

SKRIPSI

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

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains di Jurusan
Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya



**GITA FITRI RAHMADIANTI
08041381621059**

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

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

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

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

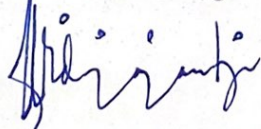
Oleh:

GITA FITRI RAHMADIANTI

08041381621059

Indralaya, Agustus 2020

Dosen Pembimbing I



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

Dosen Pembimbing II



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



HALAMAN PERSETUJUAN

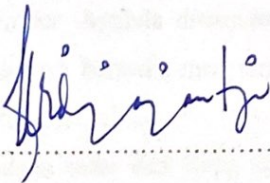
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Fungi Endofit pada Tumbuhan Bengkal (*Nauclea orientalis* L.) yang Berpotensi sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri” telah disetujui oleh Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 31 Agustus 2020.

Indralaya, Agustus 2020

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

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

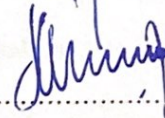

(.....)

Anggota:

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


(.....)

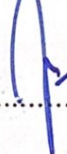
3. Dra. Muharni, M.Si.
NIP. 196306031992032001


(.....)



4. Dr. Salni, M.Si.
NIP. 196608231993031002


(.....)


5. Drs. Mustafa Kamal, M.Si.
NIP. 196207091992031005


(.....)

Mengetahui,


Dekan FMIPA

Prof. Dr. Iskhag Iskandar, M.Sc.
NIP. 197210041997021001

Ketua Jurusan Biologi


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

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

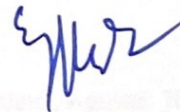
Nama : Gita Fitri Rahmadiani
NIM : 08041381621059
Judul : Fungi Endofit pada Tumbuhan Bengkal (*Nauclea orientalis L.*) yang Berpotensi sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri

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



Gita Fitri Rahmadiani
NIM. 08041381621059

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

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Gita Fitri Rahmadiani

NIM : 08041381621059

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

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



Gita Fitri Rahmadiani
NIM. 08041381621059

RINGKASAN

FUNGI ENDOFIT PADA TUMBUHAN BENGKAL (*Nauclea orientalis* L.)
YANG BERPOTENSI SEBAGAI PENGHASIL SEYAWA ANTIBAKTERI
Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, Juli 2020

Gita Fitri Rahmadiani; Dibimbing oleh Dr. Hary Widjajanti, M. Si. dan
Dr. Elisa Nurnawati, M. Si.

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

Tumbuhan obat adalah tumbuhan yang salah satu atau seluruh bagian tumbuhan tersebut mengandung zat aktif yang yang dapat dimanfaatkan untuk menyembuhkan penyakit. *Nauclea orientalis* menghasilkan senyawa metabolit sekunder seperti tannin dan senyawa alkaloid yang berfungsi sebagai antibakteri. Fungi endofit dipilih karena kemampuan tumbuhan inang dapat berkorelasi dengan fungi endofit dalam memproduksi metabolit sekunder. Keberadaan populasi fungi endofit sangat bervariasi pada setiap tumbuhan dengan spesies yang sama maupun berbeda. Fungi endofit berkolonisasi disetiap bagian organ tumbuhan terutama pada bagian daun. Berdasarkan penelitian sebelumnya diperoleh 12 isolat fungi endofit dari tumbuhan Bengkal. Tujuh isolat fungi endofit diisolasi dalam penelitian fungi endofit tumbuhan Bengkal yang berpotensi dalam menurunkan konsentrasi timbal (Pb) dan lima isolat fungi endofit diisolasi dalam penenilaian fungi endofit tumbuhan Bengkal lainnya yaitu sebagai biokontrol terhadap *Colletotrichum capsici*.

Tujuan penelitian ini adalah memperoleh isolat fungi endofit yang berpotensi menghasilkan senyawa antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*, menentukan nilai Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) ekstrak metabolit sekunder fungi endofit yang memiliki aktivitas antibakteri kuat, mengetahui jenis senyawa yang terkandung dalam ekstrak metabolit sekunder fungi endofit tumbuhan Bengkal yang memiliki aktivitas antibakteri kuat. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2019 sampai dengan Juni 2020. Tahapan penelitian ini adalah pembuatan medium dan sterilisasi alat bahan, peremajaan fungi endofit, kultivasi dan ekstraksi, uji aktivitas antibakteri dengan metode *Kirby Bauer*, menentukan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan bioautografi ekstrak metabolit sekunder fungi endofit tumbuhan Bengkal. Hasil pengukuran diameter zona hambat pada pengujian aktivitas antibakteri, hasil pengujian konsentrasi hambat minimum senyawa antibakteri, nilai Rf dan golongan senyawa antibakteri dari isolat fungi endofit yang diperoleh dalam penelitian ini disajikan dalam bentuk tabel. Data zona hambat yang terbentuk dalam pengujian aktivitas antibakteri dan hasil pengujian KLT-Bioautografi yang diperoleh akan disajikan dalam bentuk foto. Hasil dari penelitian ini 12 isolat fungi endofit memiliki kemampuan menghambat bakteri *Escherichia coli* ATCC8739 dan *Staphylococcus aureus* ATCC6538. Fungi endofit tumbuhan Bengkal yang memiliki aktivitas antibakteri kuat terdiri dari 3 fungi endofit diantaranya *Diaporthe* sp., *Aureobasidium* sp. dan *Pythium* sp. Nilai KHM berturut-turut fungi endofit terhadap *Escherichia coli*

