

**ISOLASI FUNGI ENDOFIT DAUN *Eichhornia crassipes*
DAN UJI AKTIVITASNYA SEBAGAI ANTIFUNGI
TERHADAP *Ganoderma* sp. PENYEBAB BUSUK AKAR
PADA AKASIA (*Acacia mangium*)**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 pada program Studi Biologi



disusun oleh
Cici Sri Mulyati
16640041

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2020**



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1277/Un.02/DST/PP.00.9/06/2020

Tugas Akhir dengan judul : ISOLASI FUNGI ENDOFIT DAUN *Eichhornia crassipes* DAN UJI AKTIVITASNYA SEBAGAI ANTIFUNGI TERHADAP *Ganoderma* sp. PENYEBAB BUSUK AKAR PADA AKASIA (*Acacia mangium*)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : CICI SRI MULYATI
Nomor Induk Mahasiswa : 16640041
Telah diujikan pada : Rabu, 06 Mei 2020
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Valid ID: 5eec3fa2697ef

Ketua Sidang
Emy Qurotul Ainy, S.Si., M.Si
SIGNED



Valid ID: 5eec678a7bdf

Penguji I
Dr. Arifah Khusnuryani, S.Si., M.Si.
SIGNED



Valid ID: 5eec4bf1a96b

Penguji II
Ardyan Pramudya Kurniawan, S.Si., M.Si.
SIGNED



Valid ID: 5eecb52de3766

Yogyakarta, 06 Mei 2020
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Dr. Murtono, M.Si.
SIGNED

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Cici Sri Mulyati

NIM : 16640041

Judul Skripsi : Isolasi Fungi Endofit dari *Eichhornia crassipes* dan Uji Aktivitasnya sebagai Antifungi terhadap *Ganoderma* Sp. Penyebab Busuk Akar pada Akasia (*Acacia mangium*)


sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Biologi.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 20 April 2020

Pembimbing



Erny Qurotul Ainy, M.Si.
NIP. 197912172009012004

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Cici Sri Mulyati

NIM : 16640041

Prodi : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, untuk memperoleh gelar sarjana strata 1 adalah sebenar-benarnya hasil karya sendiri. Adapun sebagian karya lainnya yang saya kutif merupakan hasil karya orang lain telah dituliskan secara jelas sumbernya dengan menggunakan kaidah-kaidah dan etika dalam penulisan ilmiah. Apabila dikemudian hari terdapat plagiat dalam penyusunan skripsi ini, saya siap untuk menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Yogyakarta, 29 April 2020

Yang menyatakan,



Cici Sri Mulyati
NIM. 16640041

MOTTO

“Jangan pernah takut untuk bermimpi, karena sesuatu hal yang besar berasal dari mimpi yang engkau perjuangkan dengan sepenuh hati”

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan.” (Q.S. Al-Insyirah: 5-6)

“Imagination is more important than knowledge. Knowledge is limited. Imagination encircles the world.” (Albert Einstein)



HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya Skripsi ini dapat terselesaikan.

Karya sederhana ini dipersembahkan kepada:

Almamater Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, khususnya angkatan 2016

Kedua orang tua tercinta Bapak Mansur dan Ibu Oom Komariah serta kakak dan adik tersayang.

Semoga karya sederhana ini dapat sedikit mengukir senyum bagi mereka



KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Sholawat beserta salam semoga tetap tercurahlimpahkan kepada junjungan besar Nabi Muhammad SAW.

Skripsi yang berjudul **“Isolasi Fungi Endofit Daun *Eichhornia crassipes* dan Uji Aktivitasnya sebagai Antifungi Terhadap *Ganoderma* Sp. Penyebab Busuk Akar pada Akasia (*Acacia mangium*) “** ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat sarjana strata satu pada Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Penyelesaian skripsi ini tentu tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Pada kesempatan ini, ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya, serta kepada :

1. Bapak Dr. Murtono, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta
2. Ibu Erny Qurotul Ainy, S.Si., M.Si., selaku Ketua Program Studi Biologi sekaligus Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan serta arahan dalam pelaksanaan dan penyusunan skripsi ini.
3. Seluruh staf pengajar dan staf tenaga kependidikan Fakultas Sains dan Teknologi yang telah bersedia menyampaikan ilmunya dan membantu penyelesaian administrasi demi kelancaran pelaksanaan skripsi.

4. Ibu Jumailatus Solihah, S.Si, M.Biotech., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan dorongan dan motivasi selama menempuh studi.
5. Bu Ethik, Bu Anif, dan Pak Doni selaku PLP di Laboratorium Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Ucapan terima kasih disampaikan atas segala bimbingan dan bantuan selama pelaksanaan penelitian.
6. Kedua orang tercinta, Kakak, dan Adik terima kasih untuk waktu, doa, dan dukungan yang tak pernah putus diberikan kepada penulis.
7. Mbak Tita, Mbak Fitri, dan Mbak Hanim yang telah memberikan motivasi dan bantuannya dalam penulisan skripsi ini.
8. Sri, Lin, Areta, dan teman seperjuangan yang senantiasa memberi semangat dan dukungan untuk menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
9. Teman-teman Program Studi Biologi angkatan 2016 dan KKN yang senantiasa memberikan semangat serta motivasinya untuk menyelesaikan skripsi ini.
10. Semua pihak yang telah membantu penyelesaian skripsi yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Karya sederhana ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan dan kesempurnaannya. Laporan skripsi ini diharapkan dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan bagi pembaca pada umumnya.

