

# **SKRIPSI**

## **FUNGI ENDOFIT TUMBUHAN BENGKAL (*Nauclea orientalis* L.) YANG BERPOTENSI SEBAGAI PENGHASIL SENYAWA ANTIOKSIDAN**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Sains di Jurusan Biologi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya



**VIVI HENDRA SUTANDAR**

**08041281621042**

**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2020**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**FUNGI ENDOFIT TUMBUHAN BENKAL  
(*Nauclea orientalis* L.) YANG BERPOTENSI SEBAGAI PENGHASIL  
SENYAWA ANTIOKSIDAN**

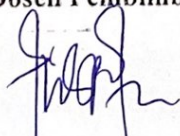
Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Sains di  
Jurusan Biologi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sriwijaya

Oleh:

**Vivi Hendra Sutandar**  
**08041281621042**

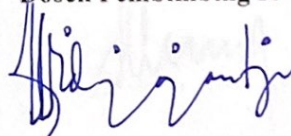
Telah diperiksa dan disetujui:  
Indralaya, Juli 2020

Dosen Pembimbing I



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

Dosen Pembimbing II



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



**Mengetahui**  
**Ketua Jurusan**

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

## HALAMAN PERSETUJUAN

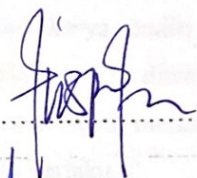
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal (*Nauclea orientalis* L.) yang Berpotensi Sebagai Penghasil Senyawa Antioksidan” telah disetujui oleh Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal Agustus 2020.

Indralaya, Agustus 2020

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

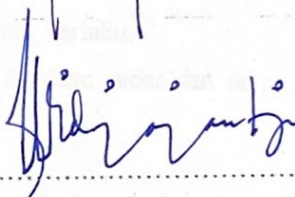
Ketua:

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


()

Anggota:

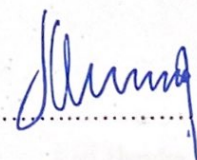
2. Dr. Hary Widjajanti, M.Si  
NIP. 196112121987102001

()

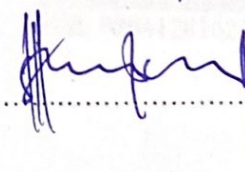
3. Dr. Salni, M.Si.  
NIP. 196604101993031003

()


4. Dra. Muharni, M.Si.  
NIP. 196306031992032001

()


5. Dr. Sarno, M.Si  
NIP. 1965071519922031004

()

Mengetahui,

  
Dekan FMIPA  
Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc.  
NIP. 197210041997021001

Ketua Jurusan Biologi

()  
Dr. Arum Setiawan, M.Si.  
NIP. 197211221998031001

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Vivi Hendra S.

NIM : 08041281621042

Judul : Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal (*Nauclea orientalis* L.) yang Berpotensi sebagai Penghasil Senyawa Antioksidan.

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan atau *plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau *plagiat* dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapa pun.

Indralaya, Agustus 2020

Vivi Hendra Sutandar  
NIM. 08041281621042

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Vivi Hendra S.

NIM : 08041281621042

Judul : Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal (*Nauclea orientalis* L.) yang Berpotensi sebagai Penghasil Senyawa Antioksidan.

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapa pun.

Indralaya, Agustus 2020

Vivi Hendra Sutandar  
NIM. 08041281621042

## RINGKASAN

### FUNGI ENDOFIT TUMBUHAN BENGKAL (*Nauclea orientalis* L.) YANG BERPOTENSI SEBAGAI PENGHASIL SENYAWA ANTIOKSIDAN

Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, Juli 2020

Vivi Hendra Sutandar; Dibimbing oleh Dr. Elisa Nurnawati, M.Si. dan Dr. Hary Widjajanti, M.Si.

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

### ENDOPHYTIC FUNGI OF BENGKAL (*Nauclea orientalis* L.) THAT POTENTIAL IN PRODUCING ANTIOXIDANT COUMPOUND

xviii + 73 halaman, 13 tabel, 7 gambar dan 16 lampiran

## RINGKASAN

Antioksidan merupakan suatu senyawa yang dapat memperlambat atau mencegah terjadinya proses oksidasi dan dapat melawan serta menetralkan radikal bebas dan dapat memperbaiki kerusakan oksidatif pada molekul biologis seperti asam nukleat dan protein. Tumbuhan Bengkal (*Nauclea orientalis* L.) secara umum di Indonesia dikenal sebagai tumbuhan gempol. Kulit kayu pada *N. orientalis* L. memiliki kandungan flavonoid, polifenol dan saponin dalam jumlah yang cukup tinggi. Fungi endofit adalah mikroorganisme yang hidup di dalam sistem jaringan tumbuhan dan bersimbiosis dengan inangnya. Jamur endofit memiliki kemampuan yang spesifik dan unik dalam menghasilkan senyawa bioaktif yang dapat dikembangkan menjadi bahan obat. Keberadaan fungi endofit pada tumbuhan *N. orientalis* L. telah dibuktikan berdasarkan penelitian kemampuan fungi endofit tumbuhan *N. orientalis* L. sebagai biokontrol terhadap *Colletotrichum capsici*, terdapat 5 fungi endofit yang diisolasi, dari isolat fungi endofit yang diperoleh diketahui bahwa memiliki potensi. Isolat fungi endofit yang memiliki potensi sebagai biokontrol terdiri atas *Aspergillus flavus*, *Talaromyces purpurogenus*, *Ascochyta fabae* *Aureobasidium* sp dan penelitian mengenai potensi fungi endofit tumbuhan *N. orientalis* L. dalam menurunkan konsentrasi timbal (Pb) berhasil diisolasi 7 fungi endofit dari bagian batang, akar dan daun, dari penelitian ini didapatkan 3 isolat yang berpotensi yaitu *Diaporthe* sp, *Phytium* sp dan *Aureobasidium* sp.

Dalam penelitian ini digunakan isolat fungi endofit tumbuhan *N. orientalis* L. sebanyak 12 isolat dari kedua sumber di atas dan diuji potensi kemampuan antioksidannya. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui potensi isolat fungi endofit tumbuhan *N. orientalis* L. dalam menghasilkan metabolit sekunder yang mempunyai aktivitas antioksidan dengan KLT (Kromatografi Lapis Tipis), mengetahui aktivitas antioksidan yang dihasilkan dari metabolit sekunder yang dihasilkan isolat fungi endofit tumbuhan *Nauclea orientalis* L. berdasarkan IC<sub>50</sub>., menentukan golongan senyawa antioksidan yang dihasilkan dari isolat fungi tumbuhan *N. orientalis* L., dan mengetahui identitas dari isolate fungi endofit tumbuhan *N. orientalis* L. yang memiliki kemampuan antioksidan secara fenotipik.

Penelitian yang dilakukan meliputi tahapan sebagai berikut: pembuatan medium dan sterilisasi alat bahan, melakukan peremajaan isolate pada medium PDA, kultivasi dan ekstrak metabolit sekunder fungi endofit menggunakan etil asetat, ekstraksi metabolit sekunder biomassa fungi endofit menggunakan methanol, melakukan uji kualitatif aktivitas antioksidan ekstrak metabolit sekunder fungi endofit menggunakan KLT, melakukan uji aktivitas antioksidan dari ekstrak metabolit sekunder fungi endofit menggunakan metode DPPH, dilakukan uji analisis KLT senyawa metabolit sekunder fungi endofit tumbuhan *N. orientalis* L., dan melakukan karakterisasi dan identifikasi fungi endofit yang memiliki potensi sebagai penghasil senyawa antioksidan. Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah besar nilai  $IC_{50}$  yang dihasilkan oleh ekstrak isolat fungi endofit yang memiliki potensi penghasil antioksidan. Data yang diperoleh dari penelitian ini disajikan dalam bentuk tabel untuk berat biomassa, berat ekstrak, nilai  $IC_{50}$  dan karakterisasi isolat yang berpotensi.

