

**FUNGI ENDOFIT DAUN MURBEI HITAM (*Morus nigra* L.)  
YANG BERPOTENSI SEBAGAI PENGHASIL SENYAWA  
ANTIOKSIDAN**

**SKRIPSI**

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

**Oleh :**

**SASTI PEBRY AYUNI**

**08041381823075**



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

**2022**

## HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Fungi Endofit Daun Murbei Hitam (*Morus nigra* L.) Yang Berpotensi Sebagai Penghasil Senyawa Antioksidan

Nama Mahasiswa : Sasti Pebry Ayuni

NIM : 08041381823075


Jurusan : Biologi

Telah disetujui untuk disidangkan pada tanggal 06 Juli 2022.

Indralaya, Juni 2022

Pembimbing :

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



(.....)

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

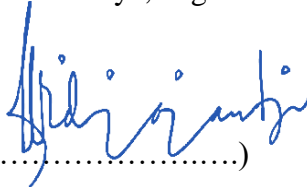
Judul Skripsi : Fungi Endofit Daun Murbei Hitam (*Morus nigra* L.) Yang Berpotensi Sebagai Penghasil Senyawa Antioksidan  
Nama Mahasiswa : Sasti Pebry Ayuni  
NIM : 08041381823075  
Jurusan : Biologi

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 06 Juli 2022. Dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai dengan masukan panitia sidang ujian skripsi.

Indralaya, Agustus 2022

Ketua :

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



(.....)

Anggota :

2. Dr. Elisa Nurnawati, M.Si  
NIP.197504272000122001
3. Dwi Hardestyariki, S.Si., M.Si  
NIP.198812112919122012
4. Dr. Laila Hanum, M.Si  
NIP.197308311998022001



(.....)  
(.....)  
(.....)

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Biologi



Dr. Arum Setiawan, M.Si  
NIP.197211221998031001

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama mahasiswa : Sasti Pebry Ayuni

NIM : 08041381823075

Fakultas/Jurusan : MIPA/Biologi

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya sendiri dan 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 ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.



Indralaya, Juni 2022  
Penulis,



Sasti Pebry Ayuni  
NIM.08041381823075

## **HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sasti Pebry Ayuni

NIM : 08041381823075

Fakultas/ Jurusan : MIPA/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 “Fungi Endofit Daun Murbei Hitam (*Morus nigra* L.) Yang Berpotensi Sebagai Penghasil Senyawa Antioksidan.”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, Juni 2022  
Penulis,



Sasti Pebry Ayuni  
NIM.08041381823075

## HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

*“Hanya kepada Allah aku mengadukan kesusahan dan kesedihanku.”  
(Quran 12:86).*

Biologi adalah **BIO**kan hidupmu dan **LOGI**kan impianmu!

### **Kupersembahkan skripsi ini untuk:**

- ♥ Allah S.W.T, Nabi Muhammad S.A.W dan Agamaku Islam.
- ♥ Keluargaku tercinta (Bapak, Ibu, Selvi, Nova dan Krisna) yang telah menjadi *support system* terbesar selama perkuliahan dan penelitian.
- ♥ Pembimbing skripsiku, Ibu Dr. Hary Widjajanti, M.Si yang telah bersedia mengantarku hingga menjadi sarjana.
- ♥ Teman seangkatanku, Bioers 2018.
- ♥ Almamaterku, Universitas Sriwijaya.

*Bagaimana mungkin engkau menjelaskan fenomena biologis yang sedemikian*

*penting seperti cinta pertama dalam pengertian kimia dan fisika?*

*- Albert Einstein*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Fungi Endofit Daun Murbei Hitam (*Morus nigra* L.) Yang Berpotensi Sebagai Penghasil Senyawa Antioksidan.”** sebagai syarat untuk memenuhi gelar Sarjana Sains di Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Terima kasih saya sampaikan kepada Dr. Hary Widjajanti, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, dukungan, dedikasi, nasihat dan ketulusannya selama pelaksanaan penelitian serta penulisan skripsi ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Dr. Elisa Nurnawati, M.Si dan Dwi Hardestyariki, S.Si, M.Si selaku dosen pembahas serta Dr. Laila Hanum, M.Si selaku dosen tamu yang telah memberikan saran dan arahan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lebih baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Hermansyah, S.Si, M.Si. Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
2. Dr. Arum Setiawan, M.Si selaku Ketua Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Sarno, M.Si selaku Sekretaris Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
4. Dr. Endri Junaidi, M.Si selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan nasihat selama proses perkuliahan.

5. Seluruh Dosen dan Staff Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
6. Rosmania, S.T selaku analis Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi yang membantu penulis selama proses penelitian di laboraorium.
7. Rekan-rekan seperjuanganku (Feby Oktavia, Dinda Sari, Alifia Anisya, Sarmila, Putri Dwindriani, Kak Yolanda Anbarsari, Putri Balqis dan Mail Maulana) yang telah membantu penulis selama proses penyusunan tugas akhir.
8. Sahabatku *Full Team* (Feby Oktavia, Nurul Masito, Shalsabilla Deyan Ayu Maharani dan Shindi Yunita) dan Dini Iman Sari yang selalu memberikan dukungan baik suka maupun duka selama proses perkuliahan.
9. *My Bestie Zoo* (Kak Agus Wahyudi, Feby Oktavia, Alifia Anisya, Dinda Sari dan Bening Fitri Rini) yang setia menjadi tempat curhat dan keluh kesahku.
10. Ayukku tersayang (Intan Mega Pratiwi) yang setia menjadi pendengar dan pemberi solusi terbaik dikala penulis memiliki masalah.
11. Seluruh rekan seangkatananku (Biologi 2018) serta pihak-pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh civitas akademik dan masyarakat umum. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, sehingga kritik dan saran terkait skripsi ini sangat dibutuhkan untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Indralaya, Juni 2022

Penulis



## **Endophytic Fungi of Black Mulberry Leaves (*Morus nigra* L.) which has the Potential as a Producer of Antioxidant Compounds**