Yogyakarta, 06 Mei 2020

Penulis



**ISOLASI FUNGI ENDOFIT DAUN *Eichhornia crassipes* DAN
UJI AKTIVITASNYA SEBAGAI ANTIFUNGI TERHADAP
Ganoderma sp. PENYEBAB BUSUK AKAR PADA AKASIA
(*Acacia mangium*)**

Cici Sri Mulyati

16640041

Abstrak

Senyawa bioaktif yang dihasilkan oleh mikroba endofit daun eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) berpotensi sebagai antifungi yang dapat diaplikasikan untuk menghambat pertumbuhan fungi patogen penyebab penyakit busuk akar pada akasia. Potensi ini diharapkan dapat meminimalkan penggunaan fungisida sintetik yang berdampak negatif terhadap lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan isolasi dan identifikasi fungi endofit dari daun eceng gondok serta melakukan uji aktivitas antagonisnya terhadap fungi *Ganoderma* sp. penyebab penyakit busuk akar pada akasia. Tahapan penelitian ini meliputi isolasi dan purifikasi fungi endofit dari sampel daun *Eichhornia crassipes* pada media MEA, uji antagonis isolat fungi endofit terhadap *Ganoderma* sp. menggunakan teknik *dual culture*, yang dilanjutkan dengan karakterisasi serta identifikasi isolat fungi endofit menggunakan metode *profile matching*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tujuh isolat fungi endofit dari daun eceng gondok menunjukkan aktivitas antagonis terhadap *Ganoderma* sp. Ketujuh isolat tersebut yaitu AEC1, AEC2, DEC1, dan DEC2 yang merupakan anggota genus *Aspergillus* serta isolat BEC1, CEC1 dan EEC1 yang secara berurutan merupakan anggota genus *Fusarium*, *Beauveria*, dan *Penicillium*. Daya antagonisme tertinggi terdapat pada isolat DEC2 sebesar 72,2 %.

Kata kunci: Daya antagonisme, eceng gondok, fungi endofit

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan	6
D. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
A. Tanaman Eceng Gondok di Rowo Jombor	8
B. Klasifikasi dan Deskripsi Tanaman Akasia (Acacia mangium)	13
C. Fungi Ganoderma sp.	15
D. Pengendalian Hayati terhadap Penyakit Busuk Akar pada Akasia.....	17
BAB III METODE PENELITIAN.....	20
A. Waktu dan Tempat Penelitian	20

B. Alat dan Bahan.....	20
C. Prosedur Penelitian.....	20
D. Analisis Data	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
A. Hasil Penelitian	27
B. Pembahasan.....	44
BAB V PENUTUP.....	58
A. Kesimpulan	58
B. Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN.....	67



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil pengukuran parameter lingkungan di lokasi pengambilan sampel	27
Tabel 2. Rata-rata pertumbuhan isolat fungi endofit dan <i>Ganoderma</i> sp. masa inkubasi 7 hari pada suhu 30 ⁰ C.....	29
Tabel 3. Hasil uji antagonis isolat fungi endofit terhadap <i>Ganoderma</i> sp. selama masa inkubasi 7 hari pada suhu 30 ⁰ C	30
Tabel 4. Mekanisme penghambatan pertumbuhan <i>Ganoderma</i> sp. oleh isolat fungi endofit dalam kultur uji antagonis yang diinkubasi selama 7 hari pada suhu 30 ⁰ C.....	32
Tabel 5. Karakteristik makroskopis fungi endofit dan <i>Ganoderma</i> sp. pada media MEA masa inkubasi 12 hari pada suhu 30 ⁰ C.....	35
Tabel 6. Karakteristik mikroskopis hifa fungi endofit dan <i>Ganoderma</i> sp. pada media MEA masa inkubasi 12 hari pada suhu 30 ⁰ C.....	38
Tabel 7. Karakteristik mikroskopis spora fungi endofit dan <i>Ganoderma</i> sp. pada media MEA masa inkubasi 12 hari pada suhu 30 ⁰ C.....	41
Tabel 8. Komposisi media MEA.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Area Rowo Jombor, Klaten Jawa Tengah.....	9
Gambar 2. Tanaman eceng gondok.....	10
Gambar 3. Tanaman <i>A. mangium</i>	14
Gambar 4. Morfologi fungi <i>Ganoderma</i> sp.	16
Gambar 5. Skema penempatan fungi antagonis dan fungi patogen dengan metode <i>dual culture</i>	24
Gambar 6. Hasil purifikasi isolat fungi endofit pada media <i>Malt Extract Agar</i> (MEA).....	28
Gambar 7. Uji antagonis isolat fungi endofit dengan <i>Ganoderma</i> sp. pada media <i>Malt Extract Agar</i> (MEA) masa inkubasi 7 hari pada suhu 30 ⁰ C	31
Gambar 8. Pengamatan mikroskopis hifa <i>Ganoderma</i> sp. pada uji antagonis dengan fungi endofit masa inkubasi 7 hari pada suhu 30 ⁰ C.....	33