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini yaitu kedua belas isolat memiliki kemampuan menghasilkan metabolit sekunder yang berpotensi sebagai senyawa antioksidan. Tiga isolat memiliki aktivitas antioksidan sangat kuat yaitu ES1DP(2)3 yang teridentifikasi sebagai jenis *Aspergillus flavus* Link dengan nilai  $IC_{50}$  sebesar 21  $\mu\text{g/ml}$  memiliki kandungan senyawa tanin, flavonoid dan terpenoid, ESA2P1 yang teridentifikasi sebagai jenis *Acremonium* sp. dengan nilai  $IC_{50}$  sebesar 32  $\mu\text{g/ml}$  memiliki kandungan senyawa tanin dan terpenoid dan isolat ESAP1 yang teridentifikasi sebagai jenis *Diaporthe* sp. dengan nilai  $IC_{50}$  sebesar 48  $\mu\text{g/ml}$  memiliki kandungan senyawa tanin, flavonoid dan terpenoid

Kata Kunci : antioksidan, fungi endofit, *Nauclea orientalis* L.

## SUMMARY

### ENDOPHYTIC FUNGI OF BENGKAL (*Nauclea orientalis* L.) THAT POTENTIAL IN PRODUCING ANTIOXIDANT COUMPOUND

Scientific Paper in Form of Bachelor's Thesis, July 2020

Vivi Hendra Sutandar; Supervised by Dr. Elisa Nurnawati, M.Si. and Dr. Hary Widjanti, M.Si.

Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, University of Sriwijaya

### FUNGI ENDOFIT TUMBUHAN BENGKAL (*Nauclea orientalis* L.) YANG BERPOTENSI SEBAGAI PENGHASIL SENYAWA ANTIOKSIDAN

xviii + 73 pages, 13 tables, 7 pictures and 16 attachments

#### SUMMARY

Antioxidant is a compound which are able to stall or prevent oxidation process and may resist also to neutralize free radical and to fix oxidatif damage on biological molecul such as nucleic acid and protein. Bengkal (*Nauclea orientalis* L.) generally known as Gempol in Indonesia. Bark of *N. orientalis* L. have contents like flavonoid, polyfenol and saponin in fairly high amount. Endophytic fungi is a microorganism that live inside plant tissue and had a symbiotic relationship with the host. Endophytic fungi had a spesific and unique ability to produce bioactive compounds that are able to developed into drugs substance. Endophytic fungi are presence in *N. orientalis* L. have been proved by research about endophytic fungi of *N. orientalis* L as a biocontrol agents to *Colletotrichum capsici*, 5 isolate of endophytic fungi was obtained. Endophytic fungi isolates that are potential as biocontrol consist of *Aspergillus flavus*, *Talaromyces purpurogenus*, *Ascochyta fabbe* *Aureobasidium* sp. and research about endophytic fungi of *N. orientalis* L. are potential to decreased lead (Pb) concentration, 7 endophytic fungi are isolated from bark, root and leaf, from this research 3 potential isolate are obtained which are *Diaporthe* sp, *Phytium* sp. and *Aureobasidium* sp.

This research used 12 endophytic fungi isolates of *N. orientalis* L. from both source as mentioned above and to be tested its antioxidant activity. This research purposes are to determine endophytic fungi isolates of *N. orientalis* L. potential to produce secondary metabolite which produce antioxidant activity with TLC (Thin Layer Chromatography), to determine antioxidant activity which are produce by secondary metabolites from endophytic fungi isolates of *N. orientalis* L. based on IC<sub>50</sub>, to determine antioxidant compound category that are produce from endophytic fungi isolates of *N. orientalis* L. and to determine identity from endophytic fungi isolates of *N. orientalis* L. that had antioxidant activity based on phenotypic. Research is done based on steps which are: medium making and tools and material sterilization, isolates rejuvenation on PDA medium, cultivation and extraction from secondary metabolites of endophytic fungi using etyl acetate, secondary metabolites extraction from endophytic fungi biomass using methanol, qualitative



test of antioxidant activity from secondary metabolites of endophytic fungi using TLC, antioxidant activity from secondary metabolites of endophytic fungi test using DPPH method, analysis of thin layer chromatography on secondary metabolites from endophytic fungi of *N. orientalis* L. an to characterize and indentify endophytic fungi that are potential to produce antioxidant. Variable that are observed in this research are IC<sub>50</sub> value from endophytic fungi isolates of *N. orientalis* L. extract. Data obtained from this research are presented in form of table for biomass weight, extract weight, IC<sub>50</sub> value and characterization of potential isolates.

Result acquaired from this research are twelve isolates had the ability to produce secondary metabolites which are potential to produce antioxidants compound. Three isolates had very strong antioxidant activity which are , ES1DP(2)3 identified as *Aspergillus flavus* Link with IC<sub>50</sub> value is 21 µg/mL contain of tannin, flavonoid and terpenoid, ESA2P1 identified as *Acremonium* sp. with IC<sub>50</sub> value is 31 µg/mL contain of tannin and terpenoid and isolate ESAP1 identified as *Diaporthe* sp. with IC<sub>50</sub> value is 48 µg/mL contain of tannin, flavonoid and terpenoid

Keywords: antioxidant, endophytic fungi, *Nauclea orientalis* L.

**“Masalah Tidaklah Kekal”**

**“Lambatnya Kamu Melangkah Bukanlah Masalah Selama Kamu Tidak Berhenti”**

**Karya Tulis ini kupersembahkan Teruntuk :**

- **Tuhan Yang Maha Esa**
- **Orangtua**
- **Kakak-adik**
- **Sahabat-sahabat**
- **Keluarga Bioer's Angkatan 2016**
- **Almamater**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah menganugerahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul “**Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal (*Nauclea orientalis* L.) yang Berpontesi sebagai Penghasil Senyawa Antioksidan**” dapat diselesaikan. Skripsi ini merupakan suatu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains di Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Skripsi ini dapat diselesaikan karena adanya bantuan, bimbingan, semangat dari berbagai pihak. Oleh karena itu, ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada kedua orang tua, kakak, dan adik yang telah banyak memberi do'a, nasihat, motivasi akan tujuan hidup, serta dukungan selama masa perkuliahan di Universitas Sriwijaya. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Dr. Elisa Nurnawati, M.Si. dan Dr. Hary Widjajanti, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dukungan maupun saran dengan penuh keikhlasan dan kesabaran sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Penulis dengan sepenuh hati juga ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, M.S.C.E. selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Arum Setiawan, M.Si. selaku Ketua Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
4. Dr. Elisa Nurnawati, M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
5. Drs. Enggar Patriono, M.Si. selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan akademik selama penulis menjadi mahasiswa di Jurusan Biologi. Dr. Salni, M. Si., Dra. Muharni, M.Si. dan Dr. Sarno, M.Si. selaku dosen Pembahas yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Seluruh dosen dan staf pengajar Jurusan Biologi yang selalu memberikan banyak ilmu yang berharga kepada penulis. Seluruh staf administrasi dan

karyawan Jurusan Biologi yang membantu dalam urusan administrasi penulis.