**Sasti Pebry Ayuni**  
**NIM: 08041381823075**

### **RESUME**

The pattern of human life has changed along with the changing times that are increasingly developing. Irregular life patterns can result in the risk of various diseases that then form free radicals. This can be overcome by using chemical compounds in the form of antioxidants. One of the sources of bioactive compounds that are popular today can come from endophytic microbes, one of which is endophytic fungi. Endophytic fungi are fungi that live intracellularly in healthy plant tissue at a certain time which then induces the host to produce secondary metabolite compounds. Black mulberry leaves (*Morus nigra* L.) are known to have high antioxidant activity. This is due to the greater content of total phenol compounds compared to other *Morus* genera. This research was carried out from October 2021 to March 2022, located at the Microbiology Laboratory and the Genetics and Biotechnology Laboratory, Department of Biology, FMIPA, Sriwijaya University. The purpose of this study is to obtain endophytic fungi from black mulberry leaves (*Morus nigra* L.) which have the potential to produce antioxidant compounds. The stages of this study consist of isolation, purification, cultivation and extraction, qualitative tests using KLT, quantitative tests of antioxidant activity, KLT analysis and identification. The conclusion obtained from this study is that endophytic fungi are isolated from black mulberry leaves plant (*Morus nigra* L.) and have the potential to produce antioxidant compounds totaling 8 pure isolates. The antioxidant activity of DM<sub>2</sub>I<sub>2</sub> isolates is very strong with an IC<sub>50</sub> value of 44,85 µg/mL and is identified as *Penicillium* sp. and contains secondary metabolites of flavonoid compounds, terpenoids and phenols. DM<sub>3</sub>I<sub>1</sub> isolates with strong antioxidant criteria with an IC<sub>50</sub> value of 89,56 µg/mL and identified as *Aspergillus* section *Nigri* by containing secondary metabolites of flavonoid and phenol compounds. As well as DM<sub>7</sub>I<sub>1</sub> isolates with strong antioxidant criteria with an IC<sub>50</sub> value of 98,93 µg/mL and identified as *Botryodiplodia* sp. by containing secondary metabolites of flavonoid compounds and phenols.

**Keywords:** *Morus nigra* L., endophytic fungi, secondary metabolites, antioxidant, thin layer chromatography and IC<sub>50</sub> value

# **Fungi Endofit Daun Murbei Hitam (*Morus nigra* L.) yang Berpotensi Sebagai Penghasil Senyawa Antioksidan**

**Sasti Pebry Ayuni**  
**NIM: 08041381823075**

## **RINGKASAN**

Pola kehidupan manusia telah mengalami perubahan seiring dengan perubahan zaman yang semakin berkembang. Pola kehidupan yang tidak teratur dapat mengakibatkan resiko timbulnya berbagai macam penyakit yang kemudian membentuk radikal bebas. Hal ini dapat diatasi dengan menggunakan senyawa kimia berupa antioksidan. Salah satu sumber senyawa bioaktif yang populer saat ini dapat berasal dari mikroba endofit, salah satunya yakni fungi endofit. Fungi endofit merupakan fungi yang hidup secara intraseluler didalam jaringan tanaman sehat pada waktu tertentu yang kemudian menginduksi inang untuk menghasilkan senyawa metabolit sekunder. Daun murbei hitam (*Morus nigra* L.) diketahui memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi. Hal ini dikarenakan adanya kandungan senyawa fenol total yang lebih besar dibandingkan dengan genus *Morus* lainnya. Penelitian ini dilaksanakan pada Oktober 2021 sampai dengan Maret 2022, bertempat di Laboratorium Mikrobiologi dan Laboratorium Genetika dan Bioteknologi, Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Sriwijaya. Tujuan dari penelitian ini yakni untuk memperoleh fungi endofit dari tumbuhan daun murbei hitam (*Morus nigra* L.) yang berpotensi menghasilkan senyawa antioksidan. Tahapan dari penelitian ini terdiri dari isolasi, pemurnian, kultivasi dan ekstraksi, uji kualitatif menggunakan KLT, uji kuantitatif aktivitas antioksidan, analisis KLT dan identifikasi. Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah fungi endofit yang diisolasi dari tumbuhan daun murbei hitam (*Morus nigra* L.) dan berpotensi menghasilkan senyawa antioksidan berjumlah 8 isolat murni. Aktivitas antioksidan isolat DM<sub>2</sub>I<sub>2</sub> sangat kuat dengan nilai IC<sub>50</sub> yakni 44,85 µg/mL dan teridentifikasi sebagai *Penicillium* sp. dan mengandung metabolit sekunder senyawa flavonoid, terpenoid dan fenol. Isolat DM<sub>3</sub>I<sub>1</sub> dengan kriteria antioksidan kuat dengan nilai IC<sub>50</sub> 89,56 µg/mL dan teridentifikasi sebagai *Aspergillus section Nigri* dengan mengandung metabolit sekunder senyawa flavonoid dan fenol. Serta isolat DM<sub>7</sub>I<sub>1</sub> dengan kriteria antioksidan kuat dengan nilai IC<sub>50</sub> 98,93 µg/mL dan teridentifikasi sebagai *Botryodiplodia* sp. dengan mengandung metabolit sekunder senyawa flavonoid dan fenol.

**Kata Kunci:** *Morus nigra* L., fungi endofit, metabolit sekunder, antioksidan, kromatografi lapis tipis dan nilai IC<sub>50</sub>

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>RESUME.....</b>	<b>ix</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	4
1.4. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1. Tumbuhan Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) .....	5
2.1.1. Klasifikasi Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) .....	6
2.1.2. Metabolit Sekunder Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) .....	6
2.1.3. Manfaat Tumbuhan Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) .....	9
2.2. Mikroba Endofit .....	9
2.2.1. Fungi Endofit .....	10
2.3. Antioksidan .....	14
2.4. Uji Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH .....	15

<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>16</b>
3.1. Waktu dan Tempat .....	16
3.2. Alat dan Bahan .....	16
3.3. Cara Kerja .....	17
3.3.1. Pengambilan Sampel.....	17
3.3.2. Pembuatan Medium dan Sterilisasi Alat dan Bahan.....	17
3.3.3. Isolasi Fungi Endofit.....	18
3.3.4. Pemurnian Fungi Endofit.....	18
3.3.5. Kultivasi dan Ekstraksi Metabolit Sekunder Fungi Endofit.....	19
3.3.6. Uji Kualitatif Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Metabolit Sekunder Fungi Endofit menggunakan Kromatografi Lapis Tipis (KLT) .....	20
3.3.7. Uji Kuantitatif Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Metabolit Sekunder Fungi Endofit.....	21
3.3.8. Analisis Kromatografi Lapis Tipis Senyawa Metabolit Sekunder Fungi Endofit Daun Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) .....	22
3.3.9. Karakterisasi dan Identifikasi Fungi Endofit Daun Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) yang Berpotensi Sebagai Penghasil Senyawa Antioksidan .....	23
3.3.10. Variabel Pengamatan .....	24
3.3.11. Penyajian Data .....	24
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>25</b>
4.1. Isolasi dan Pemurnian Fungi Endofit Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) .....	25
4.2. Kultivasi Fungi dan Ekstraksi Metabolit Sekunder Fungi Endofit Daun Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) .....	27
4.3. Uji Kualitatif Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Metabolit Sekunder Fungi Endofit Daun Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) .....	29

