. 2009. Third Edition: Fungi and Food Spoilage. New York: Springer Dordrecht Heidelberg. xv+519hlm.
- Pratap, D. B., Nayak, B. K., Jena, R. K., dan Jena, P. K. 2020. Effect of different biological control agents on *Curvularia lunata* and *Colletotrichum*, causing grain discolouration of paddy. *International Journal of Agriculture and Environmental Research*, **6**(3), 506-511.
- Purwanti, D. 2017. Studi Antifungi Dari *Trichoderma Harzianum* Terhadap Fungi *Colletotrichum Capsici* Dan *Fusarium Oxysporum* Secara *In-Vitro* (Doctoral Dissertation, Universitas Muhammadiyah Purwokerto).
- Purwantini, I., Wahyono, W., Mustofa, M., dan Susidarti, R. A. The Effect Of Medium On Endophytic Fungus Ip-2 Growth And Production Of Its Active Inhibitor Heme Polymerization Metabolite. *Majalah Obat Tradisional*, **20**(1), 51-56.
- Putrie, R. F. W. 2015. Mikroba Endofitik Tanaman Primadona Yang Tak Kasat Mata. *Biotrends*, **6**(1), 9-13.
- Putro, N. S., Aini, L. Q., dan Abadi, A. L. 2014. Pengujian konsorsium mikroba antagonis untuk mengendalikan penyakit antraknosa pada cabai merah besar (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*, **2**(4), 44-53.

- Rahmawati, D. 2016. Kajian daya antagonisme *Trichoderma spp.* terhadap *Colletotrichum capsici* secara in vitro dan mekanisme antagonismenya. (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Malang).
- Rahmawati, D., Yanuarsih, N., dan Hastuti, U. S. 2018. Kajian Daya Antagonisme Kapang *Trichoderma spp.* terhadap *Colletotrichum capsici* dan *Erysiphe cichoracearum* Secara In Vitro. In *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, and Learning*, 15 (1) : 848-852.
- Rahmawati, F., Kurniaty, L., dan Bintang, M. 2020. Antioxidant potential and identification of active compounds on Kabau seed (*Archidendron bubalinum*) flesh and husk extract. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 23(3), 83-88.
- Respati, S. M. B. 2008. Macam-Macam Mikroskop dan Cara Penggunaan. *Majalah Ilmiah Momentum*, 4(2) : 42-44.
- Riga, R., Happyana, N., Quentmeier, A., Zammarelli, C., Kayser, O., dan Hakim, E. H. 2021. Secondary metabolites from Diaporthe lithocarpus isolated from Artocarpus heterophyllus. *Natural Product Research*, 35(14), 2324-2328.
- Rostini, N. 2012. *9 Strategi Bertanam Cabai Bebas Hama dan Penyakit*. Jakarta: Agromedia Pustaka. ix+98hlm.
- Saikkonen, K., Saari, S., dan Helander, M. 2010. Defensive mutualism between plants and endophytic fungi?. *Fungal Diversity*, 41(1), 101-113.
- Saimeto, E. N., S. Okoth, N.O. Amugune dan N.C. Chege. 2010. Antagonism of *Trichoderma farzianum* Isolate on Soil Borne Plant Patogenic Fungi from Embu District, Kenya. *Journals of yeast and Fungal research*, 1(3): 47-54.
- Salim, M.A. 2012. Pengaruh Antraknosa (*Colletotrichum capsici* dan *Colletotrichum acutatum*) Terhadap Respons Ketahanan Delapan Belas Genotipe Buah Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Biologi* 4(1) : 182-187.

- Sari dan R. S. Kasiamdari, Identifikasi dan Uji Patogenisitas *Colletotrichum* spp. dari Cabai Merah (*Capsicum annuum*): Kasus di Kricaan, Magelang, Jawa Tengah,” *J. Ilmu Pertan. Indonesia*. 26(2): 243–250.
- Sastrahidayat, I. R. 2014. *Peranan Mikroba Bagi Kesehatan Tanaman dan Kelestarian Lingkungan*. Malang : Universitas Brawijaya Press. v+189hlm.
- Shahi, S., Singh, H. K., Shukla, C. S., Deepak, D., dan Singh, S. K. 2020. The Biological Utilization Of Gaddi Sheep’s Milk Oligosachharides. *Journal of Critical Reviews*, 7(15), 2061-2068.
- Singh, Gavendra., Soam Prakash. 2012. Lethal Effects of *Aspergillus niger* against Mosquitoes Vector of Filaria, Malaria, and Dengue: A Liquid Mycoadulcicide. *The Scientific World Journal* 2012(53):603-984.
- Soenartiningih, A., Talanca., Juniarsih dan Yasin, H.G. (2008). Pengujian Beberapa Varietas Jagung Terhadap Penyakit Busuk Pelepah dan Bulai. Maros, Indoneisa: Balai Penelitian Tanaman Serealia.
- Soentoso, L., Endang, M., Ruth, F.R., dan Ratna, S.D. 2013. Uji Kesesuaian Empat Isolat *Trichoderma* spp. dan daya hambat In Vitro Terhadap Beberapa Patogen Tanaman. *Jurnal HPT Tropika*. 13(2) :117-123.
- Soesanto, L., Rokhlani, dan N. Prihatiningih. 2008. Penekanan Beberapa Mikroorganisme Antagonis terhadap Penyakit Layu Fusarium Gladiol. *Agrivita* 30: 75–83.
- Sudantha, I. M. dan A. L. Abadi. 2007. Identifikasi Jamur Endofit dan Mekanisme Antagonismenya terhadap Jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. *Vanilla* pada Tanaman Vanili. *Agroteksos*, 17(1): 23-38.
- 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.