7. Seluruh rekan-rekan Biologi 16 Jurusan Biologi yang selalu memberikan semangat dan membantu setiap proses dalam penyelesaian skripsi ini.
8. Seluruh rekan-rekan alumni Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya yang telah membantu dan memberi semangat untuk penulis.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberi bantuan kepada penulis.
10. Semoga Tuhan membalas segala amal kebaikan kepada yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk berbagai pihak.

Indralaya, Agustus 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
RINGKASAN .....	vi
SUMMARY.....	viii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	x
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Fungi Endofit .....	6
2.1.1 Morfologi Isolat Fungi Endofit <i>Nauclea Orientalis L.</i> .....	7
2.2 Metabolit Sekunder Fungi Endofit.....	8
2.3 Tumbuhan Bengkal ( <i>Nauclea orientalis L.</i> ).....	9
2.3.1 Deskripsi Morfologi dan Klasifikasi Tumbuhan Bengkal ( <i>Nauclea orientalis L.</i> ).....	9
2.3.2 Manfaat Tumbuhan Bengkal ( <i>Nauclea orientalis L.</i> ).....	10
2.4 Antioksidan dan Radikal Bebas.....	12
BAB III METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Waktu dan Tempat.....	15
3.2 Alat dan Bahan.....	15
3.3 Cara Kerja.....	15
3.3.1 Pembuatan Medium dan Sterilisasi Alat Bahan.....	15

3.3.2	Peremajaan Isolat pada Medium PDA.....	16
3.3.3	Kultivasi dan Ekstraksi Metabolit Sekunder Fungi Endofit Menggunakan Etil Asetat.....	16
3.3.4	Ekstraksi Metabolit Sekunder Biomassa Fungi Endofit Menggunakan Metanol.....	16
3.3.5	Uji Kualitatif Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metabolit Sekunder Fungi Endofit Menggunakan Spektrofotometer.....	17
3.3.6	Uji Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Metabolit Sekunder Fungi Endofit Menggunakan Metode DPPH.....	17
3.3.7	Analisis Kromatografi Lapis Tipis Senyawa Metabolit Sekunder Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal ( <i>Nauclea orientalis</i> L.).....	19
3.3.8	Karakterisasi dan Identifikasi Fungi yang Memiliki Potensi Sebagai Antioksidan.....	19
3.3.9	Variabel yang Diukur.....	20
3.3.10	Penyajian Data.....	20
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>21</b>
4.1	Peremajaan Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal ( <i>Nauclea orientalis</i> L.).....	21
4.2	Kultivasi dan Ekstraksi Metabolit Sekunder Isolar Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal ( <i>Nauclea orientalis</i> L.).....	21
4.3	Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metabolit Sekunder Isolat Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal ( <i>Nauclea orientalis</i> L.).....	25
4.4	Kromatografi Lapis Tipis Ekstrak Metabolit Sekunder Isolat Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal ( <i>Nauclea orientalis</i> L.).....	29
4.5	Karakterisasi dan Indentifikasi Isolat Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal ( <i>Nauclea orientalis</i> L.) yang Berpotensi Sangat Kuat dan Kuat Sebagai Antioksidan.....	33
4.4.1	Isolat ESKBP2.....	33
4.4.2	Isolat ESA2P1.....	36
4.4.3	Isolat ES1DP(2)3.....	38
4.4.4	Isolat KN2F1.....	40
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>42</b>
5.1	Kesimpulan.....	42
5.2	Saran.....	42
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>43</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>52</b>

BIODATA PENULIS..... 73

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 4.1. Isolat Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal <i>Nauclea orientalis</i> L.....	21
Tabel 4.2. Hasil Kultivasi Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal <i>Nauclea orientalis</i> L.....	24
Tabel 4.3. Nilai IC <sub>50</sub> Ekstrak Metabolit Metabolit Sekunder Isolat Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal dan Asam Askorbat (Standar).....	26
Tabel 4.4. Nilai Rf Ekstrak Etil Asetat Metabolit Sekunder Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal ( <i>Nauclea orientalis</i> L.) dengan Eluen N- Heksan:Etil Asetat=1:2.....	32
Tabel 4.5. Nilai Rf Ekstrak Metanol Metabolit Sekunder Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal ( <i>Nauclea orientalis</i> L.) dengan Eluen N- Heksan:Etil Asetat=1:2.....	33
Tabel 4.6. Karakteristik makroskopis fungi endofit tumbuhan Bengkal Isolat ESKBP2 inkubasi 7 hari.....	34
Tabel 4.7. Karakteristik mikroskopis fungi endofit tumbuhan Bengkal Isolat ESKBP2.....	35
Tabel 4.8. Karakteristik makroskopis fungi endofit tumbuhan Bengkal Isolat ESA2P1 inkubasi 7 hari.....	36
Tabel 4.9. Karakteristik makroskopis fungi endofit tumbuhan Bengkal Isolat ESA2P1.....	37
Tabel 4.10. Karakteristik makroskopis fungi endofit tumbuhan Bengkal Isolat ES1DP(2)3 inkubasi 7 hari.....	38
Tabel 4.11. Karakteristik makroskopis fungi endofit tumbuhan Bengkal Isolat ES1DP(2)3.....	39
Tabel 4.12. Karakteristik makroskopis fungi endofit tumbuhan Bengkal Isolat KN2F1 inkubasi 7 hari.....	40
Tabel 4.13. Karakteristik makroskopis fungi endofit tumbuhan Bengkal Isolat KN2F1.....	41



## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1. Morfologi Tumbuhan Bengkal ( <i>Nauclea orientalis</i> L.).....	11
Gambar 4.1. Isolat Murni Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal ( <i>Nauclea orientalis</i> L.).....	22
Gambar 4.2. Perubahan warna medium setelah kultivasi 30 hari dibanfingkan dengan kontrol.....	23
Gambar 4.3. Profil KLT aktivitas antioksidan ekstrak fungi endofit tumbuhan Bengkal.....	27
Gambar 4.4. Profil KLT ekstrak filtrat fungi endofit tumbuhan Bengkal ( <i>Nauclea orientalis</i> L.).....	27
Gambar 4.5. Profil KLT ekstrak biomassa fungi endofit tumbuhan Bengkal ( <i>Nauclea orientalis</i> L.).....	28
Gambar 4.6. Reduksi warna DPPH dari ungi menjadi kuning berdasarkan konsentrasi (ppm) asam askorbat.....	29
Gambar 4.7. Kromatografi ekstrak metabolit sekunder fungi endofit tumbuhan Bengkal ( <i>Nauclea orientalis</i> L.).....	30