ATCC8739 62,5 µg/ml, 31,25 µg/ml dan 62,5 µg/ml. Nilai KHM fungi endofit terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC6538 62,5 µg/ml. Fungi endofit *Diaporthe* sp. mengandung senyawa terpenoid dan flavonoid, fungi endofit *Aureobasidium* sp. mengandung senyawa terpenoid, flavonoid dan alkaloid, fungi endofit *Pythium* sp. mengandung senyawa terpenoid.

Kata Kunci : Antibakteri, *Nauclea orientalis* L., Fungi Endofit.

SUMMARY

ENDOPHYTIC FUNGI IN BENGKAL (*Nauclea orientalis* L.) THAT POTENTIAL IN PRODUCING ANTIBACTERIAL COUMPOUND

Scientific Paper in Form of Skripsi, July 2020

Gita Fitri Rahmadianti; Supervised by Dr. Hary Widjajanti, M. Si. dan Dr. Elisa Nurnawati, M. Si.

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

Medicinal plants are plants that one or all parts of the plant contain active substances that can be used to cure diseases. *Nauclea orientalis* produces secondary metabolites such as tannin and alkaloid compounds that function as antibacterial. Endophytic fungi were chosen because the ability of host plants can correlate with endophytic fungi in producing secondary metabolites. Endophytic fungi were chosen because the ability of host plants can correlate with endophytic fungi in producing secondary metabolites. The existence of endophytic fungi populations varies greatly in each plant with the same or different species. Endophytic fungi colonize every part of the plant organs, especially in the leaves. Based on previous research, 12 endophytic fungi isolates were obtained from Bengkulu plants. Seven endophytic fungi isolates were isolated in the Bengkulu endophytic fungi study which has the potential to reduce lead concentration (Pb) and five endophytic fungi isolates were isolated in the endophytic fungi penitentiation of other Bengkulu plants, namely as a biocontrol of *Colletotrichum capsici*.

The purpose of this study was to obtain endophytic fungi isolates that have the potential to produce antibacterial compounds against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*, determine the value of Minimum Inhibitory Concentration (MIC) of secondary metabolite extracts of endophytic fungi that have strong antibacterial activity, determine the types of compounds contained in extracts of secondary fungal metabolites Bengkulu plant endophytes which have strong antibacterial activity. This research was conducted in December 2019 until June 2020. The stages of this research were the making of medium and sterilization of material tools, rejuvenation of endophytic fungi, cultivation and extraction, antibacterial activity test by Kirby Bauer method, determining Minimum Inhibitory Concentration (MIC) and bioautography of metabolite extract secondary to Bengkulu plant endophytic fungi. The results of measurement of inhibition zone diameter in testing antibacterial activity, the results of testing the minimum inhibitory concentration of antibacterial compounds, Rf values and classes of antibacterial compounds from endophytic fungi isolates obtained in this

study are presented in tabular form. Inhibition zone data formed in the antibacterial activity test and TLC-Bioautographic test results obtained will be presented in the form of photographs.

The results of this study 12 endophytic fungi isolates have the ability to inhibit the bacteria *Escherichia coli* ATCC8739 and *Staphylococcus aureus* ATCC6538. Bengkal plant endophytic fungi that have strong antibacterial activity consists of 3 endophytic fungi including *Diaporthe* sp., *Aureobasidium* sp. and *Pythium* sp. The MIC values were respectively endophytic fungi against *Escherichia coli* ATCC8739 62.5 µg / ml, 31.25 µg / ml and 62.5 µg / ml. The MIC value of endophytic fungi against *Staphylococcus aureus* ATCC6538 62.5 µg / ml. Endophytic fungi *Diaporthe* sp. contains terpenoid and flavonoid compounds, endophytic fungi *Aureobasidium* sp. contains terpenoids, flavonoids and alkaloids, endophytic fungi *Pythium* sp. contains terpenoid compounds.

Keywords: Antibacterial, *Nauclea orientalis* L., Endophytic Fungi

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan”

(QS. Al Insyirah: 5)

“Allah yang menjadikan bumi itu mudah untuk kalian, maka berjalanlah di seluruh penjurunya dan makanlah sebagian rizki-Nya dan hanya kepada Allah tempat kembali”

(QS. Al Mulk: 15)

Karya ini saya persembahkan
Kepada Penguat Hati
Allah SWT beserta Habiballah Muhammad SAW
Ayah, Ibu dan Adik
Keluarga Besar
Almamaterku

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Fungi Endofit pada Tumbuhan Bengkal (*Nauclea orientalis* L.) yang Berpontesi sebagai Penghasil Senyawa Antibakteri**” sebagai syarat untuk mendapatkan Gelar Sarjana Sains Bidang Biologi di Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Selama pembuatan Skripsi penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada kedua orang tua, kakak, dan adik yang telah banyak memberi do’a, kasih sayang dan semangat selama masa perkuliahan di Universitas Sriwijaya. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Dr. Hary Widjajanti, M.Si. dan Dr. Elisa Nurnawati, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan dan saran selama melakukan penelitian dan penulisan skripsi ini. 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. Dra. Nina Tanzerina, M.Si. selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan akademik selama penulis menjadi mahasiswa di Jurusan Biologi.
6. Dra. Muharni, M.Si. dan Dr. Salni, M. Si. selaku dosen Pembahas yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Seluruh dosen dan staf pengajar Jurusan Biologi yang selalu memberikan banyak ilmu yang berharga kepada penulis.