- Sulistiyono, F. D., dan Mahyuni, S. 2019. Isolasi Dan Identifikasi Jamur Endofit Pada Umbi Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schoot). *Jurnal Sains Natural*, 9(2), 66-70.
- Sunarmi. 2010. Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit dari Akar dari Tanaman Kentang sebagai Anti Jamur (*Fusarium* sp, *Pytophthora infestans*) dan Antibakteri (*Ralstonia solanacarum*). *Skripsi*. UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Sutarman, S. 2017. Dasar-Dasar Ilmu Penyakit Tanaman. Siduarjo : Umsida Press.
- Suwardani, N. W., Purnomowati, P., dan Suciarto, E. T. 2014. Kajian Penyakit Yang Disebabkan Oleh Cendawan Pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) Di Pertanaman Rakyat Kabupaten Brebes. *Scr. Biol*, 1(3) : 223-226.
- Swandi, W., Ilmi, N., dan Rahim, I. 2018. Pertumbuhan Isolat Jamur Tiram (*Pleurotus* sp.) Pada Berbagai Media Tumbuh. *Jurnal SMIPT* 1(1) : 240-246.
- Syabana, M. A., dan Syafendra, Y. 2013. Pengendalian Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum capsici*) Pada Cabai Merah Dengan Beberapa Bakteri Sebagai Agen Biokontrol. *Jurnal Agroekoteknologi*, 5(1) : 33-44.
- Tasik, S., dan Widyastuti, S. M. 2015. Mekanisme Parasitisme *Trichoderma Harzianum* Terhadap *Fusarium Oxysporum* Pada Semai *Acacia Mangium*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 15(1), 72-80.
- Trigiano, R.N., Windham, M. T., dan Windham, A. S. 2008. *Plant Pathology: Concepts and Laboratory Exercises*. Second Edition. New York: CRC Press. vii+558 hlm.
- Trigiano, R.N., Windham, M.T., dan Windham, A.S. 2008. *Plant pathology: Concepts and Laboratory Exercises*. Second. Edition. New York: CRC Press: vii+558hlm.

- Veloso, J., and Diaz, J. 2012. *Fusarium oxysporum* Fo47 confers protection to pepper plants against *Verticillium dahliae* and *Phytophthora capsici*, and induces the expression of defense genes. *Plant Pathol*, 6(1), 281–288.
- Veronika, M., dan Linda, R. 2015. Jamur yang diisolasi dari Daun dan Batang Bergejala Sakit pada Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) di Kabupaten Sanggau. *Jurnal Protobiont*, 4(3) : 41-48.
- Walewangko, M. S., Posangi, J., dan Yamlean, P. V. 2019. Uji Efek Antibakteri Jamur Endofit Pada Tumbuhan Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) Pada Bakteri Uji *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Pharmacon*, 8(3) : 716-724.
- Widya Anggraeni., Elvi Rusmiyanto PW., Rahmawati. 2019. Isolasi dan Identifikasi Jamur Pada Buah Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) Yang Bergejala Antraknosa Dari Lahan Pertanian Di Dusun Jeruk. *Jurnal Protobiont*, 8(2) : 94-100.
- Wonglom, P., Suwannarach, N., Lumyong, S., Ito, S. I., Matsui, K., dan Sunpapao, A. 2019. *Streptomyces angustmyceticus* NR8-2 as a potential microorganism for the biological control of leaf spots of Brassica rapa subsp. pekinensis caused by *Colletotrichum* sp. and *Curvularia lunata*. *Biological Control*, 138, 104046.
- Yulia, E., Noor, I., Firri, W dan Hilda, S.U. 2017. Antagonisme *Trichoderma* spp. Terhadap Jamur *Rigidoporus lignosus* (Klotzsch) Imazeki dan Penekanan Penyakit Jamur Akar Putih pada Tanaman Karet. *Jurnal Agrikultura*, 28(1): 47-55.