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Komposisi Medium .....	52
Lampiran 2. Peremajaan Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal ( <i>Nauclea orientalis</i> L.) dalam Medium PDA. ....	53
Lampiran 3. Kultivasi Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal ( <i>Nauclea orientalis</i> L.) dalam Medium PDB. ....	54
Lampiran 4. Penimbangan Biomassa Fungi Endofit Setelah Kultivasi. ....	55
Lampiran 5. Ekstraksi Metabolit Sekunder Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal ( <i>Nauclea orientalis</i> L.). ....	56
Lampiran 6. Pengujian Aktivitas Antioksidan Ekstrak Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal ( <i>Nauclea orientalis</i> L.) dengan DPPH. ....	57
Lampiran 7. Pengujian Kromatografi Lapis Tipis (KLT) Ekstrak Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal ( <i>Nauclea orientalis</i> L.).....	59
Lampiran 8. Tabel Nilai Absorbansi Ekstrak Metabolit Sekunder Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal ( <i>Nauclea orientalis</i> L.).....	60
Lampiran 9. Tabel Presentase Inhibisi dan Nilai IC <sub>50</sub> Ekstrak Metabolit Sekunder Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal ( <i>Nauclea orientalis</i> L.) dan Asam Askorbat Terhadap DPPH. ....	61
Lampiran 10. Analisis Regresi Asam Askorbat (Standar). ....	63
Lampiran 11. Analisis Regresi Ekstrak Isolat ESKBP2. ....	64
Lampiran 12. Analisis Regresi Ekstrak Isolat Diaporthe sp.....	65
Lampiran 13. Analisis Regresi Ekstrak Isolat Aureobasidium sp.....	66
Lampiran 14. Analisis Regresi Ekstrak Isolat ESA2P1. ....	68
Lampiran 15. Analisis Regresi Ekstrak Isolat ES1DP(2)3.....	69
Lampiran 16. Analisis Regresi Ekstrak Isolat KN2F1. ....	70

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki keanekaragaman jenis tumbuhan yang tinggi dengan jumlah sekitar 40.000 jenis tumbuhan hidup tersebar dari Sabang sampai Merauke. Berbagai jenis tumbuhan yang ada di Indonesia telah dimanfaatkan masyarakat untuk mencukupi kebutuhan pangan, sandang dan pangan (Agusta, 2018). Salah satu pemanfaatan tumbuhan adalah sebagai bahan obat oleh berbagai suku bangsa atau sekelompok masyarakat. Tradisi pengobatan suatu masyarakat dipengaruhi oleh budaya setempat (Rahayu *et al.*, 2006). Tumbuhan obat tradisional telah digunakan oleh masyarakat berdasarkan pengalaman dan keanekaragaman, penemuan tumbuhan obat juga meningkatkan ketersediaan obat-obatan tradisional kemasan yang penggunaannya lebih mudah (Jumarni dan Komalasari, 2017). Salah satu bagian atau seluruh bagian pada tumbuhan obat mengandung zat aktif yang berkhasiat bagi kesehatan yang dapat dimanfaatkan sebagai penyembuh penyakit (Dalimarta, 2000; Wijayakusuma, 2008).

Antioksidan merupakan suatu senyawa yang dapat memperlambat atau mencegah terjadinya proses oksidasi dan dapat melawan serta menetralkan radikal bebas dan dapat memperbaiki kerusakan oksidatif pada molekul biologis seperti asam nukleat dan protein (Vimala *et al.*, 2003). Radikal bebas merupakan suatu molekul yang pada strukturnya terdapat elektron yang tidak berpasangan pada orbit terluarnya yang menyebabkan molekul ini sangat reaktif dibandingkan dengan molekul lain. Radikal bebas memiliki kecenderungan untuk melakukan reaksi berantai, jika terjadi didalam tubuh maka dapat menimbulkan kerusakan-kerusakan yang dapat berlanjut. Jumlah radikal bebas mengalami peningkatan disebabkan oleh faktor stress, paparan radiasi, asap rokok dan polusi lingkungan yang dapat menyebabkan sistem pertahanan tubuh yang ada tidak memadai, sehingga tubuh memerlukan tambahan antioksidan dari luar yang dapat melindungi dari serangan radikal bebas (Wahdaningsih *et al.*, 2011).

Tumbuhan Bengkal *Nauclea orientalis* L. secara umum dikenal sebagai tumbuhan gempol di Indonesia, sedangkan di Sulawesi Tengah tumbuhan ini dikenal dengan nama lokal Lokinda, dan pada daerah Kalimantan dan Sumatera dikenal dengan sebutan tumbuhan Bengkal (Tuheteru *et al.*, 2014). Kulit kayu pada tumbuhan *N. orientalis* L. memiliki kandungan flavonoid, polifenol dan saponin dalam jumlah yang cukup tinggi (Saefudin dan Basri, 2016). Berdasarkan hasil penelitian Wali *et al.* (2018), bagian pangkal batang kayu tumbuhan *N. orientalis* L. mengandung 17 senyawa, bagian tengah batang mengandung enam senyawa dan bagian ujung batang mengandung 19 senyawa. Senyawa tersebut merupakan metabolit sekunder yang meliputi fenol, asam fenolat, minyak atsiri golongan fenol, terpenoid dan tanin. Beberapa senyawa aktif ditemukan pada tiga bagian batang yakni *squalene* (terpenoid), *geraniol* (terpenoid), *stigmasta* (terpenoid), dan *hexadecanoic* (asam lemak). Beberapa senyawa metabolit sekunder tersebut dapat berperan sebagai antioksidan atau antibakteri.

*Squalene* berfungsi sebagai antioksidan pada kulit yang mengalami stress oksidatif akibat sinar UV (Insani *et al.*, 2017). *Geraniol* berfungsi sebagai senyawa antibakteri (Bota *et al.*, 2015). Senyawa Stigmastan~3,5~dien telah dilaporkan terdapat pada tumbuhan *Calamintha nepeta* (L.) Savi subsp. *Glandulosa* (Req) Nyman memiliki aktivitas antioksidan (Conforti *et al.*, 2012). *Hexadecanoic acid* memiliki aktivitas antioksidan, penurun kolesterol dan inhibitor hemolisis (Suryowati *et al.*, 2015). *Hexadecanoic acid methyl ester* (metil palmitat) termasuk asam lemak yang memiliki sifat antibakteri (Karunia *et al.*, 2017).

Dao *et al.* (2015) menyatakan, ekstrak dari batang *N. orientalis* L. memiliki kemampuan yang secara signifikan pada pengurangan radikal bebas DPPH dan aktivitas inhibitor peroksidase lipid. Senyawa yang berhasil didapatkan yaitu senyawa alkaloid, terpenoid, fenolik sederhana, kumarin glukosida, antrakuinon dan lignan. Metode pengujian senyawa antioksidan dilakukan dengan DPPH karena merupakan metode konvensional dan telah lama digunakan untuk penetapan aktivitas senyawa antioksidan serta mudah dilakukan, pengerjaannya cepat dan sensitif untuk menguji aktivitas antioksidan (Utomo *et al.*, 2008; Pourmorad *et al.*, 2006).

Tumbuhan memiliki berbagai kandungan senyawa kimia selain itu juga dapat menjadi inang bagi berbagai jenis fungi endofit. Fungi endofit adalah mikroorganisme yang hidup di dalam sistem jaringan tumbuhan dan bersimbiosis dengan inangnya (Stone *et al.*, 2000). Diperkirakan bahwa pada tiap jenis tumbuhan hidup berasosiasi dengan minimal 1-4 jenis jamur endofit. Fungi endofit memiliki kemampuan yang spesifik dan unik dalam menghasilkan senyawa bioaktif yang dapat dikembangkan menjadi bahan obat (Agusta, 2018).

Fungi endofit diketahui dapat memproduksi bermacam-macam metabolit sekunder dengan aktivitas biologis yang beragam seperti antimikroba, antikanker, antioksidan, antituberkulosa, antiparasit, antiviral, immunomodulator dan juga dapat dijadikan insektisida (Kaul *et al.*, 2012). Tanaman obat dapat menjadi sumber potensial fungi endofit yang dapat memiliki kemampuan untuk menghasilkan senyawa kimia bioaktif (Ginting *et al.*, 2013). Fungi endofit dapat menghasilkan metabolit sekunder yang sama dengan yang dihasilkan oleh inangnya melalui mekanisme transfer genetik (Rachman *et al.*, 2018). Fungi endofit hidup secara intraseluler di dalam jaringan tanaman yang sehat dan menginduksi inang untuk menghasilkan senyawa metabolit sekunder. Induksi ini disebabkan oleh rekombinasi genetik lalu koevolusi (Murdiyah, 2017).