4.4. Uji Kuantitatif Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Metabolit Sekunder Fungi Endofit Daun Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) .....	32
4.5. Analisis Kromatografi Lapis Tipis Senyawa Metabolit Sekunder Fungi Endofit Daun Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) .....	34
4.6. Karakterisasi dan Identifikasi Fungi Endofit Daun Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.).....	39
4.6.1. Karakterisasi dan Identifikasi Fungi Endofit Daun Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) Isolat DM <sub>2</sub> I <sub>2</sub> .....	39
4.6.2. Karakterisasi dan Identifikasi Fungi Endofit Daun Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) Isolat DM <sub>3</sub> I <sub>1</sub> .....	43
4.6.3. Karakterisasi dan Identifikasi Fungi Endofit Daun Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) Isolat DM <sub>7</sub> I <sub>1</sub> .....	46
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>50</b>
5.1. Kesimpulan .....	50
5.2. Saran.....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>52</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>64</b>

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 4.1. Keragaman Morfologi Isolat Murni Fungi Endofit Daun Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) .....	26
Tabel 4.2. Hasil Berat Ekstrak dan Biomassa Fungi Endofit Daun Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) .....	28
Tabel 4.3. Aktivitas Senyawa Antioksidan Ekstrak Metabolit Sekunder Isolat Fungi Endofit Daun Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) Berdasarkan Nilai IC <sub>50</sub> .....	32
Tabel 4.4. Hasil Uji Kromatografi Lapis Tipis dan Nilai R <sub>f</sub> dari Ekstrak Metabolit Sekunder Fungi Endofit Daun Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) .....	36
Tabel 4.5. Karakter Makroskopis Fungi Endofit Daun Tumbuhan Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) Isolat DM <sub>2</sub> I <sub>2</sub> .....	40
Tabel 4.6. Karakter Mikroskopis Fungi Endofit Daun Tumbuhan Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) Isolat DM <sub>2</sub> I <sub>2</sub> .....	41
Tabel 4.7. Karakter Makroskopis Fungi Endofit Daun Tumbuhan Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) Isolat DM <sub>3</sub> I <sub>1</sub> .....	43
Tabel 4.8. Karakter Mikroskopis Fungi Endofit Daun Tumbuhan Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) Isolat DM <sub>3</sub> I <sub>1</sub> .....	44
Tabel 4.9. Karakter Makroskopis Fungi Endofit Daun Tumbuhan Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) Isolat DM <sub>7</sub> I <sub>1</sub> .....	46
Tabel 4.10. Karakter Mikroskopis Fungi Endofit Daun Tumbuhan Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) Isolat DM <sub>7</sub> I <sub>1</sub> .....	48

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1. Morfologi Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.).....	5
Gambar 2.2. Senyawa Metabolit Sekunder dari Fungi Endofit .....	11
Gambar 2.3. Biosintesis Senyawa Fenol dan Flavonoid Melalui Jalur Shikimat .....	12
Gambar 2.4. Biosintesis Terpenoid pada Fungi Melalui Jalur Mevalonat.....	13
Gambar 4.1. Isolat Murni Fungi Endofit Daun Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) pada Medium PDA umur 7 hari .....	25
Gambar 4.2. Uji Kualitatif Aktivitas Antioksidan dengan Penotolan Ekstrak...	29
Gambar 4.3. Uji Kualitatif Aktivitas Antioksidan dengan dielusi Pelarut Kloroform : Etil asetat (1:3) dan N-heksan : Etil asetat (1:3) .....	31
Gambar 4.4. Kromatogram KLT Ekstrak Metabolit Sekunder Fungi Endofit Daun Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) .....	34

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Komposisi Medium .....	64
Lampiran 2. Hasil Isolasi dan Pemurnian Fungi Endofit Daun Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) .....	66
Lampiran 3. Karakteristik Mikroskopik Fungi Endofit Daun Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) yang Berpotensi Sebagai Antioksidan .....	67
Lampiran 4. Kultivasi Fungi Endofit Daun Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) Pada Medium PDB .....	69
Lampiran 5. Biomassa Fungi Endofit Daun Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.)....	70
Lampiran 6. Ekstraksi Senyawa Metabolit Sekunder Fungi Endofit Daun Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) .....	71
Lampiran 7. Uji Kualitatif Aktivitas Antioksidan Fungi Endofit Daun Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) .....	72
Lampiran 8. Uji Kuantitatif Aktivitas Antioksidan Fungi Endofit Daun Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) .....	73
Lampiran 9. Analisis Kromatografi Lapis Tipis Antioksidan Fungi Endofit Daun Murbei Hitam ( <i>Morus nigra</i> L.) .....	81
Lampiran 10. Daftar Riwayat Hidup.....	84



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Pola kehidupan manusia telah mengalami perubahan seiring dengan perubahan zaman yang semakin berkembang. Penelitian Sukiman (2010), melaporkan bahwa perubahan pola hidup yang tidak teratur, seperti kebiasaan merokok, konsumsi minuman beralkohol secara berlebihan serta asupan makanan yang tidak sehat dapat mengakibatkan resiko timbulnya berbagai macam penyakit. Gaya hidup yang tidak sehat ini dan sering terpaparnya zat berbahaya ke dalam tubuh menyebabkan timbulnya kondisi degeneratif. Penyakit ini sebagian besar diawali dengan reaksi oksidasi berlebihan dalam sel tubuh manusia yang kemudian membentuk radikal bebas (Yuslianti, 2018).