8. Seluruh staf administrasi dan karyawan Jurusan Biologi yang membantu dalam urusan administrasi penulis.
9. Seluruh rekan-rekan Biologi 16 Jurusan Biologi yang selalu memberikan semangat dan membantu setiap proses dalam penyelesaian skripsi ini.
10. Seluruh rekan-rekan alumni Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya yang telah membantu dan memberi semangat untuk penulis.
11. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberi bantuan kepada penulis.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melimpahkan karunia membalas segala amal kebaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk berbagai pihak.

Indralaya, Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	v
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	vi
RINGKASAN.....	v
SUMMARY.....	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Tumbuhan Bengkal (<i>Nauclea orientalis</i> L.).....	5
2.1.1. Klasifikasi Tumbuhan Bengkal (<i>Nuclea orientalis</i> L.).....	6
2.2. Fungi Endofit.....	6
2.3. Isolat Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal (<i>Nauclea orientalis</i> (L.).....	7
2.4. Interaksi Fungi Endofit dengan Tumbuhan Inang.....	8
2.5. Fungi Endofit Penghasil Senyawa Antibakteri.....	9
2.6. Metabolit Sekunder.....	9
2.7. Senyawa antibakteri.....	10
2.8. Konsentrasi Hambat Minimum.....	11
2.9. Bakteri Uji.....	11
2.9.1. <i>Escherichia coli</i>	11

2.9.2. <i>Staphylococcus aureus</i>	12
METODE PENELITIAN	13
3.1. Waktu dan Tempat.....	13
3.2. Alat dan Bahan.....	13
3.3. Cara Kerja.....	13
3.3.1. Pembuatan Media dan Sterilisasi alat dan Bahan	13
3.3.2. Peremajaan Isolat Fungi.....	14
3.3.3. Kultivasi Fungi Endofit dan Ekstraksi Metabolit Sekunder	14
3.3.4. Uji Aktivitas Antibakteri	15
3.3.4. Bioautografi Ekstrak Metabolit Sekunder Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal (<i>Nauclea orientalis</i> L).....	17
3.3.5. Penyajian Data	17
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
4.1. Kultivasi dan Ekstraksi Metabolit Sekunder Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal	18
4.2. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Metabolit Sekunder Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal.....	19
4.3. Penentuan KHM (Konsentrasi Hambat Minimum) Ekstrak Metabolit Sekunder Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal	22
4.4. Uji Bioautografi Ekstrak Metabolit Sekunder Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal	25
BAB 5.....	30
KESIMPULAN DAN SARAN.....	30
5.1. Kesimpulan	30
5.2. Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN.....	36

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Hasil Kultivasi Fungi Endofit Endofit Tumbuhan Bengkal.....	19
Tabel 4.2. Diameter Zona Hambat Ekstrak Metabolit sekunder Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal terhadap bakteri <i>Escherichia coli</i> ATCC8739 dan <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC6538	20
Tabel 4.3. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Metabolit sekunder Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal terhadap bakteri <i>Escherichia coli</i> ATCC8739 dan <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC6538	21
Tabel 4.4. Konsentrasi Hambat Minimum Ekstrak Metabolit Sekunder <i>Diaporthe</i> sp., <i>Aureobasidium</i> sp. dan <i>Pythium</i> sp. terhadap Bakteri <i>Escherichia</i> <i>coli</i> ATCC8739 dan <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC6538	24
Tabel 4.5. Hasil Uji KLT dan Bioautografi dan Nilai Rf dari Ekstrak Metabolit Sekunder Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal.....	26

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Morfologi tumbuhan Bengkal (<i>Nuclea orientalis</i> L.)	6
Gambar 4.1. Uji aktivitas antibakteri ekstrak metabolit sekunder fungi endofit tumbuhan Bengkal terhadap <i>Escherichia coli</i> ATCC8739	22
Gambar 4.2. Hasil KLT ekstrak <i>Diaporthe</i> sp., <i>Aureobasidium</i> sp. dan <i>Pythium</i> sp.	27
Gambar 4.3. Analisis KLT-Bioautografi terhadap bakteri <i>Escherichia coli</i> ATCC8739 dan <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC6538	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Komposisi Medium	37
Lampiran 2. Peremajaan Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal (<i>Nauclea orientalis</i> L.) dalam Medium PDA.....	39
Lampiran 3. Penimbangan Biomassa Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal (<i>Nauclea orientalis</i> L.).....	40
Lampiran 4. Penimbangan Biomassa Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal (<i>Nauclea orientalis</i> L.).....	41
Lampiran 5. Ekstraksi Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal (<i>Nauclea orientalis</i> L.)..	42
Lampiran 6. Diameter Zona Hambat dalam Penentuan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM).....	43
Lampiran 7. Uji Kromatografi Lapis Tipis (KLT) Ekstrak Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal (<i>Nauclea orientalis</i> L.)	44