Penggunaan bagian tumbuhan secara besar dapat menyebabkan penurunan jumlah tumbuhan, oleh karena itu fungi endofit dapat dijadikan alternatif yang tepat sebagai pengganti bagian tumbuhan. Keberadaan fungi endofit pada tumbuhan *N. orientalis* L. telah dibuktikan berdasarkan penelitian Harwati (2019), terdapat tiga fungi endofit yang diisolasi dari bagian kulit dan dua fungi dari bagian daun, dari isolat fungi endofit yang diperoleh diketahui bahwa memiliki potensi sebagai agen biokontrol terhadap *Colletotrichum capsici*. Isolat tersebut terdiri atas *Aspergillus flavus*, *Talaromyces purpurogenus*, *Ascochyta fabbe*, *Aureobasidium* sp. serta satu isolat fungi yang belum teridentifikasi.

Penelitian mengenai potensi fungi endofit tumbuhan Bengkal (*N. orientalis* L.) dalam menurunkan konsentrasi timbal (Pb) Amelia (2019), dari hasil isolasi fungi endofit pada tumbuhan Bengkal (*N. orientalis* L.) diperoleh tujuh isolat fungi endofit, empat isolat dari akar, satu isolat dari kulit batang dan dua isolat pada daun. Isolat yang memiliki kemampuan dalam menurunkan konsentrasi timbal tersebut

terdiri atas *Diaporthe* sp, *Aureobasidium* sp dan *Pythium* sp. Timbal dapat menstimulasi stress oksidatif dimana melibatkan peningkatan keberadaan radikal bebas yang melewati batas. Peningkatan radikal bebas dapat mengganggu sistem biologis seperti peroksidase lipid, merusak membran sel, oksidasi protein dan oksidasi asam nukleat (Flora *et al.*, 2012). Penelitian ini akan digunakan isolat fungi endofit tumbuhan Bengkulu sebanyak 12 isolat dari kedua sumber diatas dan diuji potensi kemampuan antioksidannya.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Isolat fungi endofit yang telah diisolasi terlebih dahulu dari Harwati (2019), Alharza (2019) dan Amelia (2019) kemudian dicari isolat yang memiliki kemampuan antioksidan. Oleh karena itu didapatkanlah beberapa permasalahan penelitian yaitu:

1. Apakah fungi yang diisolasi dari kulit batang, akar dan daun tumbuhan Bengkulu (*Nauclea orientalis* L.) dapat menghasilkan metabolit sekunder yang memiliki aktivitas antioksidan berdasarkan uji kualitatif menggunakan Kromatografi Lapis Tipis (KLT)?
2. Bagaimana aktivitas antioksidan tertinggi ekstrak filtrat dan biomassa fungi endofit tumbuhan Bengkulu (*Nauclea orientalis* L.) berdasarkan nilai IC<sub>50</sub>?
3. Apa golongan senyawa dalam ekstrak fungi endofit tumbuhan Bengkulu (*Nauclea orientalis* L.) yang bersifat antioksidan?
4. Apa identitas isolat fungi endofit tumbuhan Bengkulu (*Nauclea orientalis* L.) yang berpotensi sebagai penghasil antioksidan berdasarkan karakter morfologi?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui potensi isolat fungi endofit tumbuhan Bengkulu (*Nauclea orientalis* L.) dalam menghasilkan metabolit sekunder yang mempunyai aktivitas antioksidan secara kualitatif dengan KLT.

2. Mengetahui aktivitas antioksidan tertinggi yang dihasilkan dari metabolit sekunder dari ekstrak filtrat dan biomassa fungi endofit tumbuhan Bengkal (*Nauclea orientalis* L.) berdasarkan IC<sub>50</sub>.
3. Menentukan golongan senyawa antioksidan yang dihasilkan dari isolat fungi tumbuhan Bengkal (*Nauclea orientalis* L.).
4. Mengetahui identitas dari isolat fungi endofit tumbuhan Bengkal (*Nauclea orientalis* L.) yang memiliki kemampuan antioksidan berdasarkan karakter morfologi.

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi serta database mengenai fungi endofit tumbuhan Bengkal dan potensi dari fungi endofit tumbuhan Bengkal sebagai senyawa antioksidan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agusta, A. 2018. *Pengembangan Senyawa Kimia (+)-2,2'-Episitokirin A dari Jamur Endofit Untuk Mendukung Kemandirian Antibiotik di Indonesia*. Jakarta: LIPI Press. ix+50 hlm.
- Al-Jaber, N. A., Awaad, A. S. dan Moses, J. E. 2011. Review on some antioxidant plants growing in Arab world. *Journal of Saudi Chemical Society* 15(4):293-307.
- Alen, Y., Agresa, F. L. dan Yuliandra, Y. 2017. Analisis Kromatografi Lapis Tipis (KLT) dan Aktivitas Antihiperurisemia Ekstrak Rebung *Schizostachyum brachycladum* Kurz (Kurz) pada Mencit Putih Jantan. *Jurnal Sains Farmasi dan Kimia* 3(2):146-152.
- Alurappa, R., Chowdappa S., Narayanaswamy, R. dan Sinniah, U. R. Endophytic Fungi and Bioactive Metabolites Production: An Update. Singapura: Springer. 455-482.
- Amarowicz, R. 2007. Tannins: The New Natural Antioxidants?. *European Journal of Lipid Science and Technology* 109(6):549-551.
- Amelia, E. 2019. Potensi Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal (*Nauclea orientalis* (L.) L.) Dalam Menurunkan Konsentrasi Timbal (Pb). *Skripsi*. Universitas Sriwijaya: Indralaya.
- Arundina, I., Budhy, T. I., Luthfi, M. dan Indrawati, R. Identifikasi Kromatografi Lapis Tipis Sudamala (*Artemisia vulgaris* L.). *Majalah Kedokteran Gigi Indonesia* 1(2):167-171.
- Asmiyarti, N. I. dan Wibowo, M. A. 2014. Uji Aktivitas Antioksidan dan Uji Sitotoksik Metode BSL pada Ekstrak Daun Bongkal (*Nauclea subdita* (Korth) Steud). *Jurnal Kimia Khatulistiwa* 3(4):58-62.
- Bacon, C. W. dan White, J. F. 2000. *Microbial Endophytes*. New York: Marcel Dekker Inc. 500 hlm.
- Bahriul, P., Rahman, N. dan Diah, A. W. 2014. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Salam (*Syzygium polyanthum*) Dengan Menggunakan 1,1-Difenil-2-pikrilhidrazil. *Jurnal Akademik Kimia* 3(3):143-149.
- Barnett, H. L. dan Hunter, B. B. 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. America : Burger Publshing Company.v+241 hlm.
- Boerema, G. H. dan Dorenbosch, M. M. J. 1973. The Phom and Ascochyta Species Described by Wollenweber and Hochapfel in Their Study on Fruit-rotting. *Studies in Mycology* 3:1-50.