Radikal bebas dan spesies reaktif diketahui dapat memberikan kontribusi yang luas dalam pengembangan beberapa penyakit yang kemudian menyebabkan stres oksidatif. Hal ini dapat diatasi dengan mencegah efek negatif radikal bebas menggunakan senyawa kimia berupa antioksidan (Fatimah dan Sundu, 2020). Para ahli banyak melakukan penelitian terhadap antioksidan yang berasal dari alam. Hal ini disebabkan kemampuannya dalam menetralkan dan melawan radikal bebas serta menghambat terjadinya oksidasi dalam sel tubuh. Peran inilah yang menyebabkan antioksidan alami sebagai pencegah terjadinya kerusakan sel (Sukiman, 2010).

Salah satu sumber senyawa bioaktif yang populer belakangan ini adalah senyawa bioaktif yang berasal dari mikroba endofit. Mikroorganisme endofit dapat

berupa bakteri, alga dan fungi. Fungi endofit adalah fungi yang hidup didalam jaringan tumbuhan seperti daun, bunga, buah atau akar tumbuhan yang memiliki sifat mutualistik terhadap inangnya (Izzatinnisa *et al.*, 2020). Mikroorganisme ini dapat berperan sebagai pengganti tanaman inang untuk menghasilkan senyawa bioaktif (Pratiwi, 2019). Fungi endofit tumbuh berasosiasi dengan jaringan tumbuhan inang dan bersifat menguntungkan karena mampu menghasilkan senyawa bioaktif seperti flavonoid, alkaloid dan tanin yang merupakan salah satu dari senyawa metabolit sekunder (Asri *et al.*, 2021).

Fungi endofit berpotensi dalam menghasilkan metabolit sekunder sehingga memiliki peran sebagai sumber penyediaan obat-obatan mentah. Fungi endofit memiliki keuntungan antara lain seperti, mengurangi pengambilan tumbuhan dalam jumlah banyak, pertumbuhan tanaman yang lambat dan langka, sekaligus untuk melestarikan keanekaragaman hayati yang semakin menurun. Selain itu, produk yang berasal dari mikroorganisme dapat menekan harga pasar akibat proses produksi yang lebih mudah dan ekonomis (Rahman *et al.*, 2017).

Murbei hitam salah satu tumbuhan yang mengandung senyawa polifenol dan flavonoid (Kurniawansyah *et al.*, 2020). Hal ini diperkuat oleh penelitian Polumackanyzc *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa daun murbei hitam kaya dengan flavonoid dan asam fenolik. Selanjutnya, Zehra *et al.* (2021) juga melaporkan bahwa murbei hitam dikenal dengan sifat antioksidannya dikarenakan melimpahnya senyawa asam fenolat pada daunnya. Kandungan flavonoid total tertinggi terdapat pada ekstrak aseton yang diperoleh dari daun murbei hitam sebesar  $185,8 \pm 0,15 \mu\text{g}$  (Abay dan Eruygur, 2021). Penelitian Budiman *et al.* (2017),

membuktikan bahwa ekstrak tumbuhan murbei hitam memiliki aktivitas antioksidan potensial dengan nilai  $IC_{50}$  adalah 146,731  $\mu\text{g/mL}$ .

Aktivitas antioksidan dari fungi endofit *Botryosphaeria fabicerciana* yang diisolasi dari daun murbei hitam diketahui memiliki aktivitas yang setara dengan standar dengan nilai sitotoksisitas  $CC_{50}$  sebesar 115  $\mu\text{g/mL}$ . Ekstrak kasar fungi endofit pada metode DPPH, konsentrasi yang didapatkan 401  $\mu\text{mol Trolox/mg}$  yakni 13,57 % dibandingkan dengan kontrol. Metode ABTS yakni 823  $\mu\text{mol Trolox/mg}$  dengan nilai 39,09 % dan metode FRAP sebesar 71,43 % dan 387  $\mu\text{mol Trolox/mg}$  dibandingkan dengan kontrol (Silva *et al.*, 2021). Hal ini yang mendasari penelitian untuk mengetahui potensi fungi endofit pada daun murbei hitam (*Morus nigra* L.) sebagai penghasil senyawa antioksidan.

## 1.2. Rumusan Masalah

1. Berapa jumlah fungi endofit yang dapat diisolasi dari daun murbei hitam (*Morus nigra* L.)?
2. Bagaimana aktivitas antioksidan isolat fungi endofit daun murbei hitam berdasarkan nilai  $IC_{50}$ ?
3. Golongan senyawa apa sajakah yang dihasilkan fungi endofit daun murbei hitam yang berpotensi sebagai penghasil senyawa antioksidan?
4. Bagaimana karakteristik fenotipik dan identitas dari fungi endofit daun murbei hitam yang berpotensi menghasilkan senyawa antioksidan?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

1. Memperoleh isolat fungi endofit yang berasal dari daun murbei hitam (*Morus nigra* L.)
2. Menganalisis aktivitas antioksidan yang dihasilkan dari ekstrak metabolit sekunder isolat fungi endofit daun murbei hitam berdasarkan nilai IC<sub>50</sub>.
3. Mendeteksi golongan senyawa yang dihasilkan fungi endofit daun murbei hitam yang berpotensi sebagai penghasil senyawa antioksidan.
4. Menentukan karakteristik fenotifik dan identitas dari fungi endofit daun murbei hitam yang berpotensi menghasilkan senyawa antioksidan.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan *database* mengenai fungi endofit dari daun murbei hitam (*Morus nigra* L.) yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan senyawa metabolit sekunder yang berpotensi sebagai antioksidan untuk dapat dikembangkan lebih lanjut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abay, M., & Eruygur, N. (2021). Investigation of Antioxidant Activities of Fruit, Leaf and Branche Extract of White (*Morus alba* L.) and Black (*Morus nigra* L.) Mulberry Species from Diyarbakir. *Turkish J. of Agricultural Research*, 8(2), 177-183.
- Abdullah, M., Fitriana., & Maryam, St. (2020). Uji Aktivitas Antioksidan Isolat Fungi Endofit Daun Galing-Galing (*Cayratia trifolia* L.) dengan Metode 1,1-Dipheny-Picrylhydrazil (DPPH). *As-Syifaa J. Farmasi*, 12(2), 117-122.
- Abriyani, E., Fikayuniar, L., & Safitri, F. (2021). Skrining Fitokimia dan Bioaktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Bunga Kangkung Pagar (*Ipomoea carnea* Jack.) dengan Metode DPPH (2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil). *J. Pharma Xplore*, 6(1), 32-42.
- Aisah, A. R., Soekarno, B. P.W., & Achmad. (2017). Patogenesis Isolat *Botryodiplodia* spp. Terhadap Bibit Jabon (*Anthocephalus cadamba* (Roxb.) Miq). *J. Penelitian Hutan Tanaman*, 14(2), 85-101.
- Alen, Y., Agresa, F. L., & Yuliandra, Y. (2017). Analisis Kromatografi Lapis Tipis (KLT) dan Aktivitas Antihiperurisemia Ekstrak Rebung *Schizostachyum brachycladum* Kurz (Kurz) pada Mencit Putih Jantan. *J. Sains Farmasi dan Klinis*, 3(2), 146-152.
- Alen, Y., Amelia, R., & Djamaan, A. (2018). Profil KLT dan Uji Aktivitas Metabolit Sekunder *Aspergillus flavus* In Habiting Sarang ratu Termite *Macrotermes gilvus* pada Media diperkaya. *Inonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 5(1), 31-42.
- Ambari, Y., Fitri, S., & Nurrosyidah, I. H. (2021). Uji Aktivitas Antioksidan Masker Gel Peel-off Ekstrak Etanol Kelopak Bunga Rosela (*Hibiscus sabdariffa* L.) Dengan Metode DPPH (1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazil). *J. Farmasi Indonesia*, 18(1), 54-64.