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Komposisi media *Malt Extract Agar* (MEA) 67
- Lampiran 2. Uji antagonis fungi endofit dan fungi patogen masa inkubasi 5 hari 67



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan tanaman gulma yang tumbuh secara liar. Sebagian besar tanaman eceng gondok menyebar di area yang luas dan menutupi permukaan air (Das *et al.*, 2013). Menurut Wijaya *et al.* (2015), daun eceng gondok menghasilkan senyawa metabolit sekunder seperti tanin dan flavonoid. Kandungan metabolit tersebut mempunyai aktivitas bioaktif sebagai antifungi (Lalitha *et al.*, 2012).

Tanaman eceng gondok diduga berasosiasi dengan mikroba yang hidup di dalam jaringan tubuhnya salah satunya adalah fungi endofit (Das *et al.*, 2013). Fungi endofit merupakan fungi yang hidup dan berasosiasi pada jaringan tumbuhan seperti batang, daun, pucuk, dan akar (Hakim, 2015). Fungi ini hidup pada jaringan tumbuhan tanpa merugikan tanaman inangnya (Murdiyah, 2017).

Fungi endofit pada eceng gondok mempunyai kontribusi yang baik untuk menghasilkan metabolit sekunder yang sama dengan inangnya (Gao *et al.*, 2010). Hal ini terjadi akibat adanya transfer genetik antara mikroba endofit dengan tanaman inang (Kalkuni *et al.*,

2014). Kandungan metabolit tersebut berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai antifungi, antibakteri, dan antioksidan (Lalitha *et al.*, 2012). Potensi antifungi dari fungi endofit dapat diaplikasikan untuk menghambat fungi patogen yang menyebabkan penyakit pada tanaman, salah satunya penyakit busuk akar pada tanaman akasia (*Acacia mangium*).

A. mangium merupakan salah satu spesies tanaman yang banyak digunakan dalam program reboisasi hutan di kawasan Asia dan Pasifik (Sulendra *et al.*, 2017). Spesies tanaman ini mempunyai pertumbuhan yang cepat, tingkat toleransi yang tinggi terhadap cekaman lingkungan, serta kualitas kayu yang baik. Di Indonesia, diperkirakan terdapat sekitar 3 juta ha perkebunan lahan akasia yang dikelola oleh masyarakat dan pemerintah (Lee & Chang, 2016). Produksi kayu *A. mangium* setiap tahunnya mencapai 40 m³/ha/tahun (Sugesty *et al.*, 2015). Keberadaan spesies ini banyak diaplikasikan dalam industri pulp, seperti sebagai bahan baku dalam pembuatan kertas. Akan tetapi, masalah utama yang dihadapi oleh industri kehutanan yaitu penyakit busuk akar yang disebabkan oleh *Ganoderma* sp (Sulendra *et al.*, 2017).

Ganoderma sp. merupakan salah satu fungi patogen yang menyebabkan penyakit busuk akar pada tanaman akasia. Penyakit busuk akar menyerang tanaman akasia muda dari umur 6 bulan. Penyakit ini mudah menular dari satu tanaman ke tanaman lainnya (Lee & Chang, 2016). Menurut Irianto *et al.* (2006), infeksi *Ganoderma* sp. pada akasia dapat menurunkan produktifitas tanaman mencapai 3-28% di Sumatera

dan Kalimantan. Selain itu, pada kondisi tertentu infeksi fungi ini menyebabkan kematian tanaman akasia di Indonesia dan Malaysia, sehingga menimbulkan kerugian besar pada petani (Suryantini & Reine, 2018).

Gejala awal penyakit busuk akar yang ditimbulkan oleh *Ganoderma* sp. pada tanaman akasia adalah layu, gugurnya daun, muncul lodoh pada batang dan perkembangan terhambat. Gejala tingkat lanjut dari infeksi ditandai dengan kemunculan miselium dan pertumbuhan tubuh buah fungi pada bagian akar tanaman. Miselium berwarna krem yang selanjutnya akan berubah menjadi merah sampai kehitaman. Pada bagian dalam akar dijumpai miselium berwarna putih, kemudian miselium tersebut akan meluas membentuk selaput-selaput berwarna merah yang membungkus akar (Hidayati & Siti, 2015).