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pemanfaatan tumbuhan sebagai bahan obat sudah sejak lama dilakukan oleh masyarakat di Indonesia. Indonesia memiliki keanekaragaman suku atau etnis dengan pengetahuan tradisional yang berbeda dalam menggunakan tanaman obat (Handayani, 2015). Tumbuhan obat adalah tumbuhan yang salah satu atau seluruh bagian tumbuhan tersebut mengandung zat aktif yang berkhasiat bagi kesehatan dan dapat dimanfaatkan untuk menyembuhkan penyakit. Bagian tumbuhan yang dimaksud adalah daun, buah, bunga, akar, rimpang, kulit batang dan resin (Sada dan Tanjung, 2010).

Nauclea orientalis dimanfaatkan masyarakat sekitar Taman Nasional Lore Lindu untuk obat kencing manis dan kencing bernanah (Susiarti *et al.*, 2009). Tumbuhan Bengkal (*Nauclea orientalis*) dikembangkan untuk menekan perkembangan bakteri *Aeromonas hydrophyla*. *Nauclea orientalis* umumnya menghasilkan senyawa metabolit sekunder seperti tannin dan senyawa alkaloid yang berfungsi sebagai antibakteri alami ramah lingkungan (Aisiah, 2012).

Nauclea orientalis berasal dari Banten dan Majalengka Provinsi Jawa Barat serta adanya penelitian oleh Tuheteru *et al* (2014), mengenai *Nauclea orientalis* yang berasal dari Provinsi Sulawesi Tenggara. *Nauclea orientalis* merupakan salah satu jenis pohon tropis yang multi guna, Beberapa senyawa aktif yang terdapat pada tiga bagian batang *Nauclea orientalis* yakni *squalene*, *geraniol*, *stigmasta*, *hexadecanoic*. Senyawa-senyawa metabolit sekunder tersebut merupakan senyawa berupa antioksidan atau antibakteri (Wali *et al.*, 2018).

Setiap tumbuhan mengandung satu atau lebih mikroorganisme endofit yang terdiri dari fungi atau bakteri. Fungi endofit dipilih karena kemampuan tumbuhan inang dapat berkorelasi dengan fungi endofit dalam memproduksi metabolit sekunder. Kemampuan fungi endofit untuk mensintesis senyawa metabolit sekunder adalah peluang untuk produksi skala besar dalam waktu singkat tanpa menimbulkan kerusakan ekologis (Murdiyah, 2017).

Fungi endofit adalah fungi yang hidup di dalam jaringan bawah epidermis tumbuhan baik pada daun, akar, ranting dan biji. Berbagai jenis tumbuhan dapat menjadi inang dari fungi endofit (Strobel dan Daisy, 2003). Setiap tanaman tingkat tinggi dapat mengandung beberapa fungi endofit yang menghasilkan metabolit sekunder sebagai akibat koevolusi atau terjadi transfer genetik (*genetic recombination*) dari tanaman inangnya ke fungi endofit (Tan dan Zhou, 2001). Populasi strain fungi endofit yang sudah ditemukan masih sedikit, artinya peluang menemukan strain lain fungi endofit pada tumbuhan maupun ekosistem yang berbeda sangat besar (Ka *et al.*, 2012).

Fungi endofit dapat menghasilkan senyawa bioaktif alami yang unik secara struktural seperti alkaloid, benzopiranon, benzoquinon, flavonoid, fenol, steroid, terpenoid, tetralon, dan xanthone (Palanichamy *et al.*, 2018). Senyawa metabolit sekunder yang diisolasi dari fungi endofit memungkinkan pemanfaatan tumbuhan obat tanpa mengganggu keberlangsungan hidup tumbuhan. Aktivitas senyawa yang dihasilkan fungi endofit biasanya lebih besar dibandingkan aktivitas senyawa tumbuhan inangnya (Mukhlis *et al.*, 2108).

Isolasi fungi endofit dari tumbuhan Bengkal terdapat 12 isolat fungi endofit, penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Harwati (2019) dan Amelia (2019), 7 fungi endofit yang berasal dari tumbuhan Bengkal diidentifikasi sebagai *Aspergillus flavus*, *Talaromyces purpurogenus*, *Aschochyta fabbe*, dan *Aureobasidium* sp. *Aureobasidium* sp, *Diaporthe* sp. dan *Pythium* sp. isolat lainnya terdiri dari KN2F1, ESAP2, ESA2P1, ESKBP dan ES1DP2(3). Menurut Machida dan Ogomi (2010), *Aspergillus flavus* menghasilkan beragam metabolit sekunder seperti *polyketide synthases* (PKS) selalu diperlukan untuk produksi *polyketide*. *Non-ribosomal peptide synthases* (NRPS) umumnya ditemukan dalam produksi beberapa alkaloid dan peptida kecil.