- Amirullah., Sartini., & Nainu, F. (2019). Fungi Endofit dari Tanaman Secang (*Caesalpinia sappan* L.) Sebagai Penghasil Senyawa Antioksidan. *J. Farmasi Galenika*, 5(1), 26-32.
- Andriani, D., & Heriansyah, P. (2021). Identifikasi Jamur Kontaminan pada Berbagai Eksplan Kultur Jaringan Anggrek Alam (*Bromheadia finlaysoniana* (Lind). *Miq. Agricultural J*, 4(2), 192-199.
- Arifin, B., & Ibrahim, S. (2018). Struktur Bioaktivitas dan Antioksidan Flavonoid. *J. Zarah*, 6(1), 21-29.
- Asfar, A. M. I. A., & Asfar, A. M. I. T. (2021). Antioxidant Activity in Sappan Wood (*Caesalpinia sappan* L.) Extract Based on pH of the Water. *J. Ilmiah Farmako Bahari*, 12(1), 39-44.
- Asjur, A. V. (2021). Karakterisasi Fungi Endofit *Syzygium poyanthum* (Wight) Walp. Berdasarkan Gen ITS Sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri. *J. Sains dan Kesehatan*, 3(3), 404-409.
- Asri, M. I., Sabaruddin., & Fitriana. (2021). Isolasi Fungi Endofit Daun Srikaya (*Annona muricata* L.) Sebagai Antioksidan Secara KLT-Autografi. *J. Microbiology Science*, 1(1), 17-22.
- Bahram, M., & Poldmaa, P. (2020). Host Tree Organ is the Primary Driver of Endophytic Fungal Community Structure in a Hemiboreal Forest. *FEMS Microbioloy Ecology*, 96(20), 1-10.
- Bansal, R., & Mukherjee, P. K. (2016). The Terpenoid Biosynthesis Toolkit of *Trichoderma*. *Natural Product Communications*, 11(4), 431-434.
- Bian, G., *et al.* (2017). Production of Taxadiene by Engineering of Mevalonate Pathway in *Escherichia coli* and endophytic fungus *Alternaria alternata*. *Biotechnology J.*, 12(1), 1-10.
- Budilaksono, W., Wahdaningsih, S., & Fahrurroji, A. (2014). Uji Aktivitas Antioksidan Fraksi Heksana Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus lemairei* Britton dan Rose) Menggunakan Metode DPPH (1,1-Difenil-2-

- Pikrilhidrazil). *J. Mahasiswa Farmasi Fakultas Kedokteran UNTAN*, 1(1), 1-11.
- Budiman, A., Aulifa, D. L., Kusuma, A. S. W., & Sulastri, A. (2017). Antibacterial and Antioxidant Activity of Black Mulberry (*Morus nigra* L.) Extract for Acne Treatment. *Pharmacogn J*, 9(5), 611-614.
- Carvalho, P. L. N., *et al.* (2016). Importance and Implications of the Production of Phenolic Secondary Metabolites by Endophytic Fungi: a Mini Review. *Mini Review in Medicinal Chemistry*, 16(4), 259-271.
- Chaudhuri, T., Panja, B., & Saha, J. (2017). Cultural and Morphological Characteristics of *Lasiodiplodia thebromae* of Dianella in Various Carbon and Nitrogen Containing Media. *J. of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(6), 160-164.
- Chen, H., *et al.* (2016). AntiInflammatory and Antinociceptive Properties of Flavonoids from the Fruits of Black Mulberry (*Morus nigra* L.). *J. Pone*, 11(4), 1-14.
- Correia, K. C., *et al.* (2016). Phylogeny, Distribution and Pathogenicity of *Lasiodiplodia* Species Associated with Dieback of Table Grape in the Main Brazilian. *Plant Pathology*, 65(1), 92-103.
- Deniz, G. Y., Laloglu, E., Koc, K., Nadaroglu, H., & Geyikoglu, F. (2018). The Effect of Black Mulberry (*Morus nigra*) Extract on Carbon Tetrachloride-induced Liver Damage. *Arch Biol Sci*, 70(2), 371-378.
- Dewi, N. L. A., *et al.* (2018). Pemisahan Isolasi dan Identifikasi Senyawa Saponin dari Herba Pegagan (*Centella asiatica* L. Urban). *J. Farmasi Udayana*, 7(2), 68-76.
- Dewi, S. R., Ulya, N., & Argo, B. D. (2018). Kandungan Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak *Pleurotus ostreatus*. *J. Rona Teknik Pertanian*, 11(1), 1-11.