Sebagian besar petani menggunakan fungisida sintetik seperti heksakonazol untuk menghambat pertumbuhan *Ganoderma* sp.. Akan tetapi, aplikasi fungisida tersebut kurang efektif. Penggunaan fungisida sintetik dapat memberikan dampak negatif bagi manusia dan lingkungan. Residu yang dihasilkan menyebabkan kondisi lingkungan tercemar (Metboki *et al.*, 2016). Oleh karena itu, diperlukan upaya penanganan fungi yang lebih efektif dan ramah lingkungan salah satunya dengan organisme antagonis seperti fungi endofit.

Penggunaan agen antagonis dari fungi endofit diduga dapat menghambat pertumbuhan patogen pada tanaman (Kusumawardani *et al.*, 2015). Salah satunya pemanfaatan fungi endofit dari batang tanaman lada (*Piper nigrum* L.) yang mampu menghambat pertumbuhan fungi *Phytophthora capsici* penyebab penyakit busuk pangkal batang pada tanaman tersebut dengan persentase penghambatan mencapai 61,83% (Kusumawardani *et al.*, 2015). Selain itu, Rusae *et al.* (2018) berhasil mengisolasi 7 isolat fungi endofit dari akar tanaman sorgum dan memanfaatkannya sebagai agen biokontrol terhadap fungi *Rhizoctonia* sp. penyebab penyakit busuk akar pada tanaman tersebut. Di samping itu, fungi endofit juga mempunyai efek lain dalam meningkatkan resistensi tanaman inang terhadap infeksi patogen (Ahmad & Kibret, 2014). Menurut Yulianti (2015), fungi endofit menghasilkan metabolit sekunder seperti asam jasmonat, asam salisilat, etilen serta senyawa antimikroba yang berfungsi meningkatkan resistensi tanaman terhadap serangan patogen.

Fungi endofit dapat diisolasi dari berbagai bagian tanaman. Salah satu sumber isolat fungi endofit adalah daun tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). Das *et al.* (2013) berhasil mengisolasi fungi endofit dari tanaman eceng gondok di daerah Durjoynagar, Tripura, Timur Laut, India. Penelitian tersebut memperoleh 53 isolat fungi endofit dari akar, daun, dan tangkai daun, masing-masing sebanyak 19, 20, dan 14 isolat. Penelitian Mohamad (2017) berhasil mengisolasi 10 isolat mikroba endofit dari bagian akar, batang, daun, dan bunga tanaman eceng gondok

yang positif menghambat pertumbuhan mikroba patogen. Isolat tersebut positif mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Pseudomonas aeruginosa*.

Keragaman fungi endofit dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu, kelembapan, intensitas cahaya, pH (Wahyuni *et al.*, 2019), dan kondisi geografis (Irawati *et al.*, 2017). Salah satu daerah di Jawa Tengah yang banyak eceng gondok adalah Rowo Jombor. Eceng gondok di Rawa Jombor ini diduga juga mengandung fungi endofit dan memiliki keragaman sesuai dengan kondisi lingkungannya. Berdasarkan pemaparan tersebut maka dilakukan isolasi fungi endofit dari daun eceng gondok di Rowo Jombor untuk mengetahui keragaman dan potensinya sebagai antifungi untuk menghambat pertumbuhan *Ganoderma* sp. penyebab busuk akar pada akasia.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan pada latar belakang, rumusan masalah yang diajukan pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana potensi daun *E. crassipes* sebagai sumber isolat fungi endofit antagonis yang dapat menghambat pertumbuhan *Ganoderma* sp. secara *in vitro*?
2. Termasuk pada genus apakah isolat fungi endofit daun *E. crassipes* yang berpotensi untuk menghambat pertumbuhan *Ganoderma* sp. secara *in vitro* ?

3. Isolat fungi endofit daun *E. crassipes* manakah yang paling berpotensi untuk menghambat pertumbuhan *Ganoderma* sp. secara in vitro ?

C. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Memperoleh isolat fungi endofit antagonis dari daun *E. crassipes* yang dapat menghambat pertumbuhan *Ganoderma* sp. secara in vitro?
2. Mengetahui genus dari isolat fungi endofit daun *E. crassipes* yang berpotensi untuk menghambat *Ganoderma* sp. secara in vitro.
3. Memperoleh isolat fungi endofit daun *E. crassipes* yang paling berpotensi dalam menghambat pertumbuhan *Ganoderma* sp. secara in vitro.

D. Manfaat Penelitian

Isolat fungi endofit daun *E. crassipes* dapat digunakan sebagai sumber metabolit sekunder untuk biofungisida alternatif yang ramah lingkungan untuk menghambat pertumbuhan *Ganoderma* sp. penyebab penyakit busuk akar pada tanaman akasia.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Sebanyak 7 isolat fungi endofit antagonis terhadap *Ganoderma* sp. diperoleh dari daun *Eichhornia crassipes* dari Rowo Jombor Klaten Jawa Tengah yaitu isolat AEC1, AEC2, BEC1, CEC1, DEC1, DEC2, dan EEC1.
2. Isolat fungi DEC2 mempunyai persentase daya antagonisme tertinggi sebesar 72,2% dalam menghambat pertumbuhan *Ganoderma* sp. penyebab penyakit busuk akar pada akasia
3. Isolat AEC1, AEC2, DEC1 dan DEC2 yang merupakan anggota genus *Aspergillus* serta isolat BEC1, CEC1 dan EEC1 yang secara berurutan merupakan anggota genus *Fusarium*, *Beauveria*, dan *Penicillium*.

B. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui jenis metabolit sekunder yang dihasilkan oleh fungi endofit *E. crassipes* untuk menghambat pertumbuhan mikroba patogen serta penelitian lebih lanjut terkait spesies dan potensi lain yang dimiliki oleh fungi endofit dari *E. crassipes*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M., & Kibret. (2014). Mechanism and Applications of Plan Growth Promoting Rhizobacteria: Current Perspective. *Journal of King Saud University-Science*, 12, 1-20.
- Amalia, R., Elis, N., & Illa, A. (2008). Potensi *Trichoderma* sp. dan *Gliocladium* sp. sebagai Jamur Antagonis terhadap *Cylindrocladium* sp. Penyebab Penyakit Lodoh pada Persemaian Secara In-Vitro. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 5(1), 63-75.
- Amaria, W., Rita, H., & Samsudin. (2015). Evaluasi Jamur Antagonis dalam menghambat Pertumbuhan *Rigidosporus microporus* Penyebab Penyakit Jamut Akar pada Tanaman Karet. *J. TIDP*, 2(1), 51-60.
- Amirullah, Sartini, & Firzan, N. (2019). Fungi Endofit dari Tanaman Secang (*Caesalpinia sappan* L.) sebagai Penghasil Antioksidan. *Jurnal Farmasi Gelanika*, 5(1), 26-32.
- Andriani, R. (2016). Pengenalan Alat-alat Laboratorium Mikrobiologi Untuk Mengatasi Keselamatan Kerja dan Keberhasilan Praktikum. *Jurnal Mikrobiologi*, 1(1), 1-7.
- Arief, A., Musrizal, M., Tutik, K., & Vitri, H. (2007). Isolasi dan Identifikasi Jamur Kayu dari Hutan Pendidikan dan Latihan Tabo-Tabo Kecamatan Bungoro Kabupaten Pangkep. *Jurnal Perennial*, 3(2), 49-54.
- Aryantha, N., & Yayan, M. (2012). Optimasi Produksi Tubuh Buah Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*). *Seminar Nasional Mikologi*, 1-7.
- Barnett, H., & Hunter, B. (2006). *Illustrated Genera of Imperfect Fungi Fourth Edition*. Minnesota: The American Phytopathological Society St. Paul.
- Basarang, M., & Muhamad, R. (2018). Pertumbuhan *Candida* sp. dan *Aspergillus* sp. dari Bilasan Bronkus Penderita Tuberkulosis Paru pada Media Bekatul. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 9(18), 74-82.
- Das, P., Gopal, D., & Saha. (2013). Endhophytic Fungal Assemblags In An Aquatic Weed: *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. *Indian Journal of Fudamental and Applied Life Sciences*, 3(3), 76-80.
- Deacon, J. W. (2006). *Fungal Biology, Sixth dition*. Australia: Blackwell Publishing Ltd.

- Deb, L., Rajesh, T., Tombisanan, R., & Mujamder, D. (2017). Antagonistic Potential of *Beauveria* sp. Against Phytophathogens. *Bulletin of Environment Pharmacology and Life Science*, 6(3), 207-212.
- Elviasari, J., Rolan, R., Adam, & Ramadhan. (2015). Isolasi Jamur Endofit Daun Beluntas (*Pluchea indica* (L.) Less). *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 1(3), 126-130.
- Fitriani, Rosa, S., & Reine, S. (2017). Pengendalian Hayati Patogen Busuk Akar (*Ganoderma* sp.) pada *Acacia mangium* dengan *Trichoderma* spp. Isolat Lokal Secara In Vitro. *Jurnal Hutan Lestari*, 5(3), 571-577.
- Flood, J., Bridge, P., & Holderness, M. (2000). *Ganoderma Diseases of Perennial Crops*. London: CABI Publishing.
- Gafur, A. (2003). Aspek Fisiologis dan Biokimiaw Infeksi Jamur Patogen Tumbuhan. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*, 3(1), 24-30.
- Gandjar, I., Robert, S., Karin, V., Ariyanti, O., & Iman, S. (2000). *Pengenalan Kapang Tropik Umum*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Gandjar, I., Wellyzar, S., & Aryanti, O. (2006). *Mikologi Dasar dan Terapan*. Jakarta : Yayasan Obor Indonesia.
- Gao, F., Chuan-hao, D., & Xia-zen, L. (2010). Mechanisms of Fungal Endophytes in Plant Protection Against Pathogens. *African Journal of Microiology Research*, 4(13), 1346-1351.
- Hafsari, A., & Pertiwi. (2017). Isolasi dan Identifikasi Kapang Pelarut Fosfat dari Fosfat Guano Gua Pawon. *Jurnal Biota*, 10(2), 165-180.
- Hakim, S. (2015). Fungi Endofit: Potensi dan Pemanfaatannya dalam Budidaya Tanaman Kehutanan. *Balai Penelitian Kehutanan Banjarbaru*, 1(1), 1-8.
- Hasanah, U. (2017). Potensi Fungi Endofit *Fusarium* sp. dan *Mucor* sp. sebagai Agen Antagonis terhadap Fungi Patogen Penyebab Busuk Btang Tanaman Buah Naga (*Hylocereus costaricensis*). *Tesis*. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malik Ibrahim Malang.
- Hastuti, U., Indriana, Laily, M., Putri, & Syifa, S. (2016). Daya Antibakteri Metabolit Kapang Endofit dari Tanaman Obat Ginseng Jawa (*Talium paniculatum* Jacq. Gaertn) terhadap *E.coli* dan *B. subtilis*. *Seminar Nasional Pendidikan*, 126-130.