- Borges, W. D. S., Borges, K. B., Bonato, P. S., Said, S. dan Pupo, M. T. 2009. Endophytic Fungi: Natural Products, Enzymes and Biotransformation Reactions. *Current Organic Chemistry* 13(12):1137-1163.
- Bota, W., Martosupono, M. dan Rondonuwu, F. S. Potensi Senyawa Minyak Sereh Wangi (Citronella Oil) Dari Tumbuhan *Cymbopogon nardus* L. Sebagai Agen Antibakteri. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2015*. Universitas Muhammadiyah Jakarta. Jakarta.
- Cavin, A., Hostettmann, K., Dyatmyko, W. dan Potterat, O. 1997. Antioxidant and Lipophilic Constituents of *Tinospora crispa*. *Planta Med* 64(5):393-396.
- Conforti, F., Marreli, M., Statti, G., Menichini, F., Uzunov, D., Umberto, S. dan Menichini, F. 2012. Comparative Chemical Composition and Antioxidant Activity of *Calamintha nepeta* (L.) Savi subsp. *Glandulosa* (Req.) Nyman and *Calamintha grandiflora* (L.) Moench (Labiatae). *Natural Product Research* 26(1):91-97.
- Dalimarta, S. 2000. *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia*. Jilid II. Jakarta: Trubus Agriwidya. xviii+166 hlm.
- Dao, P. T. A., Quan, T. L. dan Mai, N. T. T. 2015. Constituents of the Stem of *Nauclea orientalis*. *Natural Products Communications* 10(11):1901-1903.
- Desmiaty, Y., Ratih, H. Dewi, M.A. dan Agustin, R. 2008. Penentuan Jumlah Tanin Total pada Daun Jati Belanda (*Guazuma ulmifolia* Lamk) dan Daun Sambang Darah (*Excoecaria bicolor* Hassk.) Secara Kolorimetri dengan Pereaksi Biru Prusia. *Ortocarpus* 8: 106-109.
- Diaz, P., Jeong, S. C. Lee, S., Khoo, C. dan Koyyalamudi, S. R. Antioxidant And Anti-Inflammatory Activities Of Selected Medicinal Plants And Fungi Containing Phenolic And Flavonoid Compounds. *Chinese Medicine* 7(1):26-34.
- Dwidjoseputro, D. 2010. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Djembatan. xii+214 hlm.
- Elfita dan Munawar. 2014. Isolasi Metabolit Sekunder dari Jamur Endofitik Akar Tumbuhan Sambiloto (*Andrographis paniculata* Nees). *Prosiding Semirata 2014 Bidang MIPA BKS-PTN-Barat*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ergina, Nuryanti, S. dan Pursitasari, I. D. 2014. Uji Kualitatif Senyawa Metabolit Sekunder Pada Daun Palado (*Agave angustifolia*) Yang Diekstraksi Dengan Pelarut Air Dan Etanol. *Jurnal Akademi Kimia* 3(3):165-172.
- Farnsworth, N. R. 1966. Biological and Phytochemical Screening of Plants. *Journal of Pharmaceutical Sciences* 55(3):225-277.

- Flora, G., Gupta, D. dan Tiwari, A. 2012. Toxicity of Lead: A Review With Recent Updates. *Interdiscipline toxicology* 5(2):47-58.
- Gams, W. dan Bissett, J. 1998. Morphology and Identification of *Trichoderma*. London: Taylor and Francis. Hlm 3-31.
- Gandjar, I., Samson, R.A., Tweel-Vermeulen, K., Oetari, A., dan Santoso, I. 1999. *Pengenalan Kapang Tropik Umum*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia. xiii+136 hlm.
- Graßmann, J. Terpenoids as Plants Antioxidants. *Vitamin and Hormon* 72:505-535.
- Ginting, R. C. B., Sukarno, N., Widyastuti, U., Darusman, L. K., dan Kanaya, S. 2013. Diversity of Endophytic Fungi From Red Ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) Plant and Their Inhibitory Effect to *Fusarium oxysporum* Plant Pathogenic Fungi. *Hayati* 20: 127-137.
- Gunasekaran, S., Sathiavelu, M. dan Arunachalam, S. 2017. In Vitro Antioxidant And Antibacterial Activity Of Endophytic Fungi Isolated From *Mussaenda Luteola*. *Journal of Applied Pharmaceutical Science* 7(8):234-238.
- Handayani, V., Ahmad, A. R. dan Sudir, M. 2014. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Bunga dan Daun Patikala (*Etilingera elatior* (Jack) R.M.Sm) Menggunakan Metode DPPH. *Pharmaceutical Science and Researches* 1(2):86-93.
- Hardoim, P. R., Overbeek, L. S. V., Berg, G., Pirttilä, A. M., Compant, S. Campisano, A., Döring, M. dan Sessitsch A. 2015. The Hidden World within Plants: Ecological and Evolutionary Considerations for Defining Functioning of Microbial Endophytes. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 79(3):293-320.
- Harliansyah. 2005. Mengunyah Halia Menyah Penyakit. Indonesian Student Association in Malaysia. *Paksi Journal* 8(1):93-97.
- Harwati, M. 2019. Biokontrol Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal (*Nauclea orientalis* L.) Terhadap Fungi Patogen *Colletotrichum capsici* IPBCC 13.1098. *Skripsi*. Universitas Sriwijaya. Indralaya.
- Hasanah, M., Maharani, B. dan Munarsih, E. 2017. Daya Antioksidan Ekstrak Dan Fraksi Daun Kopi Robusta (*Coffea robusta*) Terhadap Pereaksi Dpph (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil). *IJPST* 4(2):42-49.
- 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.

- Hidayat, N., Meitiniarti, I., Setyahadi, S., Pato, U., Susanti, E., Padaga, M. C., Wardani, A. K., Purwandari, U., Srianta, I. dan Ristiarini, S. 2018. *Mikrobiologi Industri Pertanian*. Malang: UB Press. Xvii+ 221 hlm.
- Huang, W.Y., Cai, Y.Z., Xing, J., Corke, J.H. and Sun, M. 2007. A Potential Antioxidant Resource: Endophytic Fungi From Medicinal Plants. *Econ Bot* 61:14–30.
- Huyut, Z., Beydemir, S. dan Gulcin, I. 2017. Antioxidant and Antiradical Properties of Selected Flavonoids and Phenolic Compounds. *Biochemistry Research International* 2017:1-10.
- Insani, S. A., Suseno, S. H. dan Jacob, A. M. 2017. Karakteristik Squalene Minyak Hati Ikan Cucut Hasil Produksi Industri Rumah Tangga, Pelabuhan Ratu. *JPHPI* 20(3):494-505.
- Isnindar, Wahyuono, S. dan Setyowati, E. P. 2011. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Antioksidan Daun Kesemek (*Diospyros kaki* Thunb.) Dengan Metode DPPH (2,2-Difenil-1 Pikrilhidrazil). *Majalah Obat Tradisional* 16(3):157-164.
- Jansen, P. C. M. 1993. *Plant Resources of South-East Asia: Basic List of Species and Commodity Grouping : Final Version*. Michigan: Prosea. 372 hlm.
- Jumiarni, W. O. dan Komalasari, O. 2017. Eksplorasi Jenis Dan Pemanfa Atan Tumbuhan Obat Pada Masyarakat Suku Muna Di Permukiman Kota Wuna. *Traditional Medicine Journal* 22(1):45-56.
- Juniarti, Osmeli, D. dan Yuhernita. 2009. Kandungan Senyawa Kimia, Uji Toksisitas (Brine Shrimp Lethality Test) Dan Antioksidan (1,1-Diphenyl-2-Pikrilhidrazil) Dari Ekstrak Daun Saga (*Abrus precatorius* L.). *Makara Sains* 13(1):50-54.
- Jurkovic, D., Vrandecic, K., Cosic, J., Riccioni, L. dan Duvnjak, T. 2007. Morphological Identification Of Diaporthe/Phomopsis Sp. Isolated From *Xanthium Italicum*. *Poljoprivreda* 13(2):1-6.
- Karunia, S. D., Supartono dan Sumarni, W. 2017. Analisis Sifat Antibakteri Ekstrak Biji Srikaya (*Annona squamosa* L) Dengan Pelarut Organik. *Indonesian Journal of Chemical Science* 6(1):56-60.
- Kaul, S., Gupta, M. A. dan Dhar, M. K. 2012. Endophytic Fungi from Medicinal Plants: A Treasure Hunt for Bioactive Metabolites. *Phytochemistry Reviews* 11(4):487-505.
- Kikuzaki, H., Hisamoto, M., Hirose, K., Akiyama, K. dan Taniguchi, H. 2002. Antioxidants Properties Of Ferulic Acid And It's Related Compound. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 50(7):2161-2168.