Bengkal adalah salah satu dari banyak spesies tumbuhan yang terletak di Filipina. Bengkal ditemukan terutama di hutan sekunder di ketinggian rendah dan menengah. Bagian daun bengkal dapat dioleskan pada bisul dan tumor, dan kulit kulit kayu yang telah dihancurkan dapat digunakan sebagai antidiare dan obat untuk sakit gigi (Cruz dan Jubilo, 2014).

Antibakteri adalah suatu senyawa yang digunakan untuk menghambat dan menghentikan pertumbuhan bakteri. Antibakteri biasanya terdapat dalam suatu organisme sebagai metabolit sekunder. Mekanisme senyawa antibakteri secara umum dilakukan dengan cara merusak dinding sel bakteri, mengubah permeabilitas membran bakteri, mengganggu sintesis protein, dan menghambat kerja enzim (Khairiah dan Nintasari, 2017). Golongan senyawa yang berperan dalam merusak dinding sel antara lain fenol, flavonoid, dan alkaloid. Senyawa fitokimia tersebut berpotensi sebagai antibakteri alami pada bakteri, contohnya terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* (Septiani *et al.*, 2017).

Konsentrasi hambat minimum (KHM) adalah konsentrasi terendah dari suatu bahan antibakteri yang mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Melalui cara tersebut, kemampuan suatu antibakteri dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada konsentrasi terendah dapat diketahui (Wiharningtias *et al.*, 2016). Resistensi antibakteri merupakan problematika di bidang kesehatan. Berbagai jenis bakteri patogen berkembang menjadi resisten terhadap satu atau beberapa jenis antibakteri (Nawea *et al.*, 2015). Menentukan kerentanan patogen terhadap antibakteri diperlukan dalam pemilihan yang tepat untuk mengobati infeksi bakteri. Antibakteri dapat bertindak sebagai bakteristatik dan bakterisida tergantung pada konsentrasinya. Antibakteri harus dievaluasi untuk potensi penghambatannya (Owuama, 2017).

Escherichia coli adalah salah satu bakteri yang dapat menyebabkan infeksi enterobakteria yang banyak diderita masyarakat. *Escherichia coli* menyebabkan infeksi pada jaringan tubuh lain di luar usus yaitu dapat menyebabkan infeksi saluran kemih, meningitis, peritonitis, dan pneumonia (Ningsih *et al.*, 2016). *Staphylococcus aureus* bersifat non-motil, sel-selnya berbentuk bola dengan diameter 0,5 μm sampai dengan 1,5 μm (Pelczar dan Chan, 2005). *Staphylococcus aureus* nonspora, anaerob fakultatif, katalase positif dan oksidase negatif. *Staphylococcus aureus* tumbuh pada suhu 6,5-46° C dan pada pH 4,2-9,3 (Dewi, 2013). *Staphylococcus aureus* dapat menyebabkan terjadinya berbagai jenis infeksi mulai dari infeksi kulit ringan, keracunan makanan sampai dengan infeksi sistemik (Karimela *et al.*, 2017).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah fungi endofit pada tumbuhan Bengkal memiliki potensi sebagai penghasil senyawa antibakteri ?
2. Berapa nilai Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) ekstrak metabolit sekunder fungi endofit tumbuhan Bengkal yang memiliki aktivitas antibakteri kuat?
3. Apa saja senyawa yang terkandung pada ekstrak metabolit sekunder fungi endofit tumbuhan Bengkal yang memiliki aktivitas antibakteri kuat?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dengan melaksanakan penelitian ini adalah untuk:

1. Memperoleh isolat fungi endofit tumbuhan Bengkal yang berpotensi menghasilkan senyawa antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*.
2. Menentukan nilai Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) ekstrak metabolit sekunder fungi endofit tumbuhan Bengkal yang memiliki aktivitas antibakteri kuat.
3. Mengetahui jenis senyawa yang terkandung dalam ekstrak metabolit sekunder fungi endofit tumbuhan Bengkal yang memiliki aktivitas antibakteri kuat.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mendapatkan isolat fungi endofit dari tumbuhan Bengkal yang dapat berpotensi menghasilkan senyawa antibakteri. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan menjadi acuan data yang dapat digunakan untuk memproduksi senyawa antibakteri tanpa mengambil tumbuhan secara terus menerus.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifi, L. N., dan Rukmi, M. G., dan Pujiyanto, S. 2017. Uji Antagonis Kapang Endofit Duwet (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) terhadap Kapang *Fusarium oxysporum* Penyebab Penyakit Moler Pada Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Secara In-Vitro. *Jurnal Biologi*. 6(1): 79 – 87.
- Aisiah, S. 2012. Potensi Tumbuhan Bangkal (*Nauclea orientalis*) untuk Pengendalian Bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Fish Scientiae*. 2(4): 166 – 177.
- Akmalasari, I, Purwati, S. P., dan Dewi, R. S. 2013. Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit Tanaman Manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Biosfera*. 3(2): 83 – 86.
- Alegantina, S. dan Isnawati, A. 2010. Identifikasi dan Penetapan Kadar senyawa Kumarin dmuhaalam Ekstrak metanol *Artemisia annua* L. secara Kromatograti Lapis Tipis - Densitometri. *Buletin Penelitian Kesehatan*. 38 (1): 17 – 28.
- Alen, Y., Agresa, L. F., 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 Klinis*. 3(2): 146 – 152.
- Amalia, A., L Sari, dan Nursanty, R. 2017. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etil Asetat Daun Sembung (*Blumea balsamifera* (L.) Dc.) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA). *Prosiding Seminar Nasional Biotik 2017*. 4 (1): 387 – 391.
- Amelia, E. 2019. Potensi Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal (*Nauclea orientalis* (L.) L.) Dalam Menurunkan Konsentrasi Timbal (Pb). *Skripsi*. Universitas Sriwijaya: Indralaya.
- Aristyawan, A. D., Sugijanto, N. E., dan Suciati. 2017. Potensi Antibakteri dari Ekstrak Etanol Spons *Agelas cavernosa*. *Jurnal Farmasi Dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*. 4(1): 39 – 43.
- Bagnolli, F., Rino, R., dan Guido, G. 2017. *Staphylococcus aureus*. Switzerland: Springer International Publishing AG.
- Brenner, D. J., Noel, R. K., dan James, T. S. 2007. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Vol 2 Part B*. United State of America: Genetics Michigan State University: ix+1106 hlm.
- Chan E. C. W., Lim, Y. Y dan Mohammed, O. 2007. Antioxidant and Antibacterial Activity of Leaves of Etlingera Species (*Zingiberaceae*) in Peninsular Malaysia. *Food Chemistry*. 104: 1586 – 1593.