- Dion, R., *et al.* (2021). Eksplorasi Pemanfaatan Jamur Enofit pada Tanaman Curcuma dan Zingiber Sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri. *J. Mikologi Indonesia*, 5(1), 16-29.
- Domsch, K.H., Gams, W., & Anderson, T. H. (1980). *Compendium of Soil Fungi*. England: IHW Verlag. xi+672 hlm.
- Fahrurroji, A., & Riza, H. (2020). Karakterisasi Ekstrak Etanol Buah *Citrus amblycarpa* (L), *Citrus aurantifolia* (S.) dan *Citrus sinensis* (O.). *J. Farmasi dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 7(2), 100-113.
- Fathoni, R., *et al.* (2016). Identifikasi Jenis Cendawan pada Kelelawar (Ordo Chiropera) di Kota Tangerang Selatan. *J. Mikologi Indonesia*, 1(1), 28-37.
- Fatimah, N., & Sundu, R. (2020). Uji Aktivitas Antioksidan Fraksi N-Heksan Daun Afrika (*Vernoria amygdalina* Del.) dengan Metode DPPH. *J. Ilmiah Ibnu Sina*, 5(2), 250-270.
- Ferlinahayati., Hakim, E. H., Syah, Y. M., & Juliawaty, L. D. (2012). Senyawa Morusin dari Tumbuhan Murbei Hitam (*Morus nigra*). *J. Penelitian Sains*, 15(2), 70-73.
- Firdiyani, F., Agustini, T. W., & Ma'ruf, W. F. (2015). Ekstraksi Senyawa Bioaktif Sebagai Antioksidan Alami *Spirulina platensis* Segar dengan Pelarut yang Berbeda. *JPHPI*, 18(1), 28-37.
- Forestryana, D., & Arnida. (2020). Skrining Fitokimia dan Analisis Kromatografi Lapis Tipis Ekstrak Etanol Daun Jeruju (*Hydrolea spinosa* L.). *J. Ilmiah Farmako Bahari*, 11(2), 113-124.
- Ghasemzadeh, A., & Ghasemzaeh, N. (2011). Flavonoid and Phenolic Acids Role and Biochemical Activity in Plants and Human. *J. of Medicinal Plants Reseach*, 5(31), 6697-6703.
- Gracelia, K. D., & Dewi, L. (2022). Penambahan Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) pada Fermentasi Tempe Sebagai Peningkat Antioksidan dan Pewarna Alami. *J. Teknologi Pertanian*, 11(1), 25-31.



- Hafsari, A. R., Andiani, P., & Suryani, Y. (2017). Pengaruh Penggunaan Media Alternatif Terhadap Pertumbuhan F0 dan Senyawa Metabolit Sekunder pada Jamur Tiram Merah Muda (*Pleurots fabellatus*). *J. Biotika*, 15(2), 30-40.
- Hardiningtyas., S. D., Purwaningsih, S., & Handharyani, E. (2014). Aktivitas Antioksidan dan Efek Hepatoprotektif Daun Bakau Api-Api Putih. *JPHPI*, 17(1), 80-91.
- Haryati, L. D., Sari, R., & Apridamayanti, P. (2018). Isolasi dan Identifikasi Jamur *Penicillium* sp. yang Berasal dari Swab Pasien Ulkus Diabetikum. *J. Mahasiswa Farmasi Fakultas Kedokteran UNTAN*, 4(1), 1-6.
- Hasiani, V. V., Ahmad, I., & Rijal, L. (2015). Isolasi Jamur Endofit dan Produksi Metabolit Sekunder Antioksidan dari Daun Pacar (*Lawsonia inermis* L.). *J. Sains dan Kesehatan*, 4(1), 146-153.
- Hidayah, N. (2016). Pemanfaatan Senyawa Metabolit Sekunder Tanaman (Tanin dan Saponin) dalam Mengurangi Emisi Metan Ternak Ruminansia. *J. Sains Peternakan Indonesia*, 11(2): 89-98.
- Ihsanudin., Aidawati., & Liestiany, E. (2019). Uji Antagonis *Pseudomonas berfluorescens* dan *Bacillus* spp dalam Perkembangan Cendawan *Fusarium oxysporum* Penyebab pada Tanaman Terong (*Solanum melongena* L.). *J. Proteksi Tanaman*, 2(20), 118-122.
- Irianti, T., et al. (2019). Uji Penangkapan Radikal 2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil oleh Ekstrak Etanol Bunga Kecombrang (*Nicolaia speciosa* (BI.) Horan Buah Talok (*Muntingia calabura* L.). *J. Tumbuhan Obat Indonesia*, 12(1), 41-53.
- Izzatinnisa., Utami, U., & Mujahidin, A. (2020). Uji Antagonisme Beberapa Fungi Endofit pada Tanaman Kentang terhadap *Fusarium oxysporum* secara In Vitro. *J. Riset Biologi dan Aplikasinya*, 2(1), 18-25.
- ITIS. (2021). *Integrated Taxonomic Information System (online)*. <https://www.itis.gov/>. Diakses pada tanggal 19 September 2021 pukul 21.00 WIB.

- Jafar, W., Masriany., & Sukmawaty, E. (2020). Uji Fitokimia Ekstrak Etanol Bunga Pohon Hujan (*Spathodea campanulata*) Secara Invitro. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*. Makassar.
- Julianto, T. S. (2019). *Fitokimia Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining Fitokimia*. Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia. x+106 hlm.
- Khaira, N. Y., & Ramadhania, Z. M. (2018). Review Kandungan Senyawa Kimia Murbei Hitam (*Morus nigra* L.) dan Efek Farmakologinya. *J. Farmaka*, 2(16), 246-253.
- Khairiah, N., & Nintasari, R. (2017). Isolasi dan Uji Aktivitas Antimikroba Kapang Endofit dari Kayu Ulin (*Eusideroxylon zwageri* Teijsm & Binn.). *J. Riset Industri Hasil Hutan*, 2(9), 65-74.
- Khastini, R. A., et al. (2022). Isolasi dan Respons Tumbuh Cendawan Mutualistik Akar pada Beberapa Tanaman Pangan dan Kehutanan. *J. Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(1), 85-94.
- Kristanti, A.N., et al. (2008). *Fitokimia*. Surabaya. Airlangga University Press. xvii+174 hlm.
- Kurniawansyah, I. S., Sopyan, I., & Khoerunnisa, A. (2020). The Natural Antioxidant Activity of Black Mulberry and its Others Function. *J. SysRev Pharm*, 11(6), 650-655.
- Kusumaningtyas, E., Sukmawati, L., & Astuti, E. (2008). Penentuan Golongan Bercak Senyawa Aktif Ekstrak n-heksan *Alpinia galanga* terhadap *Candida albicans* dengan Bioautografi dan Kromatografi Lapis Tipis. *JITV*, 13(4), 323-328.
- Lestari, K., Nurtanny., & Hernitati. (2021). Uji Efektivitas Mikroba Endofit Daun Blimbing Wuluh (*Averrhoa blimbii*) Dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur *Candida albicans*. *J. Biologi Makassar*, 6(2), 84-90.
- Li, Z., et al. (2018). Profiling of Phenolic Compound an Antioxidant Activity of Cruciferous Vegetables. *J. Molecules*, 23(5), 1-16.