- Klich, M. A. 2002. Identification of Common Aspergillus Species. Netherlands: CBS. 116 hlm.
- Li, J. Y., Strobel, G., Sidhu, R., Hess, W. M. dan Ford, E. J. 1996. Endophytic taxol-producing fungi from bald cypress, *Taxodium distichum*. *Microbiology* 142(8):2223-2226.
- Larone, D. H. 1995. *Medically Important Fungi – A Guide to Identification*. Washington:ASM Press. 550 hlm.
- Mu'nisa, A., Wresdiyati, T., Kusunorinin, N., dan Manalu, W. 2012. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Cengkeh. *Jurnal Veteriner* 13(3): 272-277.
- Muharni. dan Fitriya. 2014. Isolasi Jamur Endofitik Pada Tumbuhan Kunyit Putih (*Curcuma zedoaria* (Berg) Roscoe) Dan Analisis Kandungan Kimia Ekstraknya. *Prosiding Seminas Biodiversitas*. 3(2): 262-264.
- Mukhlis, D. K., Rozirwan dan Hendri, M. 2018. Isolasi Dan Aktivitas Antibakteri Jamur Endofit Pada Mangrove *Rhizophora apiculata* Dari Kawasan Mangrove Tanjung Api-Api Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan. *Maspari Journal* 10(2):151-160.
- Murdiyah, S. 2017. Fungi Endofit Pada Berbagai Tanaman Berkhasiat Obat Di Kawasan Hutan Evergreen Taman Nasional Baluran Dan Potensi Pengembangan Sebagai Petunjuk Parktikum Mata Kuliah Mikologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia* 3(1):64-71.
- Molina, G., Pimentel, M., Bertucci, T. dan Pastore, G. 2012. Application of Fungal Endophytes in Biotechnological Processes. *The Italian Assotiation of Chemical Engineering* 27: 289-294. DOI: 10.3303/CET1227049.
- Molyneux, P. 2004. The Use Of The Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) For Estimating Antioxidant Activity. *Journal of Science Technology* 26(2):211-219.
- Niterink, J. V. D. P. 1981. Monograph of the genus Pythium. *Studies in Mycology* 21:1-244.
- Noverita, Fitria, D. dan Sinaga, E. 2009. Isolasi dan uji aktifitas antibakteri jamur endofit dari daun dan rimpang *Zingiber ottensii* Val. *Jurnal Farmasi Indonesia* 4(4):171-176.
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R. dan Simons, A. 2009. *Agroforestry Database: A Tree Reference and Selection Guide Version 4.0*. Kenya: World Agroforestry Centre. Di akses melalui [http://old.worldagroforestry.org/treedb/AFTPDFS/Nauclea\\_orientalis.PDF](http://old.worldagroforestry.org/treedb/AFTPDFS/Nauclea_orientalis.PDF) (20 September 2019).

- Packer, L. 1992. *Caratenoids Part A: Chemistry, Separation, Quantitation and Antioxidation*. California: Academic Press Inc. 538 hlm.
- Peberdy, J. F. 1987. *Penicillium and Acremonium*. New York: Springer Science and Business Media. 291 hlm.
- Petrini, O. 1991. *Fungal Endophytes of Tree Leaves*, p 179–197. In Andrews JH, Hirano SS. 1991. (ed), *Microbial Ecology Of Leaves*. New York: Springer-Verlag. xvii+501 hlm.
- Photolo, M. M., Mavumengwana, V., Sitole, L., dan Tlou, M. G. 2020. Antimicrobial and Antioxidant Properties of a Bacterial Endophyte, *Methylobacterium radiotolerans* MAMP 4754, Isolated from *Combretum erythrophyllum* Seeds. *International Journal of Microbiology* 2020 (2):1-11.
- Pietta, P. G. 2000. Flavonoid as Antioxidants. *Journal of Natural Products* 63(7):1035-1042.
- Pourmorad, F., Hosseinimehr, S. J. dan Shahabimajd, N. 2006. Antioxidant Activity, Phenol And Flavonoid Contents Of Some Selected Iranian Medicinal Plants. *African journal of Biotechnology* 5(11):1142-1145.
- Pratiwi, D. R., Maria, B., Partomuan, S. 2014. Lelutung Tokak (*Tabernaemontana macrocarpa* Jack) Sebagai Sumber Zat Bioaktif Antioksidan dan Antikanker. *Ilmu Kefarmasian Indonesia* 12(2):267-272.
- Rachman, F., Mubarik, N. R. dan Simanjuntak, P. 2018. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kapang Endofit Cb.Gm.B3 Asal Ranting Kayu Manis (*Cinnamomum burmanni*). *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia* 5(2):204-213.
- Raghavamma, S. T. V., Rao, N. R., Rao, KRSS. S., Rao, G. D. 2011. In Vitro Antioxidant Potential of Crude Extract From Leaves Of *Nauclea orientalis* Linn. *Journal of Pharmacy Research* 4(5):1-2.
- Rahayu, M., Sunarti, S., Sulistiarini, D. dan Prawiroatmodjo, S. 2006. Pemanfaatan Tumbuhan Obat secara Tradisional oleh Masyarakat Lokal di Pulau Wawonii, Sulawesi Tenggara. *Biodiversitas* 7(3):245-250.
- Rahmayani, U., Priggenies, D. dan Djunaedi, A. 2013. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kasar Keong Bakau (*Telescopium telescopium*) dengan Pelarut yang Berbeda terhadap Metode DPPH (Diphenyl Picril Hidrazil). *Journal of Marine Research* 2(4):36-45.
- Riany, F. 2017. Variasi Genetik Dan Nilai Heritabilitas Uji Keturunan Gempol (*Nauclea orientalis* L.) Di Parung Panjang, Bogor. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Rodriguez, A. A. C. dan Menezes, M. 2005. Identification And Pathogenic Characterization Of Endophytic *Fusarium* Species From Cowpea Seeds. *Mycopathologia* 159(1):79-85.
- Rusnaeni, Sinaga, D. I., Lanuru, F., Payungallo, I. M., dan Ulfiani, I. I. 2016. Identifikasi Asam Mefenamat Dalam Jamu Rematik Yang Beredar di Distrik Heram Kota Jayapura, Papua. *Jurnal Pharmacy* 13(1):84-91.
- Santosa, D. dan Haresmita, P. P. 2015. Antioxidant Activity Determination *Garcinia Dulcis* (Roxb.) Kurz, *Blumeamollis* (D.Don) Merr., *Siegesbeckia Orientalis* L., And *Salvia Riparia* H.B.K Which Collected From Taman Nasional Gunung Merapi Using Dpph (2,2-Diphenyl-1-Pikril -Hidrazil) And Thin Layer Chromatography. *Traditional Medicine Journal* 20(1):28-36).
- Santoso, J., Anwariyah, S., Rumiantin, R. O., Putri, A. P., Ukhty, N., dan Yoshie-Stark, Y. 2012. Phenol content, antioxidant activity and fibers profile of four tropical seagrasses from Indonesia. *Journal of Coastal Development* 15(2): 189-196.
- Samson, R., Hoekstra, E.S. dan Frisvad, J.C. 2004. *Introduction to Food Airbrone Fungi Seventh Edition*. Netherland: CBS. 315 hlm.
- Saefudin dan Efrida, B. 2016. Potensi Antioksidan dan Sifat Sitotoksik Ekstrak Kulit Kayu Sembilan Jenis Tumbuhan di Taman Nasional Lore Lindu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 34(2): 147-155.
- Stahl, E. 2013. *Thin Layer Chromatography: A Laboratory Handbook*. California: Springer. 1041 hlm.
- Stone, J. K., Bacon, C. W. dan White, J. 2000. *An Overview of Endophytic Microbes: Endophytism Defined*, p 3-29. in Bacon, C. W. dan White, J. F. 2000. *Microbial Endophytes*. New York: Marcel Dekker Inc. 500 hlm.
- Strobel, G. A. 2003. Endophytes as Sources of Bioactive Products. *Microbes and Infection* 5(6):535-544.
- Strobel, G., Daisy, B., Castillo, U. dan Harper, J. 2004. Natural Products From Endophytic Microorganism. *Journal of naturan Products* 67(2):257-268.
- Suryanita, Aliyah, Djabir, Y. Y., Wahyudin, E., Rahman, L. dan Yulianty, R. 2019. Identifikasi Senyawa Kimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Kulit Jeruk Bali (*Citrus maxima* Merr.). *Majalah Farmasi dan Farmakologi* 23(1):16-20.
- Suryowati, T., Rimbawan, Damanik, R., Bintang, M. dan Handharyani, E. 2015. Identifikasi Komponen Kimia Dan Aktivitas Antioksidan Dalam Tanaman