- Cruz, J. P., dan Jubilo, R. M. M. 2014. Evaluation of the Anti – *Staphylococcal* Activity of *Nauclea orientalis* Linn. *European Scientific Journal*. 10(27): 170 – 179.
- Dewi, A. K. 2013. Isolasi, Identifikasi dan Uji Sensitivitas *Staphylococcus aureus* terhadap *Amoxicillin* dari Sampel Susu Kambing Peranakan Ettawa (PE) Penderita Mastitis Di Wilayah Girimulyo, Kulonprogo, Yogyakarta. *Jurnal Veteriner*. 31(2): 138 – 150.
- Elviasari, J., Rusli, R., Ramadhan, A. M. 2016. Identifikasi Metabolit Sekunder dan Uji Aktivitas Antibakteri Isolat Jamur Endofit Daun Beluntas (*Pluchea indica* (L.) Less.). *Jurnal Sains dan Kesehatan*. 1(5): 214 – 220.
- Ergina, Nuryanti, S., dan Pursitasari, D. I. 2014. Uji Kualitatif Senyawa Metabolit Sekunder pada Daun Palado (*Agave angustifolia*) yang diekstraksi dengan Pelarut Air dan Etanol. *Jurnal Riset dan Industri Hasil Hutan*. 9(2): 65 – 74.
- Fatasa, Y. 2013. Daya Antibakteri Ekstrak Kulit dan Biji Buah Pulasan (*Nephelium mutabile*) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* Secara In Vitro. *Jurnal Peternakan*. 10 (1): 31 – 38.
- Handayani, A. 2015. Pemanfaatan tumbuhan berkhasiat obat oleh masyarakat sekitar Cagar Alam Gunung Simpang, Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. 1(6): 1425 – 1432.
- Harwati, M. 2019. Biokontrol Fungi Endofit Tumbuhan Bengkal (*Nauclea Orientalis* L.) Terhadap Fungi Patogen *Colletotrichum Capsici* Ipbcc 13.1098. *Skripsi*. Universitas Sriwijaya: Indralaya.
- Hasiani, V. V., Islamanudin, Ahmad, I., dan Rijai L. 2015. Isolasi Fungi Endofit dan Produksi Metabolit Sekunder Antioksidan dari Daun Pacar (*Lawsonia inermis* L.). *Jurnal Sains dan Kesehatan*. 1(4): 146 – 153
- Holetz, F. B., Pessini, L. G., Sanches, N. R., Cortez, D. A.C., Nakamura, V. C., dan Filho, B. P. D. 2002. Screening of Some Plants Used in the Brazilian Folk Medicine for the Treatment of Infectious Diseases. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 97(7): 1027 – 1031.
- Jamal, Y., Ilyas, M. Kanti, A., dan Agusta, A. 2008. Diversitas dan Metabolit Sekunder Jamur Endofit yang diisolasi dari Tumbuhan Gambir (*Uncaria gambler*) Serta Aktivitas Biologisnya Sebagai Antibakteri. *Berita Biologi*. 9(1): 149 – 154.
- Ka, S., Aa, E., Tm, A., dan Ai, E. 2012. Biology of Endophytic Fungi. *Current Research in Environmental and Applied Mycology*: 31 – 82.
- Karimela, E. J., Ijong, F. G, dan Dien, H. A. 2017. Karakteristik *Staphylococcus aureus* yang diisolasi dari Ikan Asap Pinekuhe Hasil Olahan Tradisional Kabupaten Sangihe. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indoneisa*. 20 (1): 188 – 198.