- Mahmiah., Sudjarwo, G. W., & Andriyani, F. (2021). Potensi Oksidan Fraksi Etil Asetat Kulit Batang Bakau Hitam (*Rhizophora mucronata* (Lamk.)) dari Pantai Timur Surabaya. *J. Wiyata*, 8(1), 47-54.
- Muharni., Fitrya., Oktaruliza, M., & Elfita. (2014). Uji Aktivitas Antibakteri dan Antioksidan Senyawa Derivat Piranon dari Mikroba Endofitik *Penicillium* sp. pada Tumbuhan Kunyit Putih (*Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe). *Trad Med. J.*, 19(3), 107-112.
- 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. *J. Pendidikan Biologi Indonesia*, 1(3), 1-10.
- Natassya, G., Suprihadi, A., & Rukmi, MG. I. (2013). Keanekaragaman dan Aktivitas Enzimatis Kapang Rizosfer Kacang Meongan (*Aeschynomene americana* L.) di Desa Sukoli Barat, Kecamatan Labang, Kabupaten Bangkalan, Madura. *J. Biologi*, 2(3), 8-16.
- Ningrum, R., Purwanti, E., & Sukarsono. (2016). Identifikasi Senyawa Alkaloid dari Batang Karamunting (*Rhodomyrtus tomentosa*) sebagai Bahan Ajar Biologi untuk SMA Kelas X. *J. Pendidikan Biologi Indonesia*, 2(3), 231-236.
- Ningrum, R. S., Rosalina, R., & Lukis, P. A. (2017). Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit Mangga Podang (*Mangifera indica* L.) Asal Kabupaten Kediri. *Prosiding Seminar Nasional Hayati*. Kediri.
- Nofianti., Saryono., Jose, C., & Linggawati, A. (2016). Penentuan Media Produksi Senyawa Antimikrobia Endofit dari *Fusarium oxysporum* LBKURCC41 Ubi Tanaman Dahlia (*Dahlia variabilis*). *Indonesian Chemia Acta J.*, 6(1), 5-9.
- Nurbaya., et al. (2014). Uji Kecepatan Pertumbuhan *Fusarium* spp. Pada Media Organik dan Media Sintetis. *J. Bionature*, 15(1), 45-53.

- Okatan, V. (2018). Phenolic Compounds and Phytochemicals in Fruits of Black Mulberry (*Morus nigra* L.) Genotypes from the Aegean Region in Turkey. *Polish Society for Horticultural Science*, 30(1), 93-101.
- Persoh, D., et al. (2010). First Fungal Community Analyses of Endophytic Ascomycetes Associated with *Viscum album* spp. Austriacum and its Host *Pinus sylvestris*, *Fungal Biology*, 114(7), 585-596.
- Pratiwi, R. H. (2019). Peran Mikroorganisme Endofit dalam Dunia Kesehatan: Kajian Pustaka. *J. Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 16(1), 21-32.
- Polumakanycz, M., Wesolowski, M., & Viapiana, A. (2021). *Morus alba* L. and *Morus nigra* L. Leaves as a Promising Food Source of Phenolic Compounds with Antioxidant Activity. *Plant Foods for Human Nutrition*, 76(4), 458-465.
- Ramadhani, A., Arifuddin, M., & Rusli, R. (2021). Kromatografi Lapis Tipis (KLT) Ekstrak Fungi Endofit Akar Kuning (*Arcangelisia flava* L. Merr). *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*. Samarinda.
- Ramadhani, S. H., Samingan & Iswadi (2017). Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit pada Daun Jamblang (*Syzygium cumini* L.). *J. Ilmiah Mahasiswa Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Unsyiah*, 2(2), 77-90.
- Rahman, M. F., Imaningsih, W., & Sari, S. G. (2017). Isolasi dan Karakterisasi Fungi Endofit Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Sebagai Antibakteri. *J. Bioscientiae*, 14(1), 55-64.
- Rahman, W., & Zakaria, L. (2022). Molecular Identification and Ochratoxigenic Potential of *Black Aspergillus* from Various Substrates and Indoor Environment. *Sains Malaysiana*, 51(1), 1-13.
- Rahmi, A., Hardi, N., & Hevira, L. (2021). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Pisang Kepok, Pisang Mas dan Pisang Nangka menggunakan Metode DPPH. *J. Ilmu Farmasi dan Farmasi Klinik*, 18(2), 77-84.

- Rizali, A., Aziza, N. L., Sari, N., & Irsalina, S. (2021). Potensi Cendawan Endofit dari Bunga Bawang Dayak dalam Menekan Patogen *Fusarium* spp. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*. Banjarbaru.
- Robiyun., Yasir, A.S., & Angin, M.P. (2022). Uji Aktivitas Antioksidan Gel Kombinasi Ekstrak Etanol pada Daun Lidah Buaya (*Aloevera*) dan Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum bacillium* I) Berbasis Sodium Alginat dengan Metode DPPH. *J. of Pharmacy and Tropical Issues*, 2(1), 1-10.
- Rollando. (2019). *Senyawa Antibakteri dari Fungi Endofit*. Malang: CV. Seribu Bintang. xi+94 hlm.
- Rosalina, R., Nigrum, R. S., & Lukis, P. A. (2018). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Jamur Endofit Mangga Podang (*Mangifera indica* L.) Asal Kabupaten Kediri Jawa Timur, *A. Scientific J.*, 35(3), 139-144.
- Rosyadi, A., Triatmoko, B., & Nugraha, A. S. (2022). Isolasi Fungi Tanah Muara dan Skrining Aktivitas Antibakteri Terhadap *Staphylococcus aureus*. *Indonesian J. of Pharmaceutical Science and Technology*, 9(1), 16-24.
- Sabrini, Z., Rukmi, I., & Ferniah, R. S. (2021). Aktivitas Enzimatis Biakan Kapang *Aspergillus* Section *Nigri* DUCC (Diponegoro University Culture Collection) dan Identifikasi Molekuler Isolat Potensial. *J. Bioma*, 23(1), 1-5.
- Samson, R. A., *et al.* (1995). *Introduction to Food Borne Fungi*. England: Centraalbureau voor Schimmelcultures. xi+322 hlm.
- Samosir, A. S., Bialangi, N., & Iyabu, H. (2018). Analisis Kandungan Rhodamin B pada Saos Tomat yang Beredar di Pasar Sentral Kota Gorontalo dengan Menggunakan Metode Kromatografi Lapis Tipis (KLT). *J. Entropi*, 13(1), 45-49.
- Sariningsih, R., Suzery, M., & Cahyono, B. (2016). Uji Aktivitas Antioksidan dengan DPPH fraksi Etil Asetat Daun *Bidens pilosa* L. *J. Kimia Sains dan Aplikasi*, 19(3), 83-86.