- Herliyana, E., Darmono, T., & Hayati, M. (2012). Penyakit Akar *Ganoderma* sp. pada Sengon di Jawa Barat dan Jawa Timur. *JMHT*, XVIII(2), 100-109.
- Hidayah, N. (2016). Pemanfaatan Senyawa Metabolit Sekunder (Tanin dan Saponin) dalam Mengurangi Emisi Metan Ternak Ruminansia. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 11(2), 89-98.
- Hidayati, N., & Siti, H. (2015). Karakteristik Morfologi *Ganoderma steyaertanum* yang Menyerang Kebun Benih *Acacia mangium* dan *Acacia auriculiformis* di Wonogiri, Jawa Tengah. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 9(2), 117-130.
- Hisbulloh, I., Indra, T., & Undang, A. (2016). Isolasi Senyawa Nonpolar dari Daun Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms). *Prosinding Farmasi*, 2(1), 113-120.
- Huda, N., Imaningsih, W., & Hakim, S.S. (2019). Uji Antagonisme Kapang Endofit Tanaman Galam (*Melaleuca cajuputi*) terhadap *Colletotrichum truncatum*. *Jurnal Mikologi Indonesia*, 3(2), 59-74.
- Ilmiyah, Zumrotul, Mahanani, & Yunimar. (2015). Uji Antagonisme Jamur Endofit Tanaman Stroberi terhadap *Alternaria alternate* Jamur Penyebab Bercak Daun pada Tanaman Stroberi Secara In Vitro. *Jurnal Lentera Biologi*, 4(1), 19-24.
- Indriyanti, A., & Wahyu, S. (2016). Karakteristik Air Tanah di Sekitar Rawa Jombor, Klaten dan Potensinya sebagai Sumber Belajar Geografi di Lapangan. *Jurnal Geografi*, 13(2), 192-203.
- Irawati, A., Kikin, H., Maggy, T., Yudi, S., Sulastri, & Widodo. (2017). Eksplorasi dan Pengaruh Cendawan Endofit yang Berasal dari Akar Tanaman Cabai Terhadap Pertumbuhan Benih Cabai Merah. *J. Hort.*, 27(1), 105-112.
- Irianto, R., Barry, K., Hidayati, N., Ito, Fiani, Rimbawanto, et al. (2006). Incidence and Spatial Analysis of Root Rot of *Acacia mangium* in Indonesia. *Journal of Tropical Forest Science*, 18(3), 157-165.
- Kalkuni, N., Jitendra, & Mukund. (2014). Microbial Endophytic: Ecology and Biological Interactions. *International Journal of Research in Agricultural Sciences*, 1(5), 2348-3997.

- Khaerati, Yulius, F., & Rusli. (2018). Seleksi Mikroba Filopan dan Endofit sebagai Agen Hayati Penyakit Gugur Daun Karet (*Corynespora cassiicola*). *Journal of Industrial and Beverage Crops*, 5(3), 113-122.
- Kharisma, A., & Abdul, M. (2012). Kelimpahan Bakteri *Vibrio* sp. pada Air Pembesaran Udang *Vannamei* (*Litopeneus vannamei*) sebagai Deteksi Dini Serangan Penyakit Vibriosis. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 4(2), 129-134.
- Krisnawati, H., Kallio, M., & Kanninen. (2011). *Acacia mangium* Wild. *Ekologi, Silviculture dan Produktivitas*. Bogor: CIFOR.
- Kuncoro, H., & Noor, E. (2011). Jamur Endofit, Biodiversitas, Potensi dan Prospek Penggunaannya sebagai Sumber Bahan Obat Baru. *J. Trop. Pharm. Chem*, 1(3), 247-262.
- Kusumaningrum, D., Neena, Z., & Cynthia, N. (2017). Pengaruh Derajat Keasaman (pH) Media Tanam dan Waktu Panen pada Fortifikasi Selenium Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*). *Journal Cis-Trans*, 1(1), 30-34.
- Kusumawardani, Y., Liliek, S., & Abdul, C. (2015). Potensi Antagonis Jamur Endofit pada Tanaman Lada (*Piper nigrum* L.) terhadap Jamur *Phytophthora capsici* Leionian Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang. *Jurnal HPT*, 3(1), 21-30.
- Lalitha, P., Shubashini, & Ponnusamy. (2012). Secondary Metabolites of *Eichhornia crassipes* (Waterhyacith): A Review. *Natural Product Communications*, 7(9), 1249-1256.
- Lee, & Chang. (2016). Ganoderma-Jekyll and Hyde Mushrooms. *Utar Agriculture Science Journal*, 2(1), 21-31.
- Lelana, N., Illa, A., & Nina, M. (2015). Uji Antagonis *Aspergillus* sp. dan *Trichoderma* spp. terhadap *Fusarium* sp. Penyebab Penyakit Rebah Kecambah pada Sengon. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 12(1), 23-28.
- Leslie, F., & Bret, A. (2006). *The Fusarium Laboratory Manual*. Australia: Blackwell Publishing Asia.
- Lies, S. (2000). *Kerajinan dari Eceng Gondok*. Surabaya: Trubus Agrisarana.
- Lubis, D. (2011). Pagaruh Perubahan Iklim Terhadap Keanekaragaman Hayati di Indonesia. *Jurnal Geografi*, 3(2), 107-117.