- Kaul, S., Gupta, S., Ahmed, M., dan Dhar, M. K. 2012. *Endophytic Fungi from Medicinal Plants: A Treasure Hunt for Bioactive Metabolites*. *Phytochemistry reviews*. 11 (4): 487 – 505.
- Khairiah, N dan Nintasari R. 2017. Isolasi dan Uji Aktivitas Antimikroba dan Kapang Endofit dari Kayu Ulin (*Eusideroxylon zwageri* Teijsm & Binn.). *Jurnal Riset Industri*. 9(2): 65 – 74.
- Kumala, S dan Pratiwi, A. A. 2014. Efek Antimikroba dari Kapang Endofit Ranting Tanaman Biduri. *Jurnal Farmasi Indonesia*. 1(3): 111 – 120.
- Kursia, S., Aksa, R., dan Nolo, M. M. 2018. Potensi Antibakteri Isolat Jamur Endofit Dari Daun Kelor (*Moringa Oleifera* Lam.). *Majalah Farmasi, Sains, dan Kesehatan*. 4(1): 30 – 33.
- Lestari, T., A. Nurmala, dan M. Nurmalasari. 2015. Penetapan Kadar Polifenol dan Etanol Ekstrak Daun Sintrong Antibakteri Aktivitas (*Crassocephalum crepidiodes* (Benth.) S. moore). *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*. 13 (1): 107 – 112.
- Machida dan Gomi. 2010. *Aspergillus*. Jepang: Horizon Scientific Press.
- Marusin, S., Saefudin dan Chaerul. 2013. Potensi Sifat Antioksidan pada 10 Jenis Ekstrak dari Famili Rubiaceae. *Jurnal Biologi Indonesia*. 9(1): 93 – 100.
- Mukhlis, D. K., Rozirwan, dan Hendri, M. 2018. Isolasi dan Aktivitas Antibakteri Fungi Endofit pada Mangrove *Rhizophora apiculata* dari Kawasan Mangrove Tanjung Api-Api Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan. *Maspri Journal*. 10(2): 151 – 160.
- Murdiyah, S. 2017. Fungi Endofit pada Berbagai Tumbuhan 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.
- Nawea, Y., Mangindaan, R. E. P., Robert A. Bara, R. A. 2017. Uji Antibakteri Fungi Endofit Dari Tumbuhan Mangrove *Sonneratia alba* yang Tumbuh Di Perairan Pantai Tanawangko. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 1(1): 24 – 35.
- Ngajow, M., Abdujulu, J., dan Kamu. V. S. 2013. Pengaruh Antibakteri Ekstrak Kulit Batang Matoa (*Pometia pinnata*) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* secara In vitro. *Jurnal Mipa Unsrat Online*. 2 (2): 128 – 132.
- Ningsih, D. R., Zusfahair, Kartika, D. 2016. Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Serta Uji Aktivitas Ekstrak Daun Sirsak Sebagai Antibakteri. *Molekul*. 11(1). 101 – 111.

- Ogbonna, C. N., Aoyagi, H., Ogbonna, C. J. 2017. Isolation and Identification of *Talaromyces purpurogenus* and Preliminary Studies on its Pigment Production Potentials in Solid State Cultures. *African Journal of Biotechnology*. 16(13): 672 – 682.
- Owuama, C. I. 2017. Determination of minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) using a novel dilution tube method. *African Journal of Microbiology Research*. 11(23): 977 – 980.
- Palanichamy, P., Krishnamoorthy, G., Kannan, S., dan Marudhamuthu, M. 2018. Bioactive potential of secondary metabolites derived from medicinal plant endophytes. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*. 5: 303 – 312.
- Pelczar, M. J. dan Chan, E. C. S. 2005. *Dasar-dasar Mikrobiologi Jilid 2*. Diterjemahkan oleh Hadioetomo, Imas, T., Tjitrosomo, S. S., dan Angka S. L. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI Press). Viii + 572 hlm.
- Pratiwi, S. R. Tjiptasurasa, Wahyuningrum, R. 2011. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Kayu Nangka (*Artocarpus heterophylla* Lmk.) terhadap *Bacillus subtilis* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Pharmacy*. 8(3): 1 – 10.
- Punnapayak, H., Sudhadham, M., dan Prasongsuk, S. 2003. Characterization of *Aureobasidium pullulans* Isolated from Airborne Spores in Thailand. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*. 30: 89 – 94.
- Rachman, S. D., Mukhtari, Z., Ukun, M. S., dan Soedjanaatmadja, M. S. 2017. Alga Merah (*Gracilaria coronopifolia*) sebagai Sumber Fitohormon Sitokinin yang Potensial. *Chemica et Natura Acta*. 5(3): 124 – 131.
- Radji, M. 2005. Peranan bioteknologi dan mikroba endofit dalam pengembangan obat herbal. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. 2(3): 113 – 126.
- Rahmawati, F dan Bintari, H. 2014. Studi Aktivitas Antibakteri Sari Daun Binahong (*Anredera cordifolia*) terhadap Pertumbuhan *Bacillus cereus* dan *Salmonella enteritidis*. *Unnes Journal of Life Science*. 3(2): 103 – 111.
- Rante, H., Taebe, B., dan Intan, S. 2013. Isolasi Fungi Endofit Penghasil Senyawa Antimikroba dari Daun Cabai Katokkon (*Capsicum annuum* L var. chinensis) dan Profil KLT Bioautografi. *Majalah Farmasi dan Farmakologi*. 17 (2): 39 – 46.
- Retnaningsih, A., Primadhamanti, A., dan Marisa, I. 2019. Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Biji Pepaya terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Shigella dysenteriae* dengan Metode Difusi Sumuran. *Jurnal Analisis Farmasi*. 4(2): 122 – 129.

- Rianto, A., Isrul, M., Anggraeni, S., dan Saleh, A. 2018. Isolasi Dan Identifikasi Fungi Endofit Daun Jambu Mete (*Anacardium occidentale* L.) Sebagai Antibakteri Terhadap *Salmonella typhimurium*. *Jurnal Mandala Pharmacoon Indonesia*. 4 (2): 109 – 121 .
- Ruiz, B., Chavez, A., Forero, A., Garcia, H. Y., Romero, A., Sanchez, M., Rocha, D., dan Langley, E. 2010. Production of Microbial Secondary Metabolites: Regulation by the carbon source. *Critical Review in Microbiology*, 36(2), 146 – 167.
- Sada, J., dan Tanjung, R. H. R. 2010. Keragaman Tumbuhan Obat Tradisional di Kampung Nansfori Distrik Supiori Utara, Kabupaten Supiori–Papua. *Jurnal Biologi Papua*. 2(2): 39 – 46.
- Sari, D. I., dan Triyasmono, L. 2017. Rendemen dan Flavonoid Total Ekstrak Etanol Kulit Batang Bangkal (*Nauclea subdita*) dengan Metode Maserasi Ultrasonikasi. *Jurnal Pharmascience*. 4(1): 48 – 53.
- Sari, R., Muhani, M., dan Fajriaty, I. 2017. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Gaharu (*Aquilaria microcarpa* Baill.) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Proteus mirabilis*. *Pharmaceutical Sciences and Research*. 4(3): 143 – 54.
- Septiani, Dewi, E. N., dan Wijayanti, I. 2017. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Lamun (*Cymodocea rotundata*) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*. 13(1): 1 – 6.
- Soendjoto, M. A dan Riefani, M. K. 2013. Bangkal (*Nauclea* sp.) Tumbuhan Lahan Basah, Bahan Bedak Dingin. *Warta Konservasi Lahan Basah*. 21(4): 13 – 15.
- Strobel, G dan Daisy, B. 2003. Bioprospecting for Microbial Endophytes and Their Natural Products. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 67(4): 491 – 502 .
- Surjowardojo, P., Susilorini, T. E., dan Benarivo, V. 2016. Daya Hambat Dekok Kulit Apel Manalagi (*Malus sylvestris* Mill) terhadap Pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Streptococcus agalactiae* Penyebab Mastitis pada Sapi Perah. *Jurnal Ternak Tropika*. 17(1): 11 – 21.
- Susiarti, S., Purwanto, Y., dan Windadri, F. I. 2009. Pengetahuan Masyarakat Pekurehua Di Sekitar Taman Nasional Lore Lindu, Sulawesi Tengah Tentang Tumbuhan Obat dan Pemanfaatannya. *Media Penelitian dan Pengembangan*. 19(4): 185 – 192.
- Tan, R. X dan Zhou, W. X. 2001. Endophytes: A Rich Source of Functional Metabolites. *Natural Product Report*. 8(1): 448 – 459.

- Trisia, A., Phyliria, R., dan Toemon, A. N. 2018. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Kalanduyung (*Guazuma ulmifolia* Lam.) terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dengan Metode Difusi Cakram (Kirby-Bauer). *Anterior Jurnal*. 17(2): 136 – 143.
- Tuheturu, 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 – 170.
- Tunarsih, F. 2013. Keragaman Cendawan Endofit Asal Akar Tanaman Kina. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Turner dan Wasson. 1997. *Nauclea orientalis* L. University of Connecticut. Di akses melalui <http://titanarum.uconn.edu/199800135.html> [23 September 2019].
- Wali, M., Tuharea, M. S, dan Uar, N. I. 2018. Senyawa Kimia Kayu Marsegu (*Nauclea orientalis* L). *Jurnal Agribisnis dan Perikanan*. 70 – 74.
- Wigunarti, H. A., Pujiyanto, S., dan Supriyadi, A. 2019. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Biji Kelor (*Moringa oleifera* L.) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* dan Bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Berkala Bioteknologi*. 2(2): 5 – 12.
- Wiharningtyas, I., Waworuntu, O., Juliatri. 2016. Uji Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) Ekstrak Kulit Nanas (*Ananas comosus* L) Terhadap *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ilmiah Farmasi*. 5(4): 18 – 25.
- Wulandari, D., Sulistyowati, L.,Muhibuddin, A. 2014. Keanekaragaman Jamur Endofit pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) dan Kemampuan Antagonisnya terhadap *Phytophthora infestans*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*. 2(1): 110 – 118.
- Zakiah, A., Radiastuti, N., dan Sumarlin, L. O. 2015. Aktivitas Antibakteri Kapang Endofit dari Tanaman Kina (*Cinchona calisaya* Wedd.). *Jurnal Biologi Volume*. 8(2): 51 – 58.