- Torbangun (*Coleus amboinicus* Lour). *Jurnal Gizi dan Pangan* 10(3):217-224.
- Supiyanti, W., Wulansari, E. D., dan Kusmita, L. 2010. Uji Aktivitas Antioksidan Dan Penentuan Kandungan Antosianin Total Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L). *Majalah Obat Tradisional* 15(2):64-70.
- Tan, R. X. dan Zou, W. X. 2001. Endophytes: A Rich Source Of Functional Metabolites. *Natural Production Reports* 18(4):448-459.
- Tan, X. M., Zhou, Y. Q., Zhou, X. L., Xia, X. H., Wei, Y., Li, L. H., Tang, H. Z. dan Yu, L. Y. 2018. Diversity And Bioactive Potential Of Culturable Fungal Endophytes Of *Dyosma versipellis*; A Rare Medicinal Plant Endemic To China. *Science Report* 8(1):1-9.
- Tristantini, D., Ismawati, A., Pradana, B. T., dan Jonathan, J. G. 2016. Pengujian Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH pada Daun Tanjung (*Mimusops elengi* L). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*. Yogyakarta.
- Tuheteru, F. D., Kusmana, C., Mansur, I. dan Iskandar. 2014. Karakteristik Buah Dan Mutu Morfo-Fisiologis Benih Lonkida (*Nauclea orientalis* L.) Dari Habitat Alami Di Sulawesi Tenggara. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan* 8(3):152-160.
- Turner dan Wasson. 1997. *Nauclea orientalis* L. University of Connecticut. Di akses melalui <http://titanarum.uconn.edu/199800135.html> [19 September 2019].
- Utomo, A. B., Suprijono, A. dan Risdianto, A. 2011. Uji aktivitas antioksidan kombinasi ekstrak sarang semut (*Myrmecodia pendans*) dan ekstrak teh hitam (*Camellia sinensis* O.K.var.assamica (mast.)) dengan metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil). *Media Farmasi Indonesia* 6(1):1-9.
- Vimala, S., Adenan, M. I., Ahmad, A. R. dan Rohana, S. 2003. Nature's Choice to Wellness: Antioxidant Vegetables/ Ulam. *Research Report*. Kuala Lumpur: Forest Research Institut Malaysia.
- Wang, K., Shiwei, W., Bin, W. dan Jiguang, W. 2014. Bioactive Natural Compounds From The Mangrove Endophytic Fungi. *Medicinal Chemistry* 14(4):370-391.
- Wali, M., Tuharea, M. S. dan Uar, N. I. 2018. Senyawa Kimia Kayu Marsegu (*Nauclea orientalis* L.). *jurnal Agribisnis Perikanan* 11(2):70-74.
- Wahdaningsih, S., Setyowati, E. P. dan Wahyuono, S. 2011. Aktivitas Penangkap Radikal Bebas Dari Batang Pakis (*Alsophila glauca* J. Sm). *Majalah Obat Tradisional* 16(3):156-160.

- Widowati, T., Bustanussalam, Sukiman, H. dan Simanjuntak, P. 2016. Isolasi Dan Identifikasi Kapang Endofit Dari Tanaman Kunyit (*Curcuma longa* L.) Sebagai Penghasil Antioksidan. *Biopropal Industri* 7(1):9-16.
- Wijayakusuma, H. M. H. 2008. *Ramuan Lengkap Herbal Taklukan Penyakit*. Jakarta: Pustaka Bunda. viii+324 hlm.
- Wulandari, L. 2011. *Kromatografi Lapis Tipis*. Jember: PT. Taman Kampus Persindo. 182 hlm.
- Yilmaz, N., Houbraken, J., Hoekstra, E. S., Frisvad, J. C., Visagie, C. M. dan Samson, R. A. 2012. Delimitation and characterisation of *Talaromyces purpurogenus* and related species. *Persoonia Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi* 29(1):39-54.
- Zhang, Z., Elsohly, H. N., Jacob, M. R., Pasco, D. S., Walker, L. A. dan Clark, A. M. 2001. New Indole Alkaloids from the Bark of *Nauclea orientalis*. *Journal of Natural Products* 64(8):1001-1004.
- Zhang, Z. S., Li, D., Wang, L. J. Ozkan, N., Chen, X. D., Mao, Z. H. dan Yang, H. Z. 2007. Optimization Of Ethanol–Water Extraction Of Lignans From Flaxseed. *Separation and Purification Technology* 57(1):17-24.
- Zhao, J., Fu, Y., Luo, M., Zu, Y., Wang, W., Zhao, C., dan Gu, C. 2012. Endophytic Fungi From Pigeon Pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) Produce Antioxidant Cajaninstilbene Acid. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60(17):4314-4319.
- Zuraida, Sulistiyani, Sajuthi, D., dan Suparto, I. H. 2017. Fenol, Flavonoid, Dan Aktivitas Antioksidan Pada Ekstrak Kulit Batang Pulai (*Alstonia scholaris* R.Br).