- Masripatin, N., Ginoka, G., Pari, W., Dharmawan, Siregar, Wibowo, D., et al. (2010). *Cadangan Karbon pada Berbagai Tipe Hutan dan Jenis Tanaman di Indonesia*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan.
- Metboki, Andriani, & Meitini. (2016). Efektivitas Ekstrak Kulit Batang Ampupu (*Eucalyptus alba* Reinw. Ex. Blume) dalam Menghambat Pertumbuhan Jamur *Fusarium* sp. Penyebab Busuk Tongkol Jagung. *Jurnal Metamorfosa*, III(2), 59-64.
- Mohamad. (2017). Karakterisasi Molekuler Mikroba Endofit Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) sebagai Penghasil Senyawa Antimikroba. *Tesis*. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Mukarlina, Siti, K., & Reny, R. (2010). Uji Antagonis *Trichoderma harzianum* terhadap *Fusarium* spp. Penyebab Penyakit Layu pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum*) secara In Vitro. *Jurnal Fitomedika*, 7(2), 80-85.
- Mukhlis, K., Rosirwan, & Hendri, M. (2018). Isolasi dan Aktivitas Antibakteri Jamur Endofit pada Mangrove *Rhizophora apiculata* dari Kawasan Mangrove Tanjung Api-api Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan. *Jurnal Maspri*, 10(2), 151-160.
- Murdiyah, S. (2017). Fungi Endofit pada Berbagai Tanaman Berkhasiat di Kawasan Hutan Evergreen Taman Nasional Baluran dan Potensi Pengembangan sebagai Petunjuk Praktikum Mata Kuliah Mikologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 3(1), 64-71.
- Ningsih, H., Utami, S., & Dwi, L. (2016). Kajian Antagonis *Trichoderma* spp. terhadap *Fusarium Solani* Penyebab Penyakit Layu pada Daun Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) Secara in Vitro. *Proceeding Biology Education Conference*, 13(1), 814-817.
- Octaviani, E., Achmad, & Elis. (2015). Potensi *Trichoderma harzianum* dan *Gliocladium* sp. sebagai Agen Hayati terhadap *Botryodiplodia* sp. Penyebab Penyakit Mati Pucuk Pada Jabon (*Anthocephalus cadamba* (Roxb.) Miq). *Jurnal Silvikultur Tropika*, 06(1), 27-32.
- Pasqualetto, A. (2010). *Aspergillosis: From Diagnosis to Prevention*. New York : Springer.