- Septianingsih, R., Sutanto., & Indriani, D. (2017). Aktivitas Antioksidan dan Ekstrak Etanol Daun, Buah dan Biji Pare (*Momordica charantina* L.). *J. Fitofarmaka*, 7(1), 4-12.
- Silva, A. A., *et al.* (2021). Antimicrobial and Antioxidant Activities of Secondary Metabolites from Endophytic Fungus *Botryosphaeria fabicerciana* (MGN23-3) Associated to *Morus nigra* L. *Natural Product Research J*, 1-5.
- Sinaga, E., Noverita., & Fitria, D. (2009). Daya Antibakteri Jamur Endofit yang diisolasi dari Daun dan Rimpang Lengkuas (*Alpinia galanga* Sw.). *J. Farmasi Indonesia*, 4(4), 161-170.
- Sinaga, P. P., Khalimi, K., & Suprpta, D. N. (2020). Uji Aktivitas Antijamur *Bacillus siamensis* C7B terhadap Jamur *Colletotrichum scovillei* Penyebab Penyakit Antraknosa pada Tanaman Cabai Besar (*Capsicum annum* L.). *J. Agroekoteknologi Tropika*, 9(4), 238-247.
- Sopiah, B., Muliastari, H., & Yuanita, E. (2019). Skrining Fitokimia dan Potensi Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Hijau dan Daun Merah Kastuba. *J. Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 17(1), 27-33.
- Souza, J. J., *et al.* (2011). Terpenoid from Endophytic Fungi. *J. Molecules*, 16(12), 10604-10618.
- Sudarmanto, I., & Suhartati, T. (2015). Aktivitas Antioksidan Senyawa Flavonoid pada Kulit Akar Tanaman Ara (*Ficus racemosa* L.). *J. Kesehatan*, 7(2), 137-141.
- Sukiman, H. (2010). Endofit *Taxus sumatrana* (Miquel) de Laubenfels dan Potensinya dalam Memproduksi Senyawa Bioaktif sebagai Sumber Antioksidan. *J. Berita Biologi*, 10(3), 1-12.
- Sukirawati., & Yusriyani. (2021). Isolasi dan Karakteristik Isolat Fungi endofit Kulit Batang Langsung Terhadap *Propionibacterium Acne* dan *Salmonella typhi*. *J. Kesehatan Yamsi Makassar*, 5(1), 89-96.

- Sukmawaty, E., *et al.* (2020). Skrining Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etil Asetat Cendawan Endofit *Aspergillus* sp. *J. Biotik*, 8(2), 218-231.
- Sun, X., *et al.* (2009). Identified Biosynthetic Pathway of *Aspergillolide* A. and a Novel Strategy to Increase its Production in a Marine-Derived Fungus *Aspergillus glaucus* by Feeding of Biosynthetic Precursors and Inhibitors Simultaneously. *Bioresource Technology*, 100(18), 4244-4251.
- Suryanita., *et al.* (2019). Identifikasi Senyawa Kimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Kulit Jeruk Bali (*Citrus maxima* Merr.). *Majalah Farmasi dan Farmakologi*, 23(1), 16-20.
- Tejesvi, M. V., *et al.* (2007). New Hopes from Endophytic Fungal Secondary Metabolites. *Bol Soc Quim Mex*, 1(1), 19-26.
- Triastuti, A. (2020). Jamur Endofit Sebagai Sumber Obat Bahan Alam. *J. Ilmiah Farmasi*, 16(1), 1-95.
- Tjuana, R., Tampa, I. R., Palandi, R. R., & Paat, V. I. (2021). Analisis Kandungan Rhodamin B pada Saus Cilok yang Beredar di Kota Tomohon. *J. Biofarmasetikal Tropis*, 4(1), 58-65.
- Veth, T. C., *et al.* (2018). Investigation of Inter and Intraspecies Variation through Genome Sequencing of *Aspergillus* section *Nigri*. *Nature Genetics*, 50(12), 1688-1695.
- Widowati, T., Bustanussalam., Sukiman, H., & Simanjuntak, P. (2016). Isolasi dan Identifikasi Kapang Endofit dari Tanaman Kunyit (*Curcuma longa* L.) Sebagai Penghasil Antioksidan. *J. Biopropal Industri*, 1(7), 9-16.
- Widyastuti, R., Tari, A. I. N., & Asmoro, N. W. (2020), Aktivitas Antioksidan Teh Daun Ketapang (*Terminalia cattapa*). *J. Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*, 4(2), 220-227.
- Wulandari, L. (2011). *Kromatografi Lapis Tipis*. Jember. PT. Taman Kampus Presindo. 182 hlm.

Wutsqo, L. U., & Budiman, A. (2018). Review Artikel Aktivitas Antibakteri, Antioksidan dan Antiinflamasi Murbei Hitam (*Morus nigra* L.). *J. Farmaka*, 3(16), 177-184.

Yuslianti, E. R. (2018). *Pengantar Radikal Bebas dan Antioksidan*. Yogyakarta. Deepublish. xii+126 hlm.

Zehra, T., Sarfaraz, S., & Ikram, R. (2021). Dose Dependent Anticonvulsant Activity of *Morus nigra* in StrychnineInduced Seizures Model. *Pakistan J. of Pharmaceutical Sciences*, 34(6), 2167-2171.