- Posangi, J., & Robert, B. (2014). Analisis Aktivitas dari Jamur Endofit yang terdapat dalam Tumbuhan Bakau *Avicennia Marina* di Tasik Ria Minahasa. *Jurnal Pesisir dan Laut*, 1(1), 30-38.
- Purwantisari, S., & Hastuti. (2009). Uji Antagonisme Jamur Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang dengan menggunakan *Trichoderma* spp. *Bioma*, 11(1), 24-32.
- Ramdhani, S., Samingan, & Iswadi. (2017). Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit pada Daun Jamlang (*Syzygium cumini* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Unsyah*, 2(2), 77-90.
- Ranipa, A., Anju, S., Akash, N., Jalpa, R., Ramesh, K., & John, J. (2018). *Aspergillus flavus*- A Menace to Farnes. *Proccending of 10th National Science Symposium*, 97-109.
- Ratnani, R., Indah, H., & Laeli, K. (2011). Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Menurunkan Kandungan COD (Chemical Oxygen Demond), PH, Bau, dan Warna pada Limbah Cair Tahu. *Momentum*, 7(1), 41-47.
- Refai, M., Heidy, A., & Wael, T. (2015). *Monograph on The Genus Penicillium*. Mesir: Cairo Press.
- Rohman, F., Triana, B., & Yusmani. (2017). Pengaruh Penambahan Senyawa Berbasis Kitin terhadap Pertumbuhan Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana*. *Jurnal Sains dan Seni*, 6(2), E13-E16.
- Rusae, A., Bernandina, M., & Blasius, A. (2018). Kemampuan Antagonis Cendawan Endofit terhadap *Rhizoctinia* sp. Penyebab Penyakit Busuk Akar Tanaman Sorgum (*Sorgum bicolor* L.) in Vitro. *Jurnal Metamorfosa*, V(2), 198-204.
- Shebany, Y., Osman, Mohamed, & Thana. (2014). Isolation and Identification of Endhopytic Fungi from Leaves and Roots of *Althenae rosea*. *International Journal of Life Sciences Research*, 2(4), 45-47.
- Sia, E., Marcon, J., Luvizetto, D., Quecine, M., Tsui, S., Pereira, J., Aline, A.P.K., & Joao, L.A.. (2013). Endophytic Fungi of the Amazonia Plant *Paullinia cupana* and From *Olea europeaea* Isolated Using Cassava as an Alternative Starch Media Source. *SpringerPlus*, 2, 579.

- Simanjuntak, D., Rokhana, F., A.E., P., & Agus, S. (2017). Keefektifan Fungisida terhadap Isolat Cendawan Terbawa Benih Kelapa Sawit. *J. Pen. Kelapa Sawit*, 25(1), 47-58.
- Steenis, V. (2008). *Flora, Cetakan ke-12*. Jakarta: PT. Pradya Paramitha.
- Sugesty, S., Teddy, K., & Wieke, P. (2015). Potensi *Acacia crassicarpa* sebagai Bahan Baku Pulp Kertas Untuk Hutan Tanaman Industri. *Jurnal Selulosa*, 5(1), 21-32.
- Sulendra, S., Rosa, & Reine. (2017). Ketahanan Semai Akasia (*Acacia mangium*) pada Variasi Umur terhadap Infeksi *Ganoderma* spp. *Jurnal Hutan Lestari*, 5(3), 653-658.
- Sulendra, S., Rosa, & Reine. (2017). Ketahanan Semai Akasia (*Acacia mangium*) pada Variasi Umur Terhadap Infeksi *Ganoderma* spp. *Jurnal Hutan Lestari*, 5(3), 653-658.
- Tellez, Elsa, Gloria, Eva, Ricardo, & Juan. (2014). The Water Hycinth, *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (Pontederiaceae). *Bulletin OEPP*, 44(1), 42-53.
- Uremis, Uludag, Arsian, & Obaci. (2014). A New Record for The Flora of Turkey: *Eicchornia crassipes* (Mart.) Solms (Pontederaceae). *Bulletin OEPP*, 44(1), 83-86.
- Urooj, F., Hafiza, F., Syed, A., Mariyam, A., Viqar, S., Zafar, I., Jehan, A., & Syed, E.H. (2018). Role of Endhophytic *Penicillium* Species in Suppressing the Root Rotting Fungi of Sunflower. *J. Bot.*, 50(4), 1621-1628.
- Usuman, I., & Fitriyaningsih, F. (2012). Penerapan Sistem Integrasi Elektronik dan Pengamatan Perlakuan Sifat Jamur Berdasarkan Suhu dan Kelembapan Pada Ruang Tumbuh Jamur Likasi RFID untuk Sistem Kuping (*Auricularia* sp.). *Ijeis*, 1(2), 11-20.
- Uswatun, H. (2017). Potensi Fungi Endofit *Fusarium* sp. dan *Mucor* sp. sebagai Agen Antagonis terhadap Fungi Patogen Penyebab Busuk Batang Tanaman Buah Naga (*Hylocereus costaricensis*). *Tesis*, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Fakultas Sains dan Teknologi .
- Wahyuni, N., Nuswantara, E. N., Farida, Y., Putra, G. G., Indriyasaki, K., Nur, L., Ufairanisa, I.T., Anindya, N., Fadhila, P., Ni'matuzahroh, & Intan, I.P. (2019). Biodiversitas Basidiomycota di Tegal Bunder dan Ambyarsari,

Taman Nasional Bali Barat, Bali, Indonesia. *PROS SEM NAS MASY BIODIVINDON*, 5(2), 280-285.

Wijaya, D., Putri, P., Raffy, & Muhammad. (2015). Screening Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Daun Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *Jurnal Kimia Valensi*, 1(1), 65-69.

Yulianti, T. (2013). Pemanfaatan Endofit Sebagai Agenia Pengendali Hayati Hama dan Penyakit Tanaman. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*, 5(1), 40-49.

Yurnaliza, Nyoman, P., Rizkita, R., & Agus, S. (2014). Antagonistic Activity Assesment of Fungal Endophytes from Oil Palm Tissues Againts *Ganoderma boninense* Pat. *Plant Pathology Journal*, 13(4), 257